

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина»

# МЕТОДЫ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Практикум

Рязань 2011

**ББК 28.081я73**  
**М54**

Печатается по решению редакционно-издательского совета федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина» в соответствии с планом изданий на 2011 год.

Рецензены: *Сычев И.А.*, д-р биол. наук, профессор  
(Ряз. гос. мед. ун-т имени акад. И.П. Павлова)  
*Коровушкин А.А.*, д-р биол. наук, профессор  
(Ряз. гос. агротехн. ун-т имени П.А. Костычева)

**М54** **Методы** экологических исследований : практикум / Иванов Е.С., Авдеева Н.В., Кременецкая Т.В., Золотов Г.В. ; Ряз. гос. ун-т имени С.А. Есенина. — Рязань, 2011. — 404 с.

ISBN 978-5-88006-693-3

Практикум адресован студентам, обучающимся по направлению подготовки 020800.62 — бакалавр экологии и природопользования, включая их интегрирование в учебно — исследовательскую и воспитательную работу средних общеобразовательных школ, лицеев, гимназий и колледжей. Пособие может быть использовано в системе повышения квалификации учителей начальных классов, биологии, географии, химии и др. специальностей, где необходима подготовка педагогов по руководству исследованиями в сфере экологии.

Практикум предназначен для студентов и преподавателей естественно-географического факультета РГУ имени С.А. Есенина.

*цели, задачи, методы экологических исследований водоемов, атмосферы, почвы, фитоценозов; техника безопасности; основы статистической обработки данных.*

**ББК 28.081я73**

© Иванов Е.С., Авдеева Н.В.,  
Кременецкая Т.В., Золотов Г.В., 2011  
© Федеральное государственное  
бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Рязанский государственный университет  
имени С.А. Есенина», 2011

ISBN 978-5-88006-693-3

## Введение

Необходимость экологического образования осознана давно, но общая его стратегия разработана недостаточно и до сих пор составляет предмет дискуссий.

Постоянно обсуждается вопрос, о том, что блок общей экологии должен занять в школьных программах прочное место, поскольку он представляет научные основы экологической подготовки школьников и бакалавров. Обсуждение всех экологических проблем, волнующих современное человечество, от глобальных до местных должно опираться на прочное знание основных природных законов, на которых держится устойчивость жизни в разных ее проявлениях: от организма до биосферы. Практическая значимость вопросов охраны среды жизни человека часто перекрывает в сознании людей практическую значимость экологической теории, что недопустимо в серьезном образовании и чревато негативными последствиями в прикладной сфере.

Прикладные и технологические вопросы, связанные с региональной экологией, рациональным природопользованием и охраной среды человека, могут развиваться на всех ступенях обучения и во всех предметах. В старших классах, после курса основ общей экологии, они должны носить более систематизированный характер и включаться в отдельные циклы, которые могут быть профилированы в соответствии с гуманитарными или естественнонаучными склонностями будущих бакалавров экологии и природопользования.

Формирование прочных знаний, умений и навыков экологически целесообразного поведения, этических норм и правил отношения к окружающей природной среде невозможно в рамках теоретического знакомства с экологическими проблемами, необходимо расширение контактов учащихся с природой, вовлечение их в реальную деятельность по изучению и охране своего природного окружения. Одной из форм такой деятельности является проведение практических работ в рамках экологического мониторинга.

*Экологический мониторинг* — это система длительных наблюдений, оценки и прогноза изменений состояния природной среды под влиянием естественных и антропогенных факторов. Слово «мониторинг» образовано от латинского слова «монитор» — наблюдающий (так называли вперед смотрящего матроса на парусном судне).

В данном определении наиболее важным является понятие «длительный», то есть требующий проведения наблюдений в течение ряда лет (то есть работа может быть использована в процессе обучения несколько раз). Вторым важным моментом является то, что эко-

логический мониторинг — это *комплексная оценка*, включающая изучение растений, животных, микроорганизмов, здоровья человека, экосистемы в целом (аналогия с основными разделами биологии: ботаника, зоология, анатомия, общая биология). В третьих, для проведения большинства опытов необходима *совместная работа* учителей цикла естествознания, информатики, математики, должны быть задействованы лаборатории химии, биологии, физики, а это не что иное, как интеграция дисциплин.

**Цель** данного практического пособия — вовлечение учащихся в деятельность по изучению и охране экосистем на основе знаний и умений (усвоенных учащимися при изучении биологии, географии, физики, естествознания, а также истории, краеведения, обществознания и т.д.) и проведение бакалаврами экологии и природопользования самостоятельных экологических исследований.

Анализируя литературные источники (В.И. Гуляева, 1999; А.В. Барановский, Е.В. Прибылова, 2007; М.В. Аргунова, 2008; Е.В. Зачесова, 2008 и др.) и собственный опыт, авторов можно выделить следующие **задачи**, стоящие перед исследовательской деятельностью:

- расширение индивидуальных образовательных траекторий учащихся;
- профессиональная ориентация школьников;
- обучение культуре научных исследований (обобщение, наблюдение, сравнение, анализирование);
- вовлечение учащихся в природоохранную деятельность на научной основе;
- воспитание эколого-правовой культуры школьников;
- интеграция биологии, географии, экологии, математики, химии, физики, обществознания;
- планирование и проведение самостоятельных опытов бакалаврами экологии и природопользования.

Исследовательская деятельность по экологии способствует:

- формированию и развитию внутренней мотивации учащихся к более качественному овладению биологией и экологией;
- развитию индивидуальных особенностей учащихся, их самостоятельности, творческих способностей;
- более результативному решению задач образования, развития и воспитания личности;
- повышению мыслительной активности учащихся и приобретению навыков логического мышления по проблемам, связанным с реальной жизнью;
- формированию и поддержанию интереса школьников к природе;

— формированию самостоятельных практических навыков бакалаврами экологии и природопользования.

Успешное осуществление проектных работ требует обращения школьников к следующим *методам научного исследования*:

- анализ и обобщение литературы по данной проблеме;
- раскрытие понятийного аппарата, в том числе экологического;
- мониторинговые исследования;
- тестирование, анкетирование.

Предлагаемые задания предназначены для организации под руководством учителя практической деятельности подростков 11—17 лет в рамках школьной программы, занимающихся в различных объединениях биологического и экологического профиля, и на уроках по различным дисциплинам. Начиная изучать биологию в 6-ом классе школьники, могут путем включения в экологический мониторинг знакомиться на практике с разными царствами живой природы, уровнями ее организации и состоянием объектов в зависимости от состояния среды.

Далее приведены примерные темы работ по экологическому мониторингу для общеобразовательной школы и бакалавров, специализирующихся по экологии и природопользованию.

Методические рекомендации разбиты на модули согласно предмету исследования на выбор преподавателя. В каждой работе указаны цель, задачи, оборудование, учебные дисциплины, ход работы, вопросы для закрепления, область применения.

*Рекомендации преподавателям для проведения экологических исследований:*

1. На первом этапе подготовки занятий по практической экологии необходимо осмотреть место проведения исследований и выбрать объекты для наблюдений. Это позволит сэкономить время при работе с учащимися и студентами, что позволит сразу активизировать их на исследовательскую деятельность.

2. Перед началом занятия необходимо провести инструктаж с обучающимися по технике безопасности и изложить теоретический материал, так как на улице очень трудно сразу донести информацию до всех учащихся и студентов.

3. До начала работы необходимо разбить учащихся и студентов на группы (в зависимости от их числа и количества оборудования) и раздать материалы и оборудование (при необходимости остановиться на его использовании).

4. Каждая группа должна получить задание от преподавателей, адаптированное к конкретному месту. Лучше предоставить для уча-

щихся бланки заданий (как способ минимизации письма). В графе «вывод» учащимся необходимо сформулировать итоги своей работы. В карточки можно включить контрольные вопросы для проверки усвоения материала.

5. Если необходимо провести дополнительные наблюдения и опыты с собранным материалом, то стоит их перенести в лабораторные условия.

6. Гербаризацию и отлов насекомых можно заменить фотографированием. Зачастую учащимся и студентам удобнее пользоваться современным оборудованием, это дает возможность подготовить отчет о работе в виде презентаций.

В целом функции исследовательской экологической деятельности на разных ступенях образования должны достигать следующих компетенций:

— *в дошкольном образовании и начальной школе* — сохранение исследовательского поведения учащихся как средства развития познавательного интереса и становления мотивации к учебной деятельности в сфере природоведения;

— *в основной школе* — развитие у учащихся способности занимать исследовательскую позицию, самостоятельно ставить и достигать цели и задачи в учебной деятельности на основе применения элементов исследовательской работы в рамках предметов учебного плана и системы дополнительного интегрированного экологического образования;

— *в старшей школе* — развитие исследовательской компетентности и предпрофессиональных навыков как основы для самостоятельного профильного обучения и самостоятельных исследований в области экологии, природопользования и охраны природы;

— *в дополнительном образовании* — создание условий для развития способностей и склонностей обучающихся в соответствии с их специфическими потребностями в условиях гибких образовательных экологических программ и индивидуального сопровождения; допрофессиональная подготовка талантливых детей с диссинхронией развития;

— *в профессиональном высшем образовании* — повышение культуры профессиональной экологической проектной деятельности путем развития аналитических и прогностических способностей обучающихся средствами исследования, полное самостоятельное освоение методов и методик бакалаврами и магистрами в целях практического использования в различных отраслях народного хозяйства;

— *в системе повышения квалификации и переподготовки кадров* — развитие навыков творческого экологического проектирования

педагогической деятельности на основе применения учебного исследования и формирование культуры реализации исследовательских работ со школьниками и учителями разных специальностей. Изложенные функции заимствованы из Программы IV общероссийской научно-практической конференции «Исследовательская деятельность учащихся в современном образовательном процессе» (М., 2009) и дополнены авторами.

В представленном практикуме раскрывается базис методик формирования экологических компетенций в основной и старшей школе в свете реализации Постановления правительства РФ от 28 июля 2008 г. № 568 «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009—2013 годы в целях профессионального отбора абитуриентов по направлению подготовки 020800.62 — экология и природопользование.

Практическое пособие предлагается использовать также в подготовке бакалавров экологии и природопользования при реализации ими педагогических программ, для повышения квалификации учителей разных специальностей на пути интеграции естественно-математических, гуманитарных, социальных, экономических, общепрофессиональных и экологических дисциплин.

# **I. ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

## **1.1. Организация мониторинговых исследований**

Длительное время наблюдения производились лишь за изменениями состояния природной среды, обусловленными иными естественными причинами. Средние величины, характеризующие состояние биосферы (ее климатические характеристики в любом районе земного шара, природный состав различных сред, круговорот воды, углерода и других веществ, глобальная биологическая продуктивность), существенно изменяются лишь в течение очень длительного времени (тысяч, иногда даже сотен тысяч и миллионов лет). Крупные равновесные экологические системы, геосистемы под влиянием природных процессов меняются чрезвычайно медленно. Эти постепенные эволюционные изменения происходят только за промежутки времени, измеряемые историческими эпохами.

В отличие от изменений состояния биосферы, вызываемых естественными причинами, ее изменения под воздействием антропогенных и техногенных факторов могут происходить весьма быстро. Так, изменения, происшедшие по этим причинам в некоторых элементах биосферы за последние несколько десятков лет, сравнимы с естественными изменениями, происходившими за тысячи и даже миллионы лет.

Естественные изменения состояния окружающей природной среды, как кратковременные, так и длительные, в значительной степени наблюдаются, изучаются существующими во многих странах геофизическими службами (гидрометеорологической, сейсмической, ионосферной, гравиметрической, магнитометрической).

Для того чтобы выделить антропогенные изменения на фоне естественных (природных), возникла необходимость в организации специальных наблюдений и исследований за изменением состояния биосферы под влиянием человеческой деятельности.

В последние десятилетия общество все шире использует в своей работе сведения о состоянии природной среды. Эта информация нужна в повседневной жизни людей, при ведении сельского хозяйства, в строительстве, при чрезвычайных обстоятельствах — для оповещения о надвигающихся опасных явлениях природы. Но изменения в состоянии окружающей среды происходят и под воздействием биосферных процессов, связанных с деятельностью человека. Определение вклада антропогенных факторов в эти изменения представляет



собой важную актуальную и непростую задачу в области сельскохозяйственной экологии и аграрного природопользования.

В соответствии с этим выделяется понятие *экологический мониторинг* — информационная система наблюдений, оценки и прогноза изменений в состоянии окружающей среды, созданная с целью выделения антропогенной составляющей этих изменений на фоне природных процессов.

Экологический мониторинг включает как геофизические, так и биологические аспекты, что определяет широкий спектр методов и приемов исследований, используемых при его осуществлении.

Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10 января 2002 года определяет *экологический мониторинг в РФ* как комплексную систему наблюдений за состоянием окружающей среды, оценки и прогноза изменений состояния окружающей среды под воздействием природных и антропогенных факторов.

Система экологического мониторинга должна накапливать, систематизировать и анализировать информацию:

- о состоянии окружающей среды и его изменениях;
- причинах наблюдаемых и вероятных изменений состояния (то есть об источниках и факторах воздействия);
- допустимости нагрузок на среду в целом и на ее отдельные компоненты;
- существующих резервах биосферы и агроэкосистем.

## **1.2. Основные компоненты системы мониторинга**

Итак, мониторинг является многоцелевой информационной системой. Его основные *задачи*: наблюдение за состоянием биосферы, оценка и прогноз ее состояния, определение степени антропогенного воздействия на окружающую среду, выявление факторов и источников такого воздействия.

Наиболее универсальным подходом к определению структуры системы мониторинга является его разделение на блоки: «Наблюдения», «Оценка фактического состояния», «Прогноз состояния», «Оценка прогнозируемого состояния».

Блоки «Наблюдения» и «Прогноз состояния» тесно связаны между собой. Построение прогноза, с одной стороны, подразумевает знание закономерностей изменения состояния природной среды, наличие схемы и возможностей численного расчета, с другой — направленность прогноза в значительной степени должна определять структуру и состав в наблюдательной сети (обратная связь).

Таким образом, мониторинг — это система наблюдений, оценки и прогноза состояний природной среды, не включающая управление качеством последней. Однако очевидно, что для правильной организации управления качеством окружающей природной среды совершенно необходимым условием является организация системы мониторинга и проведение конкретных экологических исследований.

Отдельной задачей является оценка состояния среды и в особенности ее живых компонентов при ландшафтных изменениях. В результате деятельности человека существенно изменяются местообитания, что влечет к изменению состояния живых существ. Выявление последствий таких изменений также должно быть доступно используемым методам исследований и оценки. Кроме оценки последствий антропогенных воздействий, необходима организация слежения за естественными изменениями в состоянии окружающей среды. Осуществление такого мониторинга представляется важным по ряду причин:

- для понимания общих тенденций в изменении среды как в локальном, так и в глобальном масштабе;

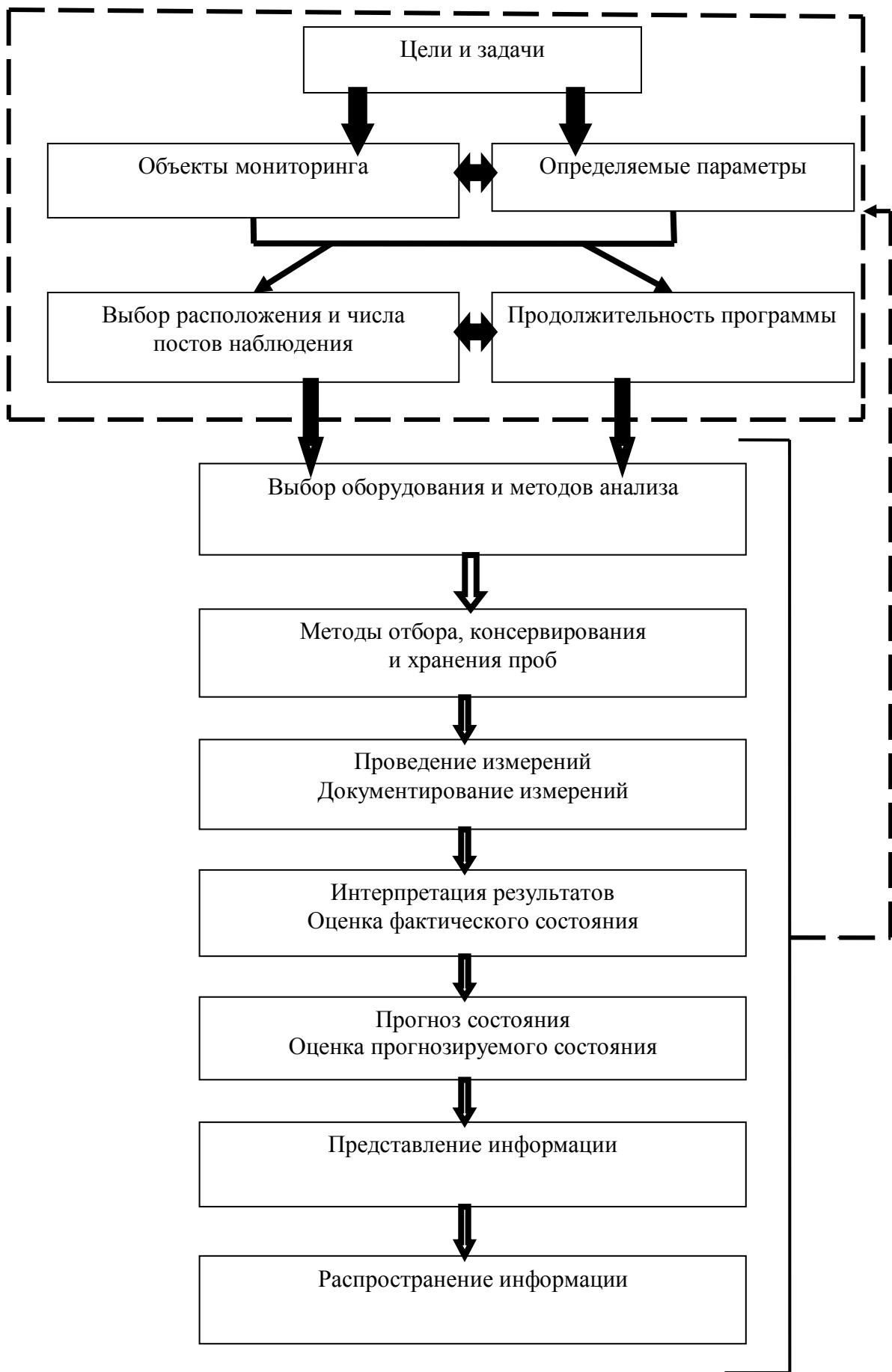
- для получения представлений о возможных изменениях среды в силу естественных причин для сравнения с результатами, получаемыми в районах интенсивного антропогенного воздействия;

- для интегральной оценки качества среды, ее состояния при всем комплексе воздействий.

При этом оценка среды необходима как в пространстве (путем выявления различий между различными местообитаниями), так и во времени (путем выявления изменений в состоянии среды в одном месте).

Отдельной задачей, роль которой сейчас постоянно возрастает, является обеспечение регистрации откликов окружающей среды не только на возрастание, но и на снижение степени неблагоприятного воздействия. Возможность получения оперативной информации о появлении позитивных сдвигов в ответ на предпринимаемые усилия часто оказывается достаточно существенным затруднением для реализации многих подходов.

Инстинктивно возникающее желание измерять «как можно больше» является ошибочным, отвлекающим время и ресурсы. Даже если у вас большие возможности, следует всегда задаваться вопросом: какова должна быть достаточная программа исследований? В большинстве же случаев ограниченные ресурсы жестко диктуют необходимость сократить программу измерений, сохранив по возможности качество получаемого материала.



## Программа мониторинга

Перед формированием долгосрочной программы мониторинга целесообразно провести рекогносцировочные (предварительные) исследования. Следует найти и проанализировать материалы (данные о состоянии объекта в прошлом и настоящем, отчеты, публикации), имеющие отношение к вашей проблеме, включая и те, которые можно использовать в ее решении. Большую роль в рекогносцировочных исследованиях и последующих наблюдениях могут сыграть качественные и полуколичественные методы с применением полевых или экспрессных, иногда даже простых приборов, инструментов и приспособлений.

Результатом предварительного анализа должен быть перечень выбранных объектов исследования и определяемых параметров — приоритетов программы мониторинга и экологических исследований. Возможно также, что данных, полученных в ходе предварительного анализа, работы с литературой, окажется достаточно, для того чтобы, минуя этап «полномасштабных» измерений, перейти к следующим этапам программы. Такими этапами являются интерпретация данных, их представление и распространение, привлечение внимания к проблеме общественности и специалистов сельского хозяйства.

В ходе работы необходимы контроль качества данных, их корректная и грамотная интерпретация. В случае возникновения трудностей в реализации программы или интерпретации данных полезно привлечь экспертов со стороны. Следует уделять пристальное внимание методам обработки и хранения первичной информации. Необходимо вести дневник исследований, где следует записывать все действия с указанием времени, места проведения наблюдений, помещать вспомогательные схемы, рисунки, фотографии и пр.

Завершающей стадией является подготовка отчета и сообщений с использованием полученной информации и их распространение, выработка рекомендаций для всех заинтересованных групп и организаций.

Выбор методов и средств измерений параметров источников воздействия и состояния окружающей среды зависит не только от того, за каким параметром вы намерены вести наблюдения, но и от задач вашей программы в целом.

Визуальные методы мониторинга с фотографированием, рисованием, равно как и подходы биоиндикации, интересны и доступны, поэтому широко используются в студенческих экологических исследованиях. При планировании мониторинга с участием студентов

необходимо учесть некоторые дополнительные особенности: применяемые методики исследования должны быть не только простыми и наглядными, но и безопасными, а программа мониторинга — разносторонней, познавательной, практической, чтобы заинтересовать студентов. В некоторых случаях можно успешно сочетать простые методы наблюдения с инструментальными методами по следующему принципу: есть видимое изменение фактора воздействия, — надо проводить исследование с использованием аналитических приборов.

Отбор проб обычно оформляется протоколом, который подписывают все его участники. Форма протокола может быть разработана вашей кафедрой или заимствована у экологических государственных служб и лабораторий. Если вы разрабатываете собственную форму, подойдите к этому очень тщательно: из нее не должны исчезнуть детали, которые могут оказаться существенными при интерпретации результатов. Протокол должен быть подписан и утвержден ответственным лицом (это может быть научный руководитель дипломной работы). При работе студенческих исследовательских групп есть большой смысл уделить внимание оформлению протокола. Введение такой процедуры позволит более аргументированно подходить к интерпретации и оформлению результатов, будет способствовать приобретению студентами навыков систематических полевых исследований для написания выпускной квалифицированной работы.

К оформлению результатов лабораторных исследований целесообразно подходить аналогичным образом. Полученные данные должны быть занесены в лабораторный журнал, а затем, когда это необходимо, сведены в протокол, который подписывается обычно научным руководителем. Не следует забывать о методиках: необходимо указывать, каким именно способом произведены измерения, а в приложении к отчету и диплому нужно дать точные ссылки на используемые нормативные документы. Все первичные результаты (протоколы, рабочие журналы, выпускные квалификационные работы и прочая документация) должны сохраняться в течение всего времени, пока вы оперируете полученными данными.

Количественные данные анализов обычно представляют в виде таблиц. В эти таблицы целесообразно включать результаты в виде рассчитанных средних величин и отклонений от них, а также дополнительную информацию, необходимую для корректной интерпретации результатов. Это могут быть сведения о действующих стандартах, фоновом или реперном значении определяемого параметра, характерный интервал значений параметра по результатам прошлых измерений, необходимые примечания. В тех случаях, когда определе-

ние исследуемой величины проводят независимо различными методами, следует внести в таблицу информацию об альтернативных методиках. Корректность оформления результатов не менее важна, чем документирование процессов отбора и анализа.

Процесс интерпретации всегда должен быть ориентирован на цель нашей работы. Как правило, следует выявить приоритетные показатели, имеющие основное значение, понять причины, вызывающие те или иные экологические последствия (например, ухудшение качества воды в водном объекте или качества сельскохозяйственной продукции), выявить основные процессы или факторы, влияющие на полученные результаты. Постарайтесь найти ответы на следующие вопросы:

1. Каковы причины полученных результатов (почему получены именно эти результаты)? Это могут быть причины методического характера. Возможно, следует вернуться к программе наблюдений, отбору проб, выбранным методикам. Если с методической частью все в порядке, следует задать вопросы о причинах, обусловивших наблюдаемые явления. Например, каков источник зафиксированного загрязнения (сельскохозяйственное предприятие, город, село, естественный процесс)? Что можно сказать о применяемом производственном процессе на основании анализа сточных вод предприятия или химического состава меда, молока, мяса, семян, овощей, плодов, лекарственного сырья и др.?

2. Соответствуют ли полученные результаты тому, что вы ожидали? Если да (нет), то почему? Будьте требовательны к выводам. Невнимание к этому вопросу способно привести к обнародованию «сенсационных» данных, которые не подтвердятся впоследствии.

3. Каковы последствия наблюдаемых явлений? Речь здесь идет не только о прогнозах, что иногда бывает трудно сделать. Важнее другое: что практически означает полученный результат с точки зрения здоровья населения, состояния экосистемы и т.п. При этом следует принимать во внимание ответы на первые два вопроса. Это, например, означает, что следует ставить вопрос не только о том, каково воздействие обнаруженного вещества на окружающую среду, но и о том, каково воздействие производственного процесса, признаком которого является это вещество.

Лишь получив ответы на все три вопроса, вы можете быть уверены в том, что отнеслись к интерпретации результатов должным образом.

Следующий этап — прогноз. Это весьма трудная и наукоемкая проблема. Для обоснованного прогноза, как правило, необходимы

длительные ряды наблюдений за экологическим состоянием объекта, знание условий на фоновых участках, наличие точных данных о характере и объемах антропогенных воздействий. Прогнозы обычно делают с использованием различных математических моделей.

Оформление результатов в виде полного отчета — первый этап представления результатов, опускать который нельзя. Следует предварить отчет введением, излагающим суть исследуемой проблемы, цель работы и основные решаемые вами задачи. Выводы и рекомендации пишут отдельно в конце отчета, чтобы можно было понять суть работы, не читая отчета целиком, а прочитав только введение и выводы. Очень важно четко и ясно сформулировать *цель* и *задачи* работы. Помните, что для читателя отчета ваша цель останется непонятной, если не изложить ее в явном виде. Надо обосновать актуальность, новизну и практическую значимость вашей работы. Четкие формулировки принесут пользу при написании дипломной работы. Но многие работы по общественному экологическому мониторингу и экологическим исследованиям, к сожалению, отличаются отсутствием общей стратегии. Их качество могло бы серьезно повыситься, если студент в начале исследований задумался бы о цели и задачах работы и постарался поставить их как можно более определенно. Другими словами, эта часть отчета или дипломной работы должны отражать результаты предварительных исследований, проделанных на стадии разработки программы мониторинга или конкретных экологических исследований.

Затем должен следовать *обзор известных и доступных данных и анализ ситуации*. Маловероятно, чтобы проблема, которую вы собираетесь поднять, никогда и никем не была исследована. Даже если вы поднимаете новую для региона проблему, постарайтесь найти аналогии в отечественной и мировой практике. Разумеется, изучая состояние окружающей среды вблизи хозяйственных объектов, следует провести как можно более полный анализ возможных воздействий.

В отчете и дипломной работе обязательно должны быть описаны *использованные методики* (или дана ссылка на доступный литературный источник, содержащий их описание). Без этой информации оценить ваши результаты практически невозможно. Если в работе необходимы лабораторные исследования, которые вы не можете выполнить самостоятельно, и приходится обращаться в исследовательские лаборатории, уделите особое внимание строгости оформления результатов, полученных по вашему заказу. Помните, что за работу в целом несет ответственность ваш научный руководитель или организация. Ссылка на авторитет лаборатории, представившей некорректно оформленные результаты, будет звучать неубедительно и не

сможет содействовать достижению конечной цели — эффективному использованию вашей информации в формировании территориальной экологической политики и подготовке к защите выпускной квалификационной работы.

Отчет и дипломная работа должны содержать весь *фактический материал*, включая протоколы отбора проб и лабораторных испытаний. Для того чтобы работы были более «читабельными», лучше вынести первичную документацию в приложения, а в основной части представить результаты в виде сводных таблиц, более удобных для интерпретации. Подробная *интерпретация результатов* — также необходимая составляющая научного отчета или дипломной работы. Правила, которые следует соблюдать на этой стадии, описаны в предыдущем разделе.

И, наконец, особое внимание следует уделить разделу «*Выводы и рекомендации*». В современной практике подготовки этого раздела считается особенно важным и иногда составляет до трети объема всей работы. Нередко научные коллективы, ведущие исследовательские работы, ограничиваются констатацией проблем. Необходимо в сжатом виде изложить результаты работы, дать оценку ситуации. Чтобы ваши результаты использовались с возможно большей эффективностью и действительно оказали влияние на формирование территориальной экологической политики или на получение экологически безопасных продуктов питания, необходимо предложить рекомендации по улучшению ситуации. Это значительно снижает риск оказаться в положении людей, критикующих и не предлагающих конструктивного решения. При составлении рекомендаций нужно помнить, что они должны быть реально выполнимы.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Гусева, Т.В. Подготовка экологических информационных материалов для особо охраняемых природных территорий силами учащихся [Текст] : учеб. пособие / Т.В. Гусева [и др.] ; РХТУ им. Д.И. Менделеева. — М. : Эколайн 2003. — 84 с.

2. Шилов, И.А. Экология [Текст] : учебн. пособие для биол. и мед. спец. вузов. — 3-е изд. — М. : Высш. шк., 2001. — 512 с.

3. Чернова, Н.М. Экология [Текст] : учебн. пособие для студентов пед. ин-тов по биол. спец. / Н.М. Чернова, А.М. Былова. — М. : Просвещение, 1981. — 255 с.



## II. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОДОЕМОВ

**Вода** — самое распространенное неорганическое соединение на нашей планете. Вода — основа всех жизненных процессов, единственный источник кислорода в главном движущем процессе на Земле — фотосинтезе. Вода присутствует во всей биосфере: не только в водоемах, но и в воздухе, и почве, и во всех живых существах. Последние содержат до 80—90 % воды в своей биомассе. Потеря 10—20 % воды живыми организмами приводит к их гибели.

В естественном состоянии вода никогда не свободна от примесей. В ней растворены различные газы и соли, находятся взвешенные твердые частички. В 1 литре пресной воды может содержаться до 1 грамма солей.

Большая часть воды сосредоточена в морях и океанах. На пресные воды приходится всего 2 %. Большая часть пресных вод (85 %) сосредоточена во льдах полярных зон и ледников. Возобновление пресных вод происходит в результате круговорота воды.

С появлением жизни на Земле круговорот воды стал относительно сложным, так как к простому явлению физического испарения (превращения воды в пар) добавились более сложные процессы, связанные с жизнедеятельностью живых организмов. К тому же роль человека по мере его развития становится все более значительной в этом круговороте и далеко не всегда сказывается благоприятно на состоянии воды. Дело в том, что гидросфера служит естественным аккумулятором большинства загрязняющих веществ, поступающих непосредственно в литосферу или атмосферу. Присутствие загрязняющих веществ в водной среде, чуждых живым организмам, оказывает влияние на процессы жизнедеятельности отдельных живых организмов и на функционирование всей водной экосистемы. Все больше исследований направлено на поиски приемов предотвращения загрязнения и оценки качества воды. В данном пособии мы попытались предложить различные методы оценки качества воды, которые можно использовать при работе со школьниками.

### 2.1. Изучение пресноводных экосистем

Пресноводные водоемы имеют огромное значение для жизни человека, что объясняется рядом причин. Во-первых, пресноводные водоемы являются самым удобным и дешевым источником воды для

бытовых и промышленных нужд. Во-вторых, они представляют собой самые удобные и дешевые системы по переработке отходов. В-третьих, это узкое место планетарного гидрологического цикла. Злоупотребляя использованием этого природного средства, человек породил массу экологических проблем, которые могут привести к тому, что вода станет основным лимитирующим фактором для него как биологического вида. С изучением воды связан *гидрологический мониторинг*. В рамках этого мониторинга осуществляются наблюдения подземных вод, поверхностных, талых вод рек и ручьев, дренажных систем. При этом оценивается особенность динамики водообмена, водоотбора, расхода вод. Одной из таких проблем стал процесс антропогенной эвтрофикации пресноводных водоемов.

*Эвтрофикацией* называется процесс преобразования водной экосистемы в результате привнесения в водоем минеральных и органических веществ с водосбора в таких количествах, которые не могут быть усвоены биоценозом водоемов. Эвтрофикация как естественный процесс осуществляется на протяжении длительных отрезков времени и приводит к постепенному переходу водных экосистем из олиготрофного в эвтрофное или даже дистрофное состояние.

*Олиготрофное состояние* водной экосистемы характеризуется следующими чертами: высокая частота и прозрачность воды, бедность минеральными и органическими веществами, близкая к нейтральной реакция среды, минерализация сульфатная или гидрокарбонатная, наличие кислорода в придонном слое воды, высокое видовое разнообразие фитопланктона, небольшая его численность и продуктивность, часто доминируют зеленые водоросли, «цветение» фитопланктона наблюдается редко, животная продукция низкая.

Для *эвтрофного состояния* характерны: гораздо более низкая прозрачность воды, богатство минеральными и органическими веществами, щелочная реакция среды ( $pH = 7,5—9,0$ ), минерализация гидрокарбонатная или карбонатная, содержание солей кальция и магния — 70 мг/л, разложение органических веществ разлагаются до усваиваемых растениями нитратов и фосфатов, отсутствие кислорода в придонном слое воды в летнее время, низкое видовое разнообразие фитопланктона, его большая численность, высокая продуктивность, доминирование цианобактерий («синезеленые водоросли»), частое «цветение» фитопланктона, высокая животная продукция.

При *дистрофном состоянии*: темноводность, большое количество в воде детрита, бедность солями кальция и магния (меньше 24 мг/л), сульфатная минерализация, кислая реакция среды ( $pH = 6—7$ ), высокое содержание биогенных элементов в трудно усваиваемой форме,

дефицит кислорода, их обедненность планктоном и высшей растительностью, скудность животного мира этих водоемов.

Процессам эвтрофикации мы обязаны наличием на Земле залежей угля, месторождений нефти, газа, горючих сланцев и многих других полезных ископаемых биогенного происхождения.

Однако в настоящее время во многих пресноводных экосистемах наблюдается очень быстрая эвтрофикация, обусловленная интенсивной хозяйственной деятельностью человека: внесением азотных удобрений на сельскохозяйственные угодья и частичное смывание их в водоемы, а также содержание фосфатов в сточных водах. В результате этого происходит нарушение круговорота азота и фосфора. Количество вещества, вовлекаемого в активную фазу цикла, начинает превышать то, которое соответствует саморегулирующимся возможностям экосистемы.

### *Список рекомендуемой литературы*

1. Аполлов, Б.А. Учение о реках [Текст]. — М. : Изд-во Моск. ун-та, 1963. — 423 с.

2. Важнов, А.Н. Гидрология рек [Текст]. — М. : Изд-во Моск. ун-та, 1976. — 339 с.

3. Суравегина, И.Т. Как учить экологии [Текст] : кн. для учителя / И.Т. Суравегина, В.М. Сенкевич. — М. : Просвещение, 1995. — 96 с.

4. Эрхард, Ж.-П. Планктон. Состав, экология, загрязнение [Текст] : пер. с фр. / Ж.-П. Эрхард, Ж. Сежен. — Л. : Гидрометеиздат, 1984. — 256 с.

## **ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ**

### **1. СОСТАВЛЕНИЕ ПЛАНА МЕСТНОСТИ**

**Цель:** научиться составлять план местности.

**Задачи:**

— ознакомиться с правилами составления плана местности, отличиями плана от карты;

— составить план местности.

**Оборудование:** планшет (компас, прямоугольный кусок фанеры), линейка, карандаш и ластик, лист чертежной бумаги.

**Новые понятия:** глазомерная съемка, визирование, план местности, масштаб, условные знаки, стороны горизонта.

**Учебные дисциплины:** география.

**Классы:** 6—11.

### **Комментарии**

Прежде чем оценить экологическое состояние участка парка, сквера, поймы реки, необходимо составить его план. *Планом местности* называется чертеж, который изображает небольшую часть земной поверхности сверху в уменьшенном виде. На нем условными знаками показано, чем занята местность, какие на ней размещены объекты. По плану местности можно определить взаимное расположение этих объектов, расстояние между ними, рельеф данного места и др. Значение плана местности огромно. Он верный помощник человека при изучении природы, ведении хозяйства, для туризма и при обороне страны. В сельском хозяйстве план местности необходим для размещения сельскохозяйственных объектов, определения размеров пашен, сенокосов, пастбищ. По планам устанавливают место строительства хозяйственных объектов, зданий, прокладки дорог, путей сообщений, линий электропередач. Все эти объекты сначала намечают на плане местности. Такие планы имеют все аварийные службы. Они позволяют быстро приблизиться к месту аварии.

План местности, так же как и географическая карта, — это уменьшенное изображение земной поверхности на плоскости. Однако план отличается от карты.

На плане изображают небольшие участки местности, поэтому их вычерчивают в крупных масштабах, например, в 1 см — 5 км. На картах же показаны значительные участки местности — материк, государство, мир в целом, вычерчивают их в более мелких масштабах: в 1 см — 1 км, или в 1 см — 100 км, в 1 см — 250 км.

При построении планов кривизну шарообразной поверхности Земли не учитывают и считают, что участки поверхности являются плоскостью. При построении же карт кривизна земной поверхности всегда учитывается. На картах есть градусная сеть, а на плане ее нет. На планах направлением на север считается направление вверх, на юг — вниз, на восток — вправо, на запад — влево. На карте направление север—юг определяют по меридианам, а запад—восток — по параллелям. Если отсутствует карта, при работе в поле вычерчивается схема профиля в виде линии, отражающей рельеф местности с обозначением стрелкой направления сторон света. Для оформления крупномасштабных профилей на схеме наиболее приемлем масштаб 1:1000 или 1:5000 (в 1 см—10 или 50 м). Измерение производится шагами. Глазомерная съемка позволяет получить план маршрута или участка

в принятых условных знаках. Направления на предметы при съемке прочерчивают по линейке, а расстояния до них измеряются шагами и откладываются по соответствующим направлениям в заданном масштабе.

При проведении исследования водных объектов пользуются следующими типами масштабов:

— Микроуровень исследований — масштабный ряд 1:500 — 1:5 000. В нем выполняется подробное изучение небольших участков рек, составляются русловые планы, планы деформаций русел, планы оценки воздействия деформаций русел на магистральные трубопроводы и гидротехнические сооружения и др.

— Мезоуровень — масштабный ряд 1:10 000 — 1:100 000, на котором изучаются значительные по протяженности участки рек. Это русловые карты, карты русловых деформаций, фактологические карты русловых процессов, карты динамики затопления поймы рек, навигационные карты (лоции), топографические карты внутренних водоемов (рек) и др.

— Макроуровень — масштаб 1:100 000 и мельче. Это обзорно-аналитический уровень изучения русел и пойм рек, связанный с созданием региональных атласов, типологических карт русловых процессов на крупные регионы и страны, и др.

### ***Ход работы***

1. *Изготовление планшета.* Возьмите прямоугольный кусок фанеры или картона 30 x 40 см; в верхнем углу прикрепите компас так, чтобы линия С — Ю была параллельна большей стороне. На планшет за уголки наклейте лист плотной чертежной бумаги.

2. *Измерение ширины шага.* Отмерьте расстояние, равное 50 м и подсчитайте количество шагов, соответствующее этому расстоянию. Поделите 50 м на количество шагов. Полученная величина соответствует длине вашего шага в метрах и соответствует делению линейного масштаба. В нижней части планшета начертите линейный масштаб в шагах.

3. В исходной точке сориентируйте планшет так, чтобы стрелка компаса С — Ю была параллельна большей стороне планшета, нанесите исходную точку.

4. Завизируйте на первый поворот своего пути, прочертите это направление на плане.

5. Завизируйте и прочертите направления на наблюдаемые предметы местности (дерево, куст, столбы ЛЭП и т.д.).

6. Идите к намеченным объектам, считая шаги.

7. Отложите пройденные расстояния по масштабу шагов, при помощи условных знаков обозначьте предметы местности.

8. В точке поворота сориентируйте планшет, завизируйте и прочертите направление на следующий поворот пути.

9. Все остальные действия выполняйте в том же порядке, как в исходной точке.

10. Оформите план маршрутной съемки:

— тщательно вычертите условные знаки;

— укажите линию меридиана С — Ю; а также район съемки, ее масштаб;

— проставьте дату и подписи исполнителей;

— для большей наглядности план раскрасьте цветными карандашами: водные пространства — голубым, леса, кустарники — зеленым, памятники, здания — красным.

### ***Контрольные вопросы***

1. Что такое план местности?

2. В каком масштабе удобно использовать глазомерную съемку?

3. С какими масштабами вы знакомы?

4. Какой масштаб применяется при составлении плана местности?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

— расширяют знания о правилах составления плана местности;

— осваивают приемы составления плана;

— развивают коммуникативные компетенции.

### ***Применение***

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, на уроках географии 6-ого класса в теме «Составление плана местности», при начале полевых работ в любой параллели, внеурочной деятельности, результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Горощенко, В.П. Основы природоведения [Текст] : учеб. пособие для уч-ся пед. училищ / В.П. Горощенко [и др.]. — М. : «Просвещение», 1976. — 239 с.

2. Палкина, Т.А. Эколого-геоботанические методы полевой практики [Текст] // Современная экология — наука XXI века : материалы междунар. науч.-практ. конф. (17—18 октября 2008 г.) / отв. ред. Е.С. Иванов. — Рязань : РГУ, 2009. — Т. 2. — 108 с.

3. Романов, С.А. Основные направления экологических исследований и использование их результатов в преподавании школьного курса географии [Текст] // Современная экология — наука XXI века : материалы междунар. науч.-практ. конф. (17—18 октября 2008 г.) / отв. ред. Е.С. Иванов. — Рязань : РГУ, 2009. — Т. 2. — 108 с.

4. Шалеева, Г.П. Окружающий мир [Текст]. — М. : АСТ : СЛОВО, 2010. — 128 с. (Современная энциклопедия начальной школы).

5. Ягодин, Г.А. Преподавание курса «Экология Москвы и устойчивое развитие» в 2008/09 учебном году [Текст] / Г.А. Ягодин [и др.]. — М. : МИОО, 2008. — 176 с.

6. URL : <http://geography.kz/slovar/plan-mestnosti/>

## 2. ВИЗУАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВОДОЕМА

**Цель:** научиться определять основные параметры водоема.

**Задачи:**

— сформулировать представление о характеристиках водоемов;  
— научиться определять ширину и глубину водоема и составлять план местности.

**Оборудование:** рейка 150 см, сантиметровая лента.

**Учебные дисциплины:** геометрия, экология, география, черчение.

**Классы:** 6, 8, 10.

### **Комментарии**

Тип водоема определяет сочетание факторов среды, действующих на сообщество организмов, населяющих этот водоем. Основных типов водоемов не очень много, их классификация строится на том, что они бывают пресными либо солеными, большими и маленькими, текучими и стоячими.

В целом стоячие водоемы возникают во всех достаточно крупных впадинах суши; текучие — в долинах, ими же и промытых. Бессточные стоячие водоемы при долгом существовании, как правило, становятся солеными (таков Мировой океан, и ряд крупных озер, особенно в засушливых областях); проточные — почти всегда остаются пресными.

**Реки** — водные потоки, протекающие в естественном русле и питающиеся за счет поверхностного и подземного стоков речного бассейна. Главная особенность — наличие течения, которое выносит и переотлагает частицы ила, детрита и песка, формирует донные субстраты и пере-

мешивает воду. Как правило, в реках относительно небольшая глубина, достаточно света и кислорода. Течение постоянно смывает с берегов почву, детрит, опад и растворенные в воде соли. Загрязнения воды в реке собираются со всего водосбора (поэтому по состоянию реки можно судить о загрязнителях целого района), но не накапливаются, а постоянно проносятся дальше (в отличие от озер и прудов).

**Ручьи и истоки рек.** Ручьи — водотоки малых размеров, не вполне четко отделенные от рек и часто представляющие их истоки. У ручьев, как правило, недоразвитые долины в виде оврагов или балок (обычно нет зоны аккумуляции, а только вымывания, нет стариц). Малый размер обуславливает резкие сезонные и погодные колебания уровня воды, силы течения и самой проточности. Уклон русла часто довольно большой (поскольку долина не выработана), но скорость течения все равно мала (при малой глубине — велико сопротивление дна), и жесткие субстраты могут не обнажаться. Иногда (по осени) русла ручьев целиком заполняет лиственный опад; зато макрофиты чаще всего отсутствуют. Освещенность определяется не глубиной, а наличием деревьев по берегам и вообще очень многое зависит от окружающей местности (питание, принос органики, характер долины и т.д.). Из всех водоемов ручей в наибольшей степени связан с наземной экосистемой.

По питанию ручьи можно разделить на несколько групп:

— ручьи с преобладающим грунтовым питанием уже прорыли свою долину до водоносного горизонта, и вода в них поступает более или менее постоянно. Такие ручьи (имеющие родники) обычно не замерзают зимой и не пересыхают летом.

— ручьи с болотным питанием вытекают из понижений местности, где застаивается дождевая вода. Питание их не столь постоянно, течение обычно слабое.

— ручьи с дождевым питанием не имеют явного истока, но служат коллектором всех вод, стекающих по поверхности земли. Они при нашем климате эфемерны — существуют несколько часов или дней после сильного дождя, затем пересыхают.

**Ключи и родники** — водоемы, связанные с выходом на поверхность грунтовых вод из-под земли. Чаще всего встречаются на склонах гор и в долинах рек. Мелкие родники — истоки многих ручьев. Условия жизни в родниках весьма постоянны — вода не пересыхает, довольно холодная (но не замерзает), жесткая (поскольку из земли) и бедна органикой.

**Озера** — естественные водоемы с замедленным водообменом, на дно которых почти не проникает свет. Питание чаще всего смешанное: грунтовое (из подземных родников) и поверхностное (с впадающими ру-



чьями и реками). Обычно чем больше по площади озеро, тем большую роль играет поверхностное питание и меньшую — грунтовое. Все мягкие грунты в крупных озерах смываются на большую глубину и образуют илистую подушку на дне, нарастающую со временем. Все озера постепенно заполняются грунтом и органикой; малые озера живут сотни и тысячи лет, крупные — иногда и миллионы лет.

**Водохранилища** — крупные искусственные стоячие водоемы, создаваемые с помощью запруд (плотин) на реках. С самого начала при создании плотины водой заливаются участки плодородной суши — леса, поля и луга вдоль бывшей реки. Все это вымирает и начинает резко гнить. Вода сначала несколько лет тухнет от бактерий, потом их съедают, развиваются водоросли. Но берега при этом могут оставаться голыми и прибойными еще десятки лет, пока их не освоит водная флора, а с ней — фауна. Быстрее всего зарастают тихие заливы.

**Пруды и малые озера** — стоячие водоемы небольших размеров, причем искусственные (пруды) в нашем регионе гораздо более распространены, чем естественные. От озер они отличаются искусственностью создания, от озер и водохранилищ — тем, что их площадь меньше 1 км<sup>2</sup>; от водохранилищ — тем, что нет управляемых шлюзов на плотине. Пруды могут как питаться грунтовыми водами, так и не иметь к ним выхода. Пруды, предоставленные сами себе, подвержены быстрому зарастанию в силу малой глубины.

**Лужи** — стоячие водоемы малых размеров, в том числе пересыхающие и промерзающие до дна. Крайнее непостоянство условий не позволяет развиваться нормальной водной растительности, поэтому лужи слабо зарастают. Выхода к грунтовым водам не имеют, питание преимущественно дождевое и поверхностное. Как правило, лужи наполняются весной талыми водами, бурно живут в начале лета, к концу лета пересыхают; потом с осенними дождями наполняются, замерзают и зимуют под снегом, часто промерзая до дна.

**Болота** могут появиться двумя способами. Первый — зарастание стоячих водоемов любой глубины от озер до сырых лощин. Второй способ — естественное заболачивание переувлажненных территорий суши, так образовалось около 90 % болот России. Заболачивание земель обычно происходит, если до грунтовых вод меньше 1 м. Наиболее действенная классификация болот связана с их питанием и гидрохимией: болота делятся на низинные (с грунтовым питанием) и верховые (с дождевым питанием).

### ***Ход работы***

*Подготовка.* Перед непосредственным выполнением практических исследований необходимо собрать следующую информацию об изучаемом водоеме: название, географическое положение; физико-географические особенности района, в котором расположен водоем: рельеф, геологическое строение, климат, растительный покров. После проведения этой работы переходят к изучению основных параметров, характеризующих конкретный водоем.

### *1. Определение ширины водоема*

*Первый способ.* Ширину небольших водоемов измеряют с помощью шнура, натянутого с одного берега на другой.

*Второй способ.* В основу первого способа положен принцип построения двух равных прямоугольных треугольников. Для этого на противоположном берегу водоема выберите хорошо заметный объект и встаньте против него. Повернувшись на 90 градусов, пройдите определенное количество шагов (например 50) вдоль берега. На этом месте установите рейку не менее 150 см. Не меняя направление, от рейки отмерьте такое же количество шагов и, повернувшись на 90 градусов, то есть спиной к водоему, отойдите от берега, пока не достигните точки, из которой отмеченный объект на противоположной стороне и рейка будут видны на одной прямой. Расстояние от берега до этой точки будет равно ширине водоема. Это расстояние измерьте рулеткой.

*Третий способ.* В основу этого способа положено построение двух подобных треугольников. Травинку или палочку длиной 10—12 см возьмите за середину и держите в вытянутой руке. На противоположном берегу выберите два объекта таким образом, чтобы травинка как бы касалась концом этих объектов (смотреть одним глазом). То место, где вы находитесь в данный момент, будет исходной точкой. Сложите травинку пополам, возьмите за середину и, удерживая ее на вытянутой руке, отходите от берега до тех пор, пока промежуток между выбранными предметами не закроется сложенной травинкой. Эта точка будет конечной. Расстояние между исходной и конечной точкой будет соответствовать ширине.

### *2. Определение глубины водоема*

При наличии слабого течения для измерения глубины используйте шнур с тяжелым грузом. На шнур нанесите разметку в сантиметрах. Груз, подвешенный на шнуре, через равные промежутки опустите на дно и зафиксируйте отметку на шнуре, на уровне которой находится вода. При наличии сильного течения глубину реки измерьте шестом, который имеет разметку в сантиметрах. Из-

мерение глубины реки принято осуществлять от левого берега к правому.

### *3. Определение количества воды в водоеме*

Расчет этого показателя проводят посредством умножения длины, ширины и средней глубины исследуемого водоема. Количество воды выразите в м<sup>3</sup>.

### *4. Полученные данные отразите на плане местности.*

## ***Контрольные вопросы***

1. Сравните ширину водоемов, полученную разными способами. В чем причина несовпадения результатов?

2. Какой из водоемов имеет наибольшую глубину и с чем это связано?

3. Какую информацию вы нашли в дополнительной литературе?

4. Какие показатели необходимо включить в исследование реки?

5. Перечислите основные особенности рек, озер, водохранилищ.

6. В чем отличие низинных болот от верховых?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

— расширяют знания о типах водоемов, показателях характеристики водоема;

— формируют навыки определения глубины и ширины водоема и закрепляют навыки составления плана местности;

— развивают творческие, коммуникативные, аналитические, исследовательские компетенции.

## ***Применение***

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, на уроках географии 6 класса «Составление плана местности», 8 класса «Гидросфера», уроках экологии 10 класса «Биогеоценоз», во внеурочной деятельности, результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

## ***Список рекомендуемой литературы***

1. Дружинин, С.В. Исследование воды и водоемов в условиях школы [Текст]. — М. : Чистые пруды, 2008. — 32с. (Библиотечка «Первого сентября», серия «Биология». Вып. 20)

2. Золотов, Г.В. Мониторинг антропогенной эвтрофикации пресноводных водоемов [Текст] : методические рекомендации к практическим занятиям по экологии / Г.В. Золотов, В.В. Панюков ; Рязоблкомприрода, РИРО. — Рязань, 1994. — 20 с.

3. Полонский, В.Ф. Гидролого-морфологические процессы в устьях рек и методы их расчета (прогноза) [Текст] / В.Ф. Полонский, Ю.В. Лупачев, Н.А. Скриптунов. — СПб. : Гидрометеоздат, 1992. — 384 с.

4. Романов, С.А. Основные направления экологических исследований и использование их результатов в преподавании школьного курса географии [Текст] // Современная экология — наука XXI века : материалы междунар. науч.-практ. конф. (17—18 октября 2008г.) / отв. ред. Е.С. Иванов. — Рязань : РГУ, 2009. — Т. 2. — 108 с.

5. Ягодин, Г.А. Преподавание курса «Экология Москвы и устойчивое развитие» в 2008/09 учебном году [Текст] / Г.А. Ягодин [и др.]. — М. : МИОО, 2008. — 176 с.

### 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ПРОФИЛЯ РЕКИ

**Цель:** научиться определять горизонтальный профиль реки.

**Задачи:**

— ознакомиться с новыми понятиями — «профиль реки», «створ», «устье», «пункт наблюдения»;

— повторить правила измерения глубины реки.

**Оборудование:** сантиметровая лента, лот.

**Новые понятия:** профиль реки, створ, устье, пункт наблюдения.

**Учебные дисциплины:** экология, география.

**Классы:** 6, 10.

#### **Комментарии**

Под *пунктом наблюдений* следует понимать место на водоеме или водотоке, в котором производят комплекс работ для получения данных о составе и свойствах воды. В пунктах наблюдений организуют один или несколько створов. Под *створом* понимают условное поперечное сечение водоема или водотока, в котором производится комплекс работ для получения данных о качестве воды. Местоположение створов устанавливают с учетом гидрометеорологических и морфологических особенностей водного объекта, расположения источников загрязнения, количества, состава и свойств сбрасываемых сточных вод, интересов водопользователей и водопотребителей. Промерные работы на реках производятся с целью выяснения рельефа неровностей дна. По результатам промера глубин и нивелирования берегов могут быть определены для любого положения уровня воды

ширина и глубина реки, площади живых сечений, а при наличии повторных измерений может быть установлена величина размывов и намывов, происходящих с течением времени в руслах многих рек. Все это отражается на профиле реки.

*Профиль реки* — изображение вертикального разреза русла от истока до устья (*устье* — место впадения реки в водохранилище, озеро, море или другую реку). По горизонтальной оси откладываются расстояния от истока по реке, по вертикальной оси (всегда в более крупном масштабе) — высоты уровня воды. Построение профиля рельефа — одна из форм так называемой *вертикальной съемки местности*, которая в отличие от горизонтальной съемки (построение плана местности) позволяет наглядно показать рельеф изучаемого участка.

Масштаб продольного профиля зависит от его назначения, длины реки, уклонов (обычно принимают горизонтальный масштаб 1:25000—1:100000, вертикальный — 1:100).

На продольном профиле отмечают высоты характерных уровней реки, дна, берегов; поверхностные скорости; падение на 1 км уровней воды, высоты нулей водомерных постов и реперов; береговую речную обстановку; населенные пункты.

Для получения сведений о возможных затоплениях при образовании водохранилищ наносят высоты самых низких точек населенных пунктов и сооружений.

### ***Ход работы***

1. При небольшой ширине реки измерение глубины можно произвести с лодки, либо с места. Глубину замерьте лотом (веревка, размеченная на сантиметры, на конце которой прикреплен груз).

2. Для составления профиля дна реки выберите произвольный участок. На этом участке реки от одного берега к другому натяните размеченную через 1 м веревку и начинайте проводить измерения, опуская в каждой точке лот.

3. На реках шириной до 10 м промеры проводятся через 50 см, на более широких реках (до 50 м) — через 1—2 м. Результаты измерений запишите в таблицу 1.

Таблица 1

Результаты измерений

Номер промера	Расстояние между промерами (м)	Глубина (м)	Примечание
Уровень левого берега		0,00	
1	0,5		

2	0,5		
3	0,5		
4	0,5		
5	0,5		
Уровень правого берега		0,00	

4. На основании проведенных измерений определите ширину реки, максимальную глубину, а также постройте поперечный профиль реки в выбранном масштабе.

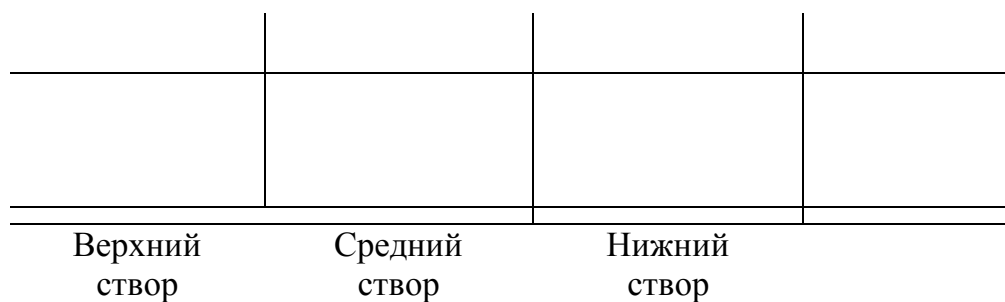


Рис. 1. Поперечный профиль реки

### ***Контрольные вопросы***

1. Что такое профиль реки?
2. Измерение каких показателей необходимо для составления профиля реки?
3. Дайте определение понятием «створ», «устье».

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания о показателях характеристики водоема;
- закрепляют навыки оценки глубины водоема и составления профиля реки;
- развивают коммуникативные и исследовательские компетенции.

### ***Применение***

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, на уроках географии в 6-ом классе в теме «Характеристика водоема», на уроках экологии в 10-ом классе «Биогеоценоз», во внеурочной деятельности, результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Антимов, Н.А. Школьные походы по изучению, рек, озер и болот родного края [Текст]. — М. : государственное учебно-

педагогическое издательство министерства просвещения РСФСР, 1963. — 123 с.

2. Горощенко, В.П. Основы природоведения [Текст] : учеб. пособие для учащ. пед. училищ / В.П. Горощенко [и др.]. — М. : «Просвещение», 1976. — 239 с.

3. Гусева, Т.В. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды [Текст] : справ. материалы / Т.В. Гусева [и др.]. — М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2005. — 176 с.

4. Спенглер, О.А. Слово о воде [Текст]. — Л. : Гидрометеиздат, 1980. — 152 с.

5. Ягодин, Г.А. Преподавание курса «Экология Москвы и устойчивое развитие» в 2008/09 учебном году [Текст] / Г.А. Ягодин [и др.]. — М. : МИОО, 2008. — 176 с.

6. URL : <http://makkaveev-lab.narod.ru/Makkaveev55G5.pdf>

#### 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ ТЕЧЕНИЯ ВОДЫ

**Цель:** научиться определять скорость течения воды.

**Задачи:**

— познакомиться с характеристиками рек;

— освоить 3 метода оценки скорости течения воды;

— провести измерения скорости течения воды.

**Оборудование:** L-образная трубка высотой 50 см, секундомер, поплавки (12 шт.), рулетка, вешки высотой 150 см (8 шт.).

**Новые понятия:** потамология.

**Учебные дисциплины:** физика, география.

**Классы:** 7, 8, 10.

#### **Комментарии**

**Потамология** (от греч. potamos — река, logos — учение) — наука о реках, один из крупнейших разделов гидрологии. Предмет изучения — гидрологические процессы рек, строение речных сетей; русловые процессы, режим рек; испарение и инфильтрация воды в речном бассейне; водный, термический, ледовый режим рек; режим наносов; источники и виды питания рек, различные химические и физические процессы в реках.

Определение скорости течения производится или при помощи простых поплавков, например бутылок, или при помощи более точных приборов, называемых вертушками. Наблюдения показывают, что скорость течения в реке обычно уменьшается от верховьев вниз

по течению. Причина этого заключается в том, что вода при своем движении испытывает трение как внешнее о дно берега и о воздух, так и внутреннее, вследствие неодинаковой скорости и различного направления движения частиц воды. В конце концов препятствия, испытываемые водой при ее движении, настолько велики, что поглощают все ускорение, приобретаемое водой при падении от истоков к устью. Вследствие трения наибольшая скорость находится в середине, но не на поверхности, а на некоторой небольшой глубине, так как на поверхности вода испытывает трение о воздух.

Если ветра нет и шероховатость дна обычна, то наибольшая скорость будет находиться от поверхности на расстоянии приблизительно  $1/5$  глубины. Увеличение шероховатости дна повлечет за собой уменьшение придонной скорости и соответствующее приближение точки с наибольшей скоростью к поверхности.

Встречный ветер, усиливая трение, уменьшает поверхностную скорость и удаляет наибольшую скорость от поверхности. В случае, если поверхностная скорость равна при этом придонной, наибольшая скорость окажется по середине вертикали. Зимой подо льдом, с сильно шероховатой нижней поверхностью, наибольшая скорость перемещается ближе ко дну.

Ветер, дующий по направлению течения, будет не тормозить поверхностные слои воды, а подгонять их, поэтому наибольшая скорость по вертикали поднимется на поверхность.

Таким образом, скорость течения определяется: уклоном поверхности реки; формой русла; шероховатостью русла. При этом нужно иметь в виду, что скорость определяется уклоном поверхности воды в реке, а не уклоном русла. Если поверхность воды горизонтальна (например перед плотиной), то течения не будет.

### ***Ход работы***

1. *Вариант 1.* Самым простым методом определения скорости течения воды служит измерение времени, необходимого какому-нибудь плавающему предмету, для того чтобы пройти определенное расстояние. Чтобы исключить влияние ветра, лучше использовать предмет, который большей своей частью погружен в воду.

2. *Вариант 2.* Поместите в поток воды L-образную трубку высотой 50 см, длиной 10 см и диаметром 2 см таким образом, чтобы ее короткий конец был обращен навстречу течению. Измерьте высоту, на которую поднялась вода в длинном конце трубки и определите скорость течения, используя следующую формулу:



$$V = \sqrt{2hg},$$

где  $v$  — скорость течения воды, см/с;

$g$  — ускорение силы тяжести ( $981 \text{ см/с}^2$ );

$h$  — высота столба воды, см.

3. Вариант 3. Определите скорость течения реки с помощью поверхностных поплавков, которые представляют собой деревянные диски диаметром 10—12 см и толщиной 4—6 см.

— Перпендикулярно оси реки вешками (высота не менее 150 см) отметьте 4 створа вниз по течению. Каждый створ представляет собой 4 вешки, расположенные на одной прямой: 2 вешки на своем берегу и 2 вешки — на противоположном. Первый створ называется пусковым, второй — верхним, третий — главным, четвертый — нижним.

— Через главный створ обязательно натяните промерную веревку (с одного берега на другой) со свешивающимися над водой, хорошо заметными метками, которые указывают определенное расстояние от уреза воды. Расстояние между створами должно быть примерно равно ширине реки.

— Поплавок бросьте в реку перед пусковым створом. Расстояние между пусковым и верхним створами служат для того, чтобы поплавок принял скорость течения реки.

— С помощью секундомера отметьте время прохождения поплавка от верхнего до главного створа и от главного до нижнего. Следующий поплавок пустите только тогда, когда предыдущий пройдет нижний створ. В процессе пуска поплавки равномерно распределите по ширине русла реки в следующем порядке: у левого берега, между левым берегом и серединой, на середине реки, между серединой и правым берегом, у правого берега реки.

— Для вычисления скорости реки в конкретном месте расстояние между верхним и нижним створами поделите на продолжительность хода поплавка.

— Средняя скорость реки равна среднему арифметическому скоростей движения всех поплавков.

4. Сравните полученные результаты.

### ***Контрольные вопросы***

1. От чего зависит скорость течения реки?
2. С какими характеристиками воды связана скорость течения?
3. Какие характеристики применяются для описания рек?
4. Что такое устье реки?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания о свойствах воды и показателях характеристики водоема (скорость течения);
- осваивают методы оценки скорости течения;
- развивают творческие, коммуникативные, исследовательские компетенции;
- формируют навыки измерения скорости рек.

### ***Применение***

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, на уроках физики 7, 10 классов в теме «Скорость», географии 8 класса «Водные ресурсы», во внеурочной деятельности, результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Антимов, Н.А. Школьные походы по изучению, рек, озер и болот родного края [Текст]. — М. : государственное учебно-педагогическое издательство министерства просвещения РСФСР, 1963. — 123 с.
2. Аполлов, Б.А. Учение о реках [Текст]. — М. : Изд-во Моск. ун-та. — 1963. — 423 с.
3. Важнов, А.Н. Гидрология рек [Текст]. — М. : Изд-во Моск. ун-та. — 1976. — 339 с.
4. Грин, И. Биология [Текст]: в 3 т. — Т. 2. / И. Грин, У. Стаут, Д. Тейлор ; под.ред. Р. Сопера. — М. : Мир, 1993. — 325 с.
5. Романов, С.А. Основные направления экологических исследований и использование их результатов в преподавании школьного курса географии [Текст] // Современная экология — наука XXI века : материалы междунар. науч.-практ. конф. (17—18 октября 2008 г.) / отв. ред. Е.С. Иванов. — Рязань : РГУ, 2009. — Т. 2. — 108 с.
6. Ягодин, Г.А. Преподавание курса «Экология Москвы и устойчивое развитие» в 2008/09 учебном году [Текст] / Г.А. Ягодин [и др.]. — М. : МИОО, 2008. — 176 с.
7. URL : <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/429821>
8. URL : <http://www.detskiysad.ru/raznlit/zemlevedenie085.html>

## **5. НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ИЗМЕНЕНИЕМ УРОВНЯ ВОДЫ В РЕКЕ**

**Цель:** провести наблюдения за изменением уровня воды в реке.

**Задачи:**

- выяснить причины изменения уровня воды в реке;
- закрепить приемы измерения глубины водоема;
- ознакомиться с новыми понятиями.

**Оборудование:** рейка.

**Новые понятия:** водомерный пост.

**Учебные дисциплины:** география, химия.

**Класс:** 8.

### **Комментарии**

*Водомерный пост* предназначен для мониторинга уровня воды в водохранилищах, водяных накопительных резервуарах, озерах, реках, каналах, инженерно-геологических скважинах.

Уровень воды уменьшается при интенсивном испарении, которое в свою очередь зависит от температуры воздуха и воды. Сильно влияют на уровень воды ливневые или продолжительные осадки, выпавшие в бассейне водоема. Большое влияние на уровень воды

в реке оказывает ветер. Если ветер направлен против течения, вода задерживается и может вызывать некоторый подъем уровня. Если направление ветра совпадает с течением, наоборот, уровень понижается.

Высоту уровня воды в реки измеряют с помощью водомерной рейки, на которую нанесена шкала, разделенная на сантиметры, дециметры и метры.

Высоту уровня воды в реке измеряют два раза в сутки, утром и вечером. Если уровень воды меняется очень быстро, например во время паводков, отсчеты делают через каждые 2—4 часа или ежечасно.

Материалы наблюдений уровня воды в реке широко используются в водном транспорте, в гидротехническом строительстве, например, при постройке мостов, набережных, дамб.

### **Ход работы**

1. Необходимо организовать водомерный пост. Для этого установите на реке сваю, к ней прикрепите рейку, размеченную на сантиметры, так чтобы 0 см соответствовал дну реки.

2. Наблюдения за уровнем ведите два раза в сутки, например в 7.00 и 19.00, и записывайте результаты.

3. Проанализируйте полученные данные, выясните причины изменения уровня воды.

### ***Контрольные вопросы***

1. От чего зависит изменение уровня воды в реке?
2. Что такое водомерный пост?
3. Какие показатели необходимо еще измерять для получения более полной характеристики водоема?
4. Почему измерения необходимо проводить хотя бы два раза в сутки?
5. Где находят применение данные об уровне воды в реке?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания в гидрологии;
- формируют навыки оценки глубины водоема;
- развивают творческие, исследовательские, коммуникативные, аналитические компетенции.

### ***Применение***

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, на уроках географии 8 класса в теме «Водные ресурсы», на уроках химии 8 класса при изучении темы «Вода», во внеурочной деятельности, результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Грин, И. Биология [Текст] : в 3 т. — Т. 2. / И. Грин, У. Стаут, Д. Тейлор ; под. ред. Р. Сопера. — М. : Мир, 1993. — 325 с.
2. Романов, С.А. Основные направления экологических исследований и использование их результатов в преподавании школьного курса географии [Текст] // Современная экология — наука XXI века : материалы междунар. науч.-практ. конф. (17—18 октября 2008 г.) / отв. ред. Е.С. Иванов. — Рязань : РГУ, 2009. — Т. 2. — 108 с.
3. Ягодин, Г.А. Преподавание курса «Экология Москвы и устойчивое развитие» в 2008/09 учебном году [Текст] / Г.А. Ягодин [и др.]. — М. : МИОО, 2008. — 176 с.

## **6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСХОДА ВОДЫ В РЕКЕ**

**Цель:** научиться определять расход воды в реке в полевых условиях.

**Задачи:**

— ознакомиться с показателем характеристики водоема — «расход воды в реке»;

— продолжить знакомство с характеристиками рек;

— научиться измерять расход воды в реке.

**Оборудование:** секундомер, шнур или шест для измерения глубины реки, поплавки (12 шт.), рулетка, вешки высотой 150 см (8 шт).

**Новые понятия:** расход воды, поперечное сечение реки, сток.

**Учебные дисциплины:** физика, география.

**Классы:** 7, 8.

### **Комментарии**

**Расход воды** (в водотоке) — количество воды, протекающей через поперечное сечение водотока. Измеряется в расходных единицах ( $\text{м}^3/\text{с}$ ). В общем случае методология измерения расхода воды в реках и трубопроводах основана на упрощенной форме:

$$Q = A\bar{v},$$

где  $Q$  — расход воды ( $\text{м}^3/\text{с}$ );

$A$  — площадь поперечного сечения водотока (трубы или части русла реки, заполненного водой) ( $\text{м}^2$ );

$\bar{v}$  — средняя скорость потока ( $\text{м}/\text{с}$ )

Расход воды за продолжительное время называется *стоком*. Обычно различают сток годовой, месячный, суточный. Зная массу воды, протекающей рекой в разные времена года, мы можем составить представление о ее режиме. Для наглядности можно выразить изменение расхода воды графически, обозначая количество воды, протекающее в данное время, прямоугольниками, пропорциональными соответствующим массам воды. Так как определение расхода сопряжено с большими трудностями и произведено для небольшого числа рек, то часто ограничиваются лишь наблюдениями по водомерной рейке над колебанием уровня реки и на основании этих колебаний судят об изменении расхода, получая эмпирические формулы зависимости расхода от высоты уровня. Эти формулы теряют смысл, если русло неустойчиво (размывается или заносится).

Выпавшие на поверхности осадки, как известно, стекают, растворяются и просачиваются. Просочившаяся вода рано или поздно испарится или присоединится к стоку, поэтому в среднем за большой промежуток времени можно считать, что выпавшая вода частью испаряется, а частью стекает. Если коэффициент стока равен 30 %, то

это значит, что из общего количества выпавших осадков 30 % стекли, а остальные 70 % испарились.

Величина коэффициента стока определяется общей географической обстановкой — климатом, рельефом, растительностью. Так, для рек северной Европы — Невы, Северной Двины, Печоры — коэффициент стока больше 60 %, для Дона около 15 %, для Нила — около 4 %, для Амазонки — около 30 %. Громадное испарение в бассейне Нила и слабое на севере Европы и дает такой резкий контраст.

В разные годы для одной и той же реки коэффициент стока меняется в зависимости от количества осадков. Во влажные годы коэффициент стока больше, а в засушливые — меньше. В бессточных областях коэффициент стока равен нулю.

Среди причин, обуславливающих коэффициент стока, на первое место надо поставить климат данной местности. Температура влияет на форму выпадающих осадков и на ход испарения. Высокая температура и малая влажность уменьшают поверхностный сток и прекращают действие неглубоких источников. Во время зимнего покоя прекращается испарение растительности, промерзшая почва мешает проникновению воды в глубину. В местностях с продолжительными холодными зимами выпавший на зиму снег остается лежать до весны. Весной же коэффициент стока сильно повышается талыми водами.

Рельеф тоже оказывает влияние на величину коэффициента стока: значительной величины склон облегчает сток даже на проницаемых породах. Горные потоки после дождя несут громадное количество вод, а в бездождевое время почти пересыхают, но не вследствие недостатка осадков, а потому, что воды их слишком быстро стекают. Проницаемые породы обуславливают более равномерный сток, непроницаемые — режим потоков.

В горных местностях лес благотворно действует на режим рек, замедляя сток воды и предохраняя горные склоны от размыва. Вообще лес имеет регулирующее влияние на речной сток, уменьшая размер половодья и сохраняя запасы влаги к началу лета.

*Живое (поперечное) сечение реки (потока)* — плоскость сечения потока, перпендикулярная направлению течения.

### ***Ход работы***

1. *Приблизительный расход* воды в реке можно определить посредством умножения ширины реки на максимальную глубину и на скорость течения реки с последующим делением полученного результата на 2.

2. Для получения более точных результатов:

а) рассчитайте площадь сечений реки, исходя из промеров глубин, береговые участки принимаются за треугольники, а остальные имеют вид трапеции. Используя соответствующие формулы, найдите площадь каждого участка.

б) Сумма всех этих площадей равна площади сечения реки.

в) Величину расхода воды в реке за единицу времени получают в результате умножения площади сечения реки на среднюю скорость ( $\text{м}^3/\text{с}$ ).

### ***Контрольные вопросы***

1. Что такое расход воды?
2. Перечислите известные вам характеристики реки.
3. Что такое сечение реки?
4. Какая формула применяется для подсчета расхода воды?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания о показателях характеристики водоема (расход воды);
- формируют навыки оценки расхода воды;
- развивают творческие, коммуникативные и исследовательские компетенции.

### **Применение**

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, на уроках физики 7 класса в теме «Скорость», на уроках географии 8 класса в теме «Водные ресурсы», во внеурочной деятельности, результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Романов, С.А. Основные направления экологических исследований и использование их результатов в преподавании школьного курса географии [Текст] // Современная экология — наука XXI века : материалы междунар. науч.-практ. конф. (17—18 октября 2008 г.) / отв. ред. Е.С. Иванов. — Рязань : РГУ, 2009. — Т. 2. — 108 с.

2. Рямова, А.М. Проведение школьных экологических исследований [Текст] : метод. реком. / А.М. Рямова, Г.В. Золотов, В.В. Панюков ; Ряз. обл. ин-т развития образования. — Рязань, 1997. — 33 с.

3. Спенглер, О.А. Слово о воде [Текст]. — Л. : Гидрометеиздат, 1980. — 152 с.

4. Ягодин, Г.А. Преподавание курса «Экология Москвы и устойчивое развитие» в 2008/09 учебном году [Текст] / Г.А. Ягодин [и др.]. — М. : МИОО, 2008. — 176 с.

## **2.2. Физико-химические методы оценки состояния водоемов**

Оценить качество питьевой воды необходимо везде — дома, в школе, на даче, в походе, в путешествиях. Это помогает предотвратить многие неприятности в жизни, связанные с желудочно-кишечными заболеваниями и инфекционными болезнями.

Экологический критерий чистой воды предусматривает значительные колебания ее физических свойств и химического состава, которые обусловлены географическими и геохимическими особенностями территории водосбора.

Качество воды можно очень быстро определить по ее физическим свойствам. Пригодная для питья вода прозрачна, прохладна, без запаха и вкуса. В тонком слое бесцветна, а в толстом слое имеет голубоватую окраску, не содержит вредных примесей.

К числу чистых относятся и воды болот, несмотря на их высокую цветность, и воды соленых озер с их высокой степенью минерализации. Эти воды чистые, потому что их свойства сформировались в результате многовековых природных процессов, а не под влиянием деятельности человека.

### **2.2.1. Правила взятия проб воды для исследований**

Для взятия проб используют чистые бутылки, предварительно сполоснутые водой из исследуемого водоема. При этом пользуются специальным прибором (батометром) или бутылками с грузом, у которых пробка открывается веревкой на заданной глубине. Забор воды осуществляют на любой глубине, где предполагают проводить исследования. Бутыль, наполненную исследуемой водой, закрывают пробкой, нумеруют и прилагают к ней сопроводительный бланк, в котором указывают название водоема, его расположение, время взятия пробы, состояние погоды в этот момент. Для проведения бактериологического анализа пробы берут с глубины 15—20 см в объеме 250—500 мл. При взятии этих проб необходимо соблюдать особые правила:

- применять только стерильную посуду;
- горловину посуды закрывать ватой и обертывать бумагой;
- посуду вместе с грузом пастеризовать и завернуть в бумагу;
- при заборе воды ватную пробку вынимают, удерживая ее пальцами через бумагу, а перед закупориванием бутылки с водой ватную пробку обжигают.



В том случае, если анализ воды нельзя осуществить сразу на месте взятия проб, допускается их хранение и транспортировка при соблюдении следующих правил:

— хранить и транспортировать пробы можно не более 8 часов при температуре воды 1—5° С;

— при перевозке не опрокидывать пробы и не смачивать пробки;

— бактериологический анализ проводят не позднее двух часов с момента взятия пробы.

На этикетке фиксируют название водоема, место, число и время взятия проб, погодные условия.

### *Список рекомендуемой литературы*

1. ГОСТ 24481-80. Вода питьевая. Отбор проб. — Взамен ГОСТ 4979-49 в части отбора проб питьевой воды ; введ. 1982-01-01. — М. : Госкомстандарт, 1984. — 6 с. — (Гос. стандарт Союза ССР).

2. ГОСТ 4979-49. Вода хозяйственно-питьевого и промышленного водоснабжения. Методы химического анализа. Отбор, хранение и транспортирование проб. — Введ. 1949-10-01. — М. : Изд-во Всесоюз. ком. стандартов при Совете Министров Союза ССР, 1949. — 3 с.

3. Дружинин, С.В. Исследование воды и водоемов в условиях школы [Текст]. — М. : Чистые пруды, 2008. — 32 с.

4. Никаноров, А.М. Научные основы мониторинга качества вод [Текст]. — СПб. : Гидрометеиздат, 2005. — 576 с.

5. Петин, А.Н. Анализ и оценка качества поверхностных вод [Текст] : учеб. пособие / А.Н. Петин, М.Г. Лебедева, О.В. Крымская. — Белгород : Изд-во БелГУ, 2006. — 252 с.

## **7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ВОДЫ**

**Цель:** научиться визуально оценивать качество воды, взятой из различных источников.

**Задачи:**

— сформировать представление об органолептических характеристиках воды;

— научиться определять прозрачность воды, используя шриффт Снеллина и диск Секи;

— научиться определять характер вкуса воды и давать оценку его интенсивности по пятибалльной таблице;

— научиться определять цвет воды визуальным и количественным способом;

— научиться определять запах воды и его интенсивность.

**Оборудование:** стеклянные сосуды, предметное стекло, спиртовка, цилиндрический сосуд с прозрачным дном и тубусом для выпуска воды, шрифт Снеллина № 1, шнур, диск Секки, часовое стекло.

**Материалы:** пробы воды, дистиллированная вода.

**Новые понятия:** дистиллированная вода, шрифт Снеллина № 1, диск Секки.

**Учебные дисциплины:** химия, биология, экология.

**Класс:** 8.

### **Комментарии**

*Органолептические наблюдения* — это метод определения состояния водного объекта путем его непосредственного осмотра. При органолептических наблюдениях особое внимание обращают на явления, необычные для данного водоема или водотока и часто свидетельствующие о его загрязнении: гибель рыбы и других водных организмов, растений, выделение пузырьков газа из донных отложений, появление повышенной мутности, посторонних окрасок, запаха, цветения воды, нефтяной пленки и пр.

*Прозрачность воды* — показатель, характеризующий способность воды пропускать световые лучи. На прозрачность влияют взвешенные в воде различные вещества (в том числе и фитопланктон), температура и цвет воды. Как правило, прозрачность воды уменьшается после дождя и в период паводка. Чем больше цвет приближается к голубому, тем прозрачнее вода, в воде с желтоватым оттенком прозрачность снижается (это наблюдается в водоемах с гумусовыми водами). Прозрачность уменьшается и с увеличением температуры, поэтому зимой прозрачность выше, чем летом. Определение прозрачности воды — обязательный компонент программ наблюдений за состоянием водных объектов. Увеличение количества грубодисперсных примесей и мутности характерно для загрязненных и эвтрофных водоемов.

Воду в зависимости от степени прозрачности условно подразделяют на прозрачную, слабоопалесцирующую, опалесцирующую, слегка мутную, мутную, сильно мутную. Мерой прозрачности служит высота столба воды, при которой можно наблюдать опускаемую в водоем белую пластину определенных размеров (диск Секки) или различать на белой бумаге шрифт определенного размера и типа. Прозрачность воды выражается (в метрах или сантиметрах).

*Запах.* Вода пресных природных водоемов не имеет вкуса и запаха. Привкусы и запахи в воде могут появиться в результате развития некоторых водорослей, а также за счет разложения органического вещества. Источником запаха могут быть сточные воды. Воды с выраженным запахом является благоприятной средой для роста и развития специфических групп бактерий, но непригодны для большинства других микроорганизмов. Специфический запах болотной воды вызывается продуктами распада растительных остатков. Запах сероводорода говорит о наличии восстановительных процессов. Запах аммиака может характеризовать степень антропогенного загрязнения водоема.

### *Ход работы*

1. Возьмите пробы воды из водоемов.
2. Определите прозрачность воды.

*Вариант 1.* Изучение прозрачности воды с помощью шрифта Снеллина.

— Исследуемую воду взболтайте и налейте в цилиндрический сосуд с прозрачным дном, который имеет тубус для выпуска воды.

— Сосуд с водой поместите на печатный шрифт Снеллина № 1 и смотрите сверху вниз через столб воды.

— С помощью тубуса осторожно выпустите воду, пока не будет отчетливо различаться шрифт.

Определение прозрачности этим способом проведите быстро, пока не осели взвешенные частицы. Оценку прозрачности дайте в сантиметрах высоты водного столба.

*Вариант 2* (в полевых условиях). Определение прозрачности воды с помощью диска Секки.

Диск Секки представляет собой металлический диск диаметром 20 см, разделенный на 4 сектора, выкрашенные в черный и белый цвет.

Шрифт Снеллина № 1

1,0

Научная санитарная оценка питьевой воды  
и источников водоснабжения представляет собой  
одну из самых сложных проблем санитарной экспертизы

5 4 1 7 8 3 0 9

— Диск опустите в воду с теневой стороны от лодки с помощью веревки, привязанной к центру диска и размеченной в сантиметрах.

— Отметьте глубину, на которой нельзя уже более различить его контрастных секторов. Глубина, на которой нельзя различить контрастных секторов, является оценкой прозрачности и называется прозрачностью по диску Секки.

3. Определите цвет воды. Для качественной характеристики исследуемую воду налейте в бесцветный цилиндр в количестве не менее 40 мл. Опустите в цилиндр с водой белую пластинку или лист белой бумаги. Цвет воды может быть бурый, светло-коричневый, желтый, светло-желтый, зеленоватый, бесцветный.

4. Определите запах воды и его интенсивность. При определении запаха воды оцените его качественные характеристики и интенсивность.

— Исследуемую воду налейте в широкогорлую колбу в количестве 150—200 мл или до 2/3 объема колбы.

— Закройте колбу часовым стеклом, нагрейте воду до температуры 40—50 градусов.

— После этого снимите часовое стекло и с помощью обоняния определите характер запаха: хлорный, гнилостный, затхлый, навозный, рыбный, сероводородный, землистый (запах влажной почвы), болотный (запах торфа), аптечный (запах йодоформа). Естественный запах может быть болотным, глинистым, древесным, плесневым, травянистым, сероводородным.

— В случае попадания в воду инородных веществ она может пахнуть бензином, мазутом, хлором, навозом и т.д.

— Оценку интенсивности запаха проведите качественной оценкой по пятибалльной шкале (табл. 2).

Таблица 2

Оценка интенсивности запаха

Балл	Интенсивность	Описательное определение запаха
0	Отсутствует	Не ощущается
1	Очень слабый	Обычно не замечается, но обнаруживается привычным наблюдателем
2	Слабый	Обнаруживается, если обратить на него внимание исследователя
3	Заметный	Легко замечается и вызывает неодобрительные отзывы о воде
4	Отчетливый	Обращает на себя внимание и вызывает отказ от питья
5	Очень сильный	Делает воду совершенно не пригодной для питья

Питьевая вода не должна иметь запаха.

5. Определите вкус воды. Пробовать загрязненную природную воду (если она не родниковая) не рекомендуется. Если возникнут сомнения, то воду прокипятите в течение 5 минут, охладите до температуры 13—20 градусов и затем попробуйте на вкус.

Вкус воды определите при температуре 13—20 градусов. Наберите воду в рот маленькими порциями, подержите несколько секунд и определите вкус, не проглатывая ее. Характер вкуса определяется произвольно: соленая; горькая; кислая; с хлорным, металлическим или иным привкусом; безвкусная или с приятным для питья вкусом.

Оценка интенсивности вкуса дается по пятибалльной шкале (табл. 3).

Таблица 3

Оценка интенсивности вкуса

Привкус	Балл
Отсутствует	0
Очень слабый	1
Слабый	2
Заметный	3
Отчетливый	4
Очень сильный	5

Питьевая вода должна быть безвкусной или приятной на вкус.

6. Определите наличие осадка. Определите, образуется ли осадок после суточного отстаивания воды в трехлитровом сосуде. Если осадок образуется, он может быть хлопьевидным слизистым, хлопьевидным желтовато-коричневым, плотным белым (желтоватым), плотным бурым (коричневым), сероватым, в виде песка, глины или растительных остатков.

7. Определите наличие растворенных солей. Подготовьте два чистых и обезжиренных предметных стекла. На одно нанесите несколько капель исследуемой воды, на другое — дистиллированной. Выпарите воду со стекол и сравните их. Белый налет указывает на наличие солей: чем он больше, тем больше солей было растворено в воде.

8. Полученные результаты занесите в таблицу 4.

9. Сделайте вывод о качестве исследуемой пробы воды.

Таблица 4

Данные по исследованию пробы воды,  
взятой из городского водоема

Характеристика воды	Результаты исследования пробы
Прозрачность	

Цвет	
Запах и его интенсивность	
Вкус	
Осадок	
Наличие солей	

### ***Контрольные вопросы***

1. Что такое органолептические показатели качества воды?
2. Какие показатели говорят о промышленном загрязнении воды?
3. Что относится к биологическому типу загрязнения?
4. Что такое дистиллированная вода?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания о характеристиках воды (цвет, запах, прозрачность, вкус, наличие солей);
- формируют навыки органолептической оценки качества воды;
- развивают творческие, коммуникативные и исследовательские умения и навыки.

### ***Применение***

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, во внеурочной деятельности, на уроках химии 8 класса в теме «Вода»; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Аргунова, М.В. Экологический мониторинг [Текст] : метод. рекомендации для учителей к курсу «Экология Москвы и устойчивое развитие» / М.В. Аргунова [и др.]. — М. : Центр «Школьная книга», 2008. — 144 с.
2. Гусева, Т.В. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды [Текст] : справочные материалы / Т.В. Гусева [и др.]. — М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2005. — 176 с.
3. Дружинин, С.В. Исследование воды и водоемов в условиях школы [Текст]. — М. : Чистые пруды, 2008. — 32 с. (Библиотечка «Первого сентября», серия «Биология». Вып. 20)
4. Зверев, А.Т. Экология. Практикум. 10-11 кл. [Текст] : учеб. пособие для общеобразовательных учреждений. — М. : ООО «Издательский дом «ОНИКС 21 век», 2004. — 176 с.
5. Ладонникова, А.А. Органолептическая оценка качества воды ООПТ «Ключ — источник в г. Кондрово у дома культуры ЦБК» [Текст] // I Международный конкурс научно-исследовательских

и прикладных разработок учащихся Биотоп : сб. иссл. раб. — М., 2010. — с. 27—38.

6. Петин, А.Н. Анализ и оценка качества поверхностных вод [Текст] : учеб. пособие / А.Н. Петин, М.Г. Лебедева, О.В. Крымская. — Белгород : Изд-во БелГУ, 2006. — 252 с.

7. Петунин, О.В. Изучение экологии в школе. Программы элективных курсов, конспекты занятий, лабораторный практикум, задания и упражнения [Текст]. — Ярославль : Академия развития ; Владимир : ВКТ, 2008. — 192 с.

8. Рямова, А.М. Проведение школьных экологических исследований [Текст] : метод. реком. / А.М. Рямова, Г.В. Золотов, В.В. Панюков ; Ряз. обл. ин-т развития образования. — Рязань, 1997. — 33 с.

## 8. ОПИСАНИЕ ВОДОЕМА

**Цель:** научиться проводить описание водоема.

**Задачи:**

- ознакомиться с характеристиками водоема;
- закрепить правила пользования определителями;
- научиться проводить предварительное описание водоема.

**Оборудование:** термометр, пластиковая бутылка для отбора проб воды, бумажный фильтр, полевые атласы-определители (водной и околоводной растительности и животных), цилиндр высотой 50 см, пробирка, газетный текст (высота букв — 2 мм, толщина — 0,5 мм), белый лист бумаги, спиртовка.

**Новые понятия:** органолептический анализ.

**Учебные дисциплины:** экология, биология, география.

**Класс:** 7.

### **Комментарии**

*Органолептические наблюдения* — это метод наблюдения состояния водного объекта путем его непосредственного осмотра. При органолептических наблюдениях особое внимание обращают на явления, необычные для данного водоема или водотока и часто свидетельствующие о его загрязнении: гибель рыбы и других водных организмов, растений, выделение пузырьков газа из донных отложений, появление повышенной мутности, посторонних окрасок, запаха, цветения воды, нефтяной пленки и пр.

*Цвет* (см. выше).

*Запах* (см. выше).

*Прозрачность* (см. выше).

### *Ход работы*

1. Ознакомьтесь с бланком предварительного описания водоема.
2. Используя его, проведите описание ближайшего к школе водоема.
3. Занесите результаты обследования в протокол.
4. Ознакомьтесь с методиками органолептического анализа воды.
5. Согласно методикам проведите оценку качества воды.
6. Занесите результаты исследований в протокол обследования участка водоема
7. Сделайте выводы о качестве воды и об экологическом состоянии водного объекта.

#### *Бланк описания водоема*

Дата \_\_\_\_\_

Название водоема по карте \_\_\_\_\_ местное \_\_\_\_\_

Район, округ \_\_\_\_\_

Ближайший постоянный ориентир \_\_\_\_\_

Характеристика поверхности водоема: \_\_\_\_\_

Закоряжен, завален сучьями, упавшим древостоем, спадом листвы, полуразложившимися растительными остатками, захламлен бытовым мусором, металлоломом (нужное подчеркнуть или дописать).

Наличие островов, плотин, дамб, шлюзов, створов, причалов (нужное подчеркнуть).

Характеристика дна: \_\_\_\_\_

Каменистое, каменисто-песчаное, песчаное, глинистое, глинисто-каменистое, заиленный песок, сильно заиленное топкое, ил черного цвета, коричневого цвета, светлый ил (нужное подчеркнуть и дописать) \_\_\_\_\_.

Наличие родников на дне и берегу: есть, нет, мало, много (нужное подчеркнуть).

Характеристика воды:

Наличие следов нефтепродуктов: отдельные пятна, примазки на растениях, пятна на большей части поверхности, наличие пены, мусора (нужное подчеркнуть).

Вода прозрачная, мутная, слегка мутная, бесцветная (нужное подчеркнуть).

Прозрачность \_\_\_\_\_ см.

Цвет серый, зеленоватый (нужное подчеркнуть).



Запах: землистый, гнилостный, торфяной, травянистый (нужное подчеркнуть).

Интенсивность запаха (в баллах): нет (0), очень слабая (1), слабая (2), заметная (3), отчетливая (4), очень сильная (5) (нужное подчеркнуть).

Характеристика берега и прибрежной зоны:

Высота берега: высокий, низкий (нужное подчеркнуть).

Склон: обрыв, крутой, умеренной крутизны, пологий (нужное подчеркнуть).

Грунт берега: каменистый, песчаный, глинистый, подзолистый, торфяной, известняковый, топкий, заболоченный (нужное подчеркнуть).

Травяной покров: сплошной, редкий, не нарушен, нарушен эрозией, вытоптан скотом, с кострищами, колеями автотранспорта (нужное подчеркнуть).

Древесная растительность: редкая, сплошная, представлена преимущественно ольхой серой, ивой, черемухой, рябиной, березой (нужное подчеркнуть и дописать) \_\_\_\_\_

Прибрежно-водная растительность:

Обильная, редкая, образует сплошные полосы, куртины, осоки, рогоз, камыш, тростник, стрелолист обыкновенный, частуха подорожниковая, хвощ, дербенник иволистный (нужное подчеркнуть и дописать) \_\_\_\_\_.

Водная растительность:

Обильная, редкая, сплошная, сплавина (нитчатые водоросли (спирогира, зигнема), одноклеточные; водоросли зеленые, сине-зеленые), кувшинка, кубышка, водокрас, сусак зонтичный, элодея, ряска, многокоренник, рдесты (нужное подчеркнуть и дописать) \_\_\_\_\_.

Животные, живущие рядом с водой и в воде:

Лягушки, пиявки, перловицы, водомерки, стрекозы (нужное подчеркнуть и дописать) \_\_\_\_\_

Рыба водится/не водится (нужное подчеркнуть), встречаются виды рыб: \_\_\_\_\_.

Берег, с которого производится наблюдение \_\_\_\_\_

Залушенная, облесенная, с редкой древесной растительностью (нужное подчеркнуть).

Характер угодий: лес, кустарник, луг, болото, пашня, пастбище (нужное подчеркнуть).

Хозяйственные объекты: жилая застройка, садово-огородные участки, промышленные предприятия, сельскохозяйственные предприятия и объекты (силосные ямы, склады удобрений) (нужное подчеркнуть и дописать)\_\_\_\_\_.

Нарушения охранного режима и водоохранных зон\_\_\_\_\_

Нарушение дачных участков, строительство и реконструкция зданий, стоянки и мойка автотранспортных средств, применение и складирование химических средств, мусора, навоза (нужное подчеркнуть и дописать)\_\_\_\_\_.

В пределах защитных полос:

Распашка земель, применение удобрений, выпас скота (кроме водопоя), индивидуальное строительство, движение автотранспортных средств (нужное подчеркнуть и дописать)\_\_\_\_\_

Мероприятия по решению экологических проблем:

Куда передана информация о нарушениях охранного режима рек?

Какие мероприятия по решению экологических проблем:

разработаны\_\_\_\_\_

осуществлены\_\_\_\_\_

### ***Контрольные вопросы***

1. Что такое органолептический анализ?

2. Какие особенности необходимо учитывать при характеристике водоема?

3. Какие мероприятия можно провести школьникам для решения экологических проблем водоема?

4. Что такое защитные полосы?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

— формируют навыки предварительного описания водоема и закрепляют навыки работы с определителями;

— расширяют знания о прибрежно-водной и водной растительности, о структуре водоема, о водоеме как экологическом объекте;

— развивают творческие, коммуникативные, исследовательские компетенции.

### ***Применение***

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, на уроках географии 7 класса в качестве лабораторной работы «Изучение структуры водоема», в курсе краеведения, во внеурочной деятельности, результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Аргунова, М.В. Экологический мониторинг [Текст] : метод. рекомендации для учителей к курсу «Экология Москвы и устойчивое развитие» / М.В. Аргунова [и др.]. — М. : Центр «Школьная книга», 2008. — 144 с.

2. Гусева, Т.В. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды [Текст] : справ. матер. / Т.В. Гусева [и др.]. — М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2005. — 176 с.

3. Муравьев, А.Г. Оценка экологического состояния природно-антропогенного комплекса [Текст] : учеб. пособие. — 2-е изд., расшир. и доп. — СПб. : Кристмас+, 2000. — 118 с.

4. Петунин, О.В. Изучение экологии в школе. Программы элективных курсов, конспекты занятий, лабораторный практикум, задания и упражнения [Текст]. — Ярославль : Академия развития ; Владимир : ВКТ, 2008. — 192 с.

## **9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ**

***Цель:*** научиться определять температуру воды с использованием термометра.

***Задачи:***

- закрепить навыки пользования термометром;
- ознакомиться с температурой как показателем характеризующим состояние водоема;
- научиться проводить измерение температуры воды.

***Оборудование:*** термометр с чашечкой, шнур.

***Новые понятия:*** шкала Цельсия, шкала Фаренгейта, шкала Кельвина, абсолютный ноль, термодинамическая температурная шкала.

***Учебные дисциплины:*** экология, природоведение, физика.

***Классы:*** 5, 7, 10.

### ***Комментарии***

Температура является важной гидрологической характеристикой водоема, показателем возможного теплового загрязнения. Тепловое загрязнение водоема происходит обычно в результате использования воды для отвода избыточного тепла и сбрасывания воды с повышенной температурой в водоем. При тепловом загрязнении происходит повышение температуры воды в водоеме по сравнению с естественными значениями температуры в тех же точках в соответствующие периоды сезона.

Температура воды в водоеме является результатом нескольких одновременно протекающих процессов, таких как солнечная радиация, испарение, теплообмен с атмосферой, перенос тепла течениями, турбулентным перемешиванием вод и др. Обычно прогревание воды происходит сверху вниз. Годовые и суточные изменения температуры воды на поверхности и глубинах определяются количеством тепла, поступающего на поверхность, а также интенсивностью и глубиной перемешивания. Суточные колебания температуры могут составлять несколько градусов и обычно наблюдаются на небольшой глубине. На мелководье амплитуда колебаний температуры воды близка к перепаду температуры воздуха.

В Международной системе единиц (СИ) температура Цельсия выражается в градусах. На практике часто применяют градусы Цельсия из-за привязки к важным характеристикам воды — температуре таяния льда (0 °С) и температуре кипения (100 °С). Это удобно, так как большинство климатических процессов, процессов в живой природе, связаны с этим диапазоном.

Существуют также шкалы Фаренгейта и некоторые другие.

В Англии и в особенности в США используется шкала Фаренгейта. Ноль градусов Цельсия — это 32 градуса Фаренгейта, а градус Фаренгейта равен 5/9 градуса Цельсия.

В настоящее время принято следующее определение шкалы Фаренгейта: это температурная шкала, 1 градус которой (1 °F) равен 1/180 разности температур кипения воды и таяния льда при атмосферном давлении, а точка таяния льда имеет температуру + 32 °F. Температура по шкале Фаренгейта связана с температурой по шкале Цельсия ( $t$  °С) соотношением  $t$  °С = 5/9( $t$  °F–32),  $1$  °F = 9/5 °С + 32. Предложена Г. Фаренгейтом в 1724 году.

Понятие абсолютной температуры было введено У. Томсоном (Кельвином), в связи с чем шкалу абсолютной температуры называют

*шкалой Кельвина* или термодинамической *температурной шкалой*. Единица абсолютной температуры — кельвин (К).

Абсолютная шкала температуры называется так потому, что мера основного состояния нижнего предела температуры — абсолютный ноль, то есть наиболее низкая возможная температура, при которой в принципе невозможно извлечь из вещества тепловую энергию.

*Абсолютный ноль* определен как 0 К, что равно  $-273.15\text{ }^{\circ}\text{C}$  (точно).

### ***Ход работы***

1. Температуру воды определите с помощью термометров, резервуары которых поместите в чашечки, куда попадает вода. Эта чашечка исключает влияние колебаний температуры на различных уровнях водоисточника и температуры воздуха.

2. Термометр опустите на нужную глубину, держите его там 10—15 минут и после этого произведите отсчет по шкале термометра. Температуру воды выразите в  $^{\circ}\text{C}$ .

### ***Контрольные вопросы***

1. От чего зависит температура воды?
2. Почему в одном водоеме температура воды имеет разные значения?
3. Что служит причиной увеличения температуры в водоеме?
4. В каких еще шкалах можно измерять температуру?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания о характеристиках воды (температура);
- формируют навыки оценки температуры воды;
- развивают творческие, коммуникативные компетенции.

### ***Применение***

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, на уроках физики 7, 10 классов в теме «Температура», на уроках природоведения 5 класса в теме «Температура», на уроках экологии 10 класса в теме «Биогеоценоз», во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Грин, И. Биология [Текст] : в 3 т. — Т. 2 / И. Грин, У. Стаут, Д. Тейлор ; под. ред. Р. Сопера. — М. : Мир, 1993. — 325 с.

2. Гусева, Т.В. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды [Текст] : справ. материалы / Т.В. Гусева [и др.]. — М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2005. — 176 с.

3. Дружинин, С.В. Исследование воды и водоемов в условиях школы [Текст]. — М. : Чистые пруды, 2008. — 32 с. (Библиотечка «Первого сентября», серия «Биология». Вып. 20)

4. Петин, А.Н. Анализ и оценка качества поверхностных вод [Текст] : учеб. пособие / А.Н. Петин, М.Г. Лебедева, О.В. Крымская. — Белгород : Изд-во БелГУ, 2006. — 252 с.

5. Шалеева, Г.П. Окружающий мир [Текст]. — М. : АСТ : СЛОВО, 2010. — 128 с. (Современная энциклопедия начальной школы)

## 10. ОПРЕДЕЛЕНИЕ pH ВОДЫ

**Цель:** научиться характеризовать качество воды по показателям pH.

**Задачи:**

— сформировать представление о pH воды;

— научить определять pH различными методами.

**Оборудование:** универсальная индикаторная бумага или pH-метр.

**Материалы:** пробы воды.

**Новые понятия:** pH.

**Учебные дисциплины:** экология, химия.

**Классы:** 8, 10.

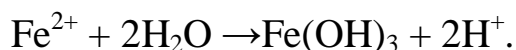
### **Комментарии**

Содержание ионов водорода (вернее, гидроксония) в природных водах определяется в основном количественным соотношением концентраций угольной кислоты и ее ионов:



Для удобства выражения содержания водородных ионов была введена величина, представляющая собой логарифм их концентрации, взятый с обратным знаком:  $\text{pH} = -\lg [\text{H}^+]$ . Для поверхностных вод, содержащих небольшое количество диоксида углерода, характерна щелочная реакция. Изменения pH тесно связаны с процессами фотосинтеза (из-за потребления  $\text{CO}_2$  водной растительностью). Источником ионов водорода являются также гумусовые кислоты, присутствующие в почвах. Гидролиз солей тяжелых металлов играет роль

в тех случаях, когда в воду попадают значительные количества сульфатов железа, алюминия, меди и других металлов:



*pH воды* — один из важнейших показателей качества вод. Величина концентрации ионов водорода имеет большое значение для химических и биологических процессов, происходящих в природных водах. От величины pH зависит развитие и жизнедеятельность водных растений, устойчивость различных форм миграции элементов, агрессивное действие воды на металлы и бетон. pH воды также влияет на процессы превращения различных форм биогенных элементов, изменяет токсичность загрязняющих веществ.

*Оценка полученных результатов.* Значение pH в речных водах обычно варьирует в пределах 6,5—8,5, в атмосферных осадках — 4,6—6,1, в болотах — 5,5—6,0, в морских водах — 7,9—8,3. Концентрация ионов водорода подвержена сезонным колебаниям. Зимой величина pH для большинства речных вод составляет 6,8—7,4, летом — 7,4—8,2. pH природных вод определяется в некоторой степени геологией водосборного бассейна.

В соответствии с требованиями к составу и свойствам воды водоемов у пунктов питьевого водопользования, воды водных объектов в зонах рекреации, а также воды водоемов рыбохозяйственного назначения величина pH не должна выходить за пределы интервала значений 6,5—8,5: желудочный сок pH = 1, раствор пищевой соды pH = 9, кока-кола pH = 3, хозяйственная сода pH = 13, молоко pH = 6, раствор сахара pH = 7, нашатырный спирт pH = 11.

### ***Ход работы***

1. *Первый способ.* Определение pH с помощью универсальной индикаторной бумаги.

Опустите в исследуемую воду кусочек универсальной индикаторной бумаги, выдержите около 15 секунд и сравните ее цвет с цветной шкалой. Запишите полученное значение pH.

*Второй способ.* Определение pH с помощью pH-метра

Ополосните зонд pH-метра дистиллированной водой, опустите его в пробу дистиллированной воды и снимите показания pH (этот метод более точен, но до начала эксперимента необходимо тщательно проверить pH-метр, используя готовые растворы с известным значением pH). Вновь ополосните зонд дистиллированной водой, перед тем как поместить его на хранение в буферный раствор. Повторите опыт с пробами воды из различных источников.

2. Проанализируйте полученные данные, пользуясь информацией, приведенной выше.

### ***Контрольные вопросы***

1. Раскройте значение показателя рН.
2. На содержание каких веществ указывает рН меньше 7, больше 7?
3. Какой из водоемов имеет наибольшую величину рН и с чем это может быть связано?
4. Какой из водоемов имеет наименьшую величину рН и с чем это может быть связано?
5. Какую информацию, связанную с проведенными исследованиями, вы нашли в дополнительной литературе?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания о рН воды;
- формируют навыки оценки рН воды рН с помощью рН-метра и универсальной индикаторной бумаги;
- развивают творческие, коммуникативные, исследовательские компетенции.

### ***Применение***

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, на уроках химии 11 класса в теме «рН», на уроках экологии 10 класса в теме «Биогеоценоз», во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Аргунова, М.В. Экологический мониторинг [Текст] : Методические рекомендации для учителей к курсу «Экология Москвы и устойчивое развитие». — М. : Центр «Школьная книга», 2008. — 144 с.
2. Грин, Н. Биология [Текст] : в 3 т. — Т. 3 / Н. Грин, Р. Стаут, Д. Тейлор ; под ред. Р. Сопера. — М. : Мир, 1993. — 325 с.
3. Гусева, Т.В. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды [Текст] : справочные материалы / Т.В. Гусева [и др.]. — М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2005. — 176 с.
4. Зверев, А.Т. Экология. Практикум. 10—11 кл. [Текст] : Учебное пособие для общеобразовательных учреждений. — М. : ООО «Издательский дом «ОНИКС 21 век», 2004. — 176 с.



5. Петунин, О.В. Изучение экологии в школе. Программы элективных курсов, конспекты занятий, лабораторный практикум, задания и упражнения [Текст]. — Ярославль : Академия развития ; Владимир : ВКТ, 2008. — 192 с.

6. Экология Москвы и устойчивое развитие [Текст] : учеб. пособие для 10(11) классов средних общеобразовательных школ / под ред. Г.А. Ягодина. — М. : МИОО, «Интеллект-Центр», 2008. — 352 с.

## 11. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦВЕТА ВОДЫ КОЛИЧЕСТВЕННЫМИ МЕТОДАМИ

**Цель:** научиться определять цвет воды количественным способом.

**Задачи:**

- научиться определять цвет количественными методами;
- научиться приготавливать эталоны;
- ознакомиться с цветностью — показателем качества воды.

**Оборудование:** прозрачные сосуды.

**Материалы:** дистиллированная вода.

**Реактивы:**  $K_2Cr_2O_7$ ,  $CoSO_4$ ,  $H_2SO_4$  (плотность 1,84).

**Учебные дисциплины:** химия, экология.

**Новые понятия:** эталон, калориметрические цилиндры, цветность.

**Классы:** 8, 10.

### **Комментарии**

**Эталон** — 1) средство измерений, служащее для хранения и передачи размера единицы физической величины другим средствам измерений; 2) мерило, образец для подражания, сравнения.

**Цветностью** называют показатель качества воды, характеризующий интенсивность окраски воды. Определяется цветность путем сравнения окраски испытуемой воды с эталонами и выражается в градусах платиново-кобальтовой шкалы. Цветность природных вод может колебаться от единиц до тысяч градусов. Различают «истинный цвет», обусловленный только растворенными веществами, и «кажущийся» цвет, вызванный присутствием в воде коллоидных и взвешенных частиц.

Цветность природных вод обусловлена в основном присутствием окрашенных органических веществ (главным образом соединений гуминовых и фульвовых кислот) и соединений трехвалентного железа

и некоторых других металлов (в виде естественных примесей или продуктов коррозии). Сточные воды некоторых предприятий также могут создавать довольно интенсивную окраску воды.

Количество влияющих на цветность веществ зависит от геологических условий, водоносных горизонтов, характера почв и т.п. Так, наибольшую цветность имеют поверхностные воды рек и озер, расположенных в зонах торфяных болот и заболоченных лесов, наименьшую — в лесостепях и степных зонах. Зимой содержание органических веществ в природных водах минимальное, в то время как весной в период половодья и паводков, а также летом в период массового развития водорослей — «цветения» воды оно повышается. Подземные воды, как правило, имеют меньшую цветность, чем поверхностные.

Таким образом, высокая цветность является тревожным признаком, свидетельствующим о неблагополучии воды. При этом очень важно выяснить причину цветности, так как методы удаления, например железа и органических соединений, отличаются. Наличие же органики не только ухудшает органолептические свойства воды, приводит к возникновению посторонних запахов, но и вызывает резкое снижение концентрации растворенного в воде кислорода, что может быть критично для ряда процессов водоочистки. Некоторые в принципе безвредные органические соединения, вступая в химические реакции (например, с хлором), способны образовывать очень вредные и опасные для здоровья человека соединения.

### *Ход работы*

1. Приготовьте эталон.

Раствор 1. В 100 мл дистиллированной воды отдельно растворите 0,0875 г  $K_2Cr_2O_7$  и 2 г  $CoSO_4$ , затем смешайте оба раствора и добавьте 1 мл химически чистой  $H_2SO_4$  плотностью 1,84. Объем полученного раствора доведите дистиллированной водой до 1 л. Этот раствор отвечает цветности 500.

Раствор 2. 1 мл химически чистой серной кислоты плотностью 1,84 доведите дистиллированной водой до объема 1 л.

Для приготовления шкалы цветности растворы 1 и 2 смешайте в калориметрических цилиндрах в следующих соотношениях:

Р-р 1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	10	12	14	16.
Р-р 2	100	99	98	97	96	95	94	92	90	88	86	84.	
Град.	0	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80.	
цветн.													

2. Количественную оценку цвета воды дайте посредством сравнения исследуемой воды со шкалой стандартных растворов (эталон) и выразите в градусах цветности.

Для определения цветности исследуемую воду в количестве 100 мл налейте в калориметрический цилиндр и, просматривая столб воды на белом фоне, отыщите цилиндр в шкале, тождественный по окраске.

*Примечание:* Приготовленную шкалу хранят в темном месте не более 2—3 месяцев, закрыв цилиндры пробками.

3. Сравните результаты, полученные при качественном и количественном методах оценки цветности воды.

### ***Контрольные вопросы***

1. Что значит эталон?
2. От чего зависит цвет воды?
3. Что служит причиной изменения цвета в водоеме?
4. Что такое калориметрические цилиндры?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания о характеристиках воды (цвет);
- формируют навыки количественной оценки цвета воды;
- развивают творческие, аналитические, коммуникативные, исследовательские компетенции.

### ***Применение***

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, на уроках химии 8 класса в теме «Вода», на уроках экологии 11 класса в теме «Водные ресурсы», во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. ГОСТ 3351-74. Вода питьевая. Методы определения вкуса, запаха, цветности и мутности. — Взамен ГОСТ 3351-46 ; введ. 1975–07–01. — М. : Изд-во стандартов, 1988. — 8 с. : табл. — (Гос. стандарт Союза ССР). — Изм. № 1 (ИУС № 5 1985).

2. Гусева, Т.В. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды: справочные материалы [Текст] / Т.В. Гусева [и др.]. — М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2005. — 176 с.

2. Дружинин, С.В. Исследование воды и водоемов в условиях школы [Текст]. — М. : Чистые пруды, 2008. — 32 с. (Библиотечка «Первого сентября», серия «Биология». Вып. 20)

3. Петин, А.Н. Анализ и оценка качества поверхностных вод [Текст] : учеб. пособие / А.Н. Петин, М.Г. Лебедева, О.В. Крымская. — Белгород : Изд-во БелГУ, 2006. — 252 с.

4. Петин, А.Н. Малые водные объекты и их экологическое состояние [Текст] : учеб.-метод. пособие / А.Н. Петин, Н.С. Сердюкова, В.Н. Шевченко. — Белгород : Изд-во БелГУ, 2005. — 238 с.

## 12. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОКИСЛЯЕМОСТИ ВОДЫ

**Цель:** научиться давать количественную характеристику окисляемости воды пресноводного водоема.

**Задачи:**

- ознакомиться с характеристикой воды — «окисляемость»;
- выяснить отличия между различными типами окисляемости;
- научиться количественно определять окисляемость воды.

**Материалы:** пробы воды, оценочная таблица.

**Реактивы:** 0,01Н раствор  $\text{KMnO}_4$ , раствор  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (1:3).

**Учебные дисциплины:** химия.

**Новые понятия:** окисляемость воды, перманганатная окисляемость.

**Класс:** 8.

### **Комментарии**

*Окисляемость* — это величина, характеризующая содержание в воде органических и минеральных веществ, окисляемых (при определенных условиях) одним из сильных химических окислителей.

Выражается этот параметр в миллиграммах кислорода, пошедшего на окисление этих веществ, содержащихся в 1  $\text{дм}^3$  воды.

Различают несколько видов окисляемости воды: перманганатную, бихроматную, иодатную, цериевую. Наиболее высокая степень окисления достигается бихроматным и иодатным методами. В практике водоочистки для природных малозагрязненных вод определяют перманганатную окисляемость, а в более загрязненных водах, как правило, — бихроматную окисляемость (называемую также ХПК — «химическое потребление кислорода»).

*Перманганатная окисляемость* определяется по количеству кислорода, которое расходуется на окисление органических веществ

в 1 л воды. Этот метод основан на способности марганцовокислого калия выделять в кислой среде атомарный кислород, окисляющий органические вещества.

Окисляемость является очень удобным комплексным параметром, позволяющим оценить общее загрязнение воды органическими веществами.

Органические вещества, находящиеся в воде, весьма разнообразны по своей природе и химическим свойствам. Их состав формируется как под влиянием внутриводоемных биохимических процессов, так и за счет поступления поверхностных и подземных вод, атмосферных осадков, промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод.

Величина окисляемости природных вод может варьироваться в широких пределах от долей миллиграммов до десятков миллиграммов  $O_2$  на литр воды. Поверхностные воды имеют более высокую окисляемость (а значит, и более «богаты» органикой) по сравнению с подземными. Так, горные реки и озера характеризуются окисляемостью 2—3 мг  $O_2$ /л, реки равнинные — 5—12 мг  $O_2$  /л, реки с болотным питанием — десятки миллиграммов на 1 дм<sup>3</sup>. Подземные же воды имеют в среднем окисляемость на уровне от сотых до десятых долей миллиграмма  $O_2$  /л (исключения составляют воды в районах нефтегазовых месторождений, торфяников, в сильно заболоченных местностях).

Для чистых подземных вод окисляемость составляет не более 2—4 мг/л, речных — 7 мг/л.

Таблица 5

Физико-географическая зональность  
природных вод

Степень перманганатной окисляемости	мг $O_2$ /л	Зона
Очень малая	0—2	Высокогорье
Малая	2—5	Горные районы
Средняя	5—10	Зоны широколиственных лесов, степи, полупустыни и пустыни, а также тундра
Повышенная	15—20	Северная и южная тайга

**Ход работы**

1. Для определения этого показателя к 10 мл исследуемой воды прибавьте 0,5 мл серной кислоты (1:3) и 1 мл 0,01 Н раствора марганцовокислого калия.

2. Все перемешайте. При температуре воды +20 °С и более показания снимите через 20 минут, если температура воды в пределах от 10—19 градусов, — через 40 минут.

3. Оценку окисляемости осуществите по окраске раствора (при наблюдении сбоку) в мг/л с помощью специальной таблицы 6.

Таблица 6

Определение окисляемости по окраске воды

Окрашивание воды при наблюдении сбоку	Окисляемость (мг O <sub>2</sub> /л)
Ярко-малиново-розовое	1
Лилово-розовое	2
Слабо-лилово-розовое	4
Бледно-лилово-розовое (выше 20 °С — розовое)	6
Бледно-розовое	8
Розово-желтое	12
Желтое	16 и выше

**Контрольные вопросы**

1. Дайте определение окисляемости воды?
2. От чего зависит окисляемость воды?
3. Что служит причиной изменения окисляемости воды?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания о характеристиках воды (окисляемость);
- формируют навыки количественной оценки окисляемости воды;
- развивают творческие, коммуникативные, аналитические компетенции.

**Применение**

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, на уроках химии 8 класса в теме «Кислоты», во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

**Список рекомендуемой литературы**

1. Гусева, Т.В. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды [Текст] : справ. материалы / Т.В. Гусева [и др.]. — М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2005. — 176 с.

2. Зверев, А.Т. Экология. Практикум. 10-11 кл. Учебное пособие для общеобразовательных учреждений [Текст]. — М. : ООО «Издательский дом «ОНИКС 21 век», 2004. — 176 с.

3. Рямова, А.М. Проведение школьных экологических исследований [Текст] : методич. реком. / А.М. Рямова, Г.В. Золотов, В.В. Пянюков ; Ряз. обл. ин-т развития образования. — Рязань, 1997. — 33 с.

4. Петин, А.Н. Анализ и оценка качества поверхностных вод [Текст] : учеб. пособие / А.Н. Петин, М.Г. Лебедева, О.В. Крымская. — Белгород : Изд-во БелГУ, 2006. — 252 с.

### 13. ОПРЕДЕЛЕНИЕ БИОХИМИЧЕСКОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ КИСЛОРОДА (БПК)

**Цель:** научиться давать количественную характеристику биохимическому потреблению кислорода воды пресноводного водоема.

**Задачи:**

- ознакомиться с понятием «БПК»;
- ознакомиться с взаимосвязью между БПК и загрязнением водоемов;
- научиться определять БПК воды.

**Оборудование:** оценочная таблица, пипетки, коническая колба на 250 мл, кислородные склянки.

**Материалы:** пробы воды.

**Реактивы:**  $H_2SO_4$ , соль марганца, йодида калия (KI), сульфаминовая кислота, тиосульфат, крахмал.

**Новые понятия:** БПК, БПК<sub>5</sub>, БПК<sub>полная</sub>.

**Учебные дисциплины:** химия, экология.

**Классы:** 8, 10.

#### **Комментарии**

В природной воде водоемов всегда присутствуют органические вещества. Их концентрации могут быть иногда очень малы (например, в родниковых и талых водах). Природными источниками органических веществ являются разрушающиеся останки организмов растительного и животного происхождения, как живших в воде, так и попавших в водоем с листвы, по воздуху, с берегов и т.п. Кроме природных, существуют также техногенные источники органических веществ: транспортные предприятия (нефтепродукты), целлюлозно-бумажные и лесоперерабатывающие комбинаты (лигнины), мясокомбинаты (белковые соединения), сельскохозяйственные и фекальные

стоки и т.д. Органические загрязнения попадают в водоем разными путями, главным образом со сточными водами и дождевыми поверхностными смывами с почвы.

В естественных условиях находящиеся в воде органические вещества разрушаются бактериями, претерпевая аэробное биохимическое окисление с образованием двуокси углерода. При этом на окисление потребляется растворенный в воде кислород. В водоемах с большим содержанием органических веществ большая часть растворенного кислорода потребляется на биохимическое окисление, лишая, таким образом, кислорода другие организмы. При этом исчезают кислородолюбивые виды и появляются виды, устойчивые к дефициту кислорода. Таким образом, в процессе биохимического окисления органических веществ в воде происходит уменьшение концентрации растворенного кислорода, и эта убыль косвенно является мерой содержания в воде органических веществ. Соответствующий показатель качества воды, характеризующий суммарное содержание в воде органических веществ, называется *биохимическим потреблением кислорода (БПК)*.

Определение БПК основано на измерении концентрации растворенного кислорода в пробе воды непосредственно после отбора, а также после инкубации пробы. Инкубацию пробы проводят без доступа воздуха в кислородной склянке (то есть в той же посуде, где определяется значение растворенного кислорода) в течение времени, необходимого для протекания реакции биохимического окисления. Так как скорость биохимической реакции зависит от температуры, инкубацию проводят в режиме постоянной температуры  $20 \pm 1$  °С, причем от точности поддержания значения температуры зависит точность выполнения анализа на БПК. Обычно определяют БПК за 5 суток инкубации (БПК<sub>5</sub>), однако содержание некоторых соединений более информативно характеризуется величиной БПК за 10 суток или за период полного окисления (БПК<sub>10</sub> или БПК<sub>полн</sub> соответственно). Погрешность в определении БПК может внести также освещение пробы, влияющее на жизнедеятельность микроорганизмов и способное в некоторых случаях вызывать фотохимическое окисление. Поэтому инкубацию пробы проводят без доступа света (в темном месте).

Таким образом, БПК — количество кислорода в миллиметрах, требуемое для окисления находящихся в 1 л воды органических веществ в аэробных условиях, без доступа света, при 20 °С, за определенный период в результате протекающих в воде биохимических процессов. Ориентировочно принимают, что БПК<sub>5</sub> составляет около 70 %



БПК<sub>полн</sub>, но может составлять от 10 до 90 % в зависимости от окисляющегося вещества.

Таблица 7

Оценка степени загрязнения водоемов  
по показателям БПК<sub>5</sub>

Степень загрязнения (классы водоемов)	БПК <sub>5</sub> (мг/л)
Очень чистые	0,5—1,0
Чистые	1,1—1,9
Умеренно загрязненные	2,0—2,9
Загрязненные	3,0—3,9
Грязные	4,0—10,0
Очень грязные	> 10,0

В лабораторных условиях наряду с БПК<sub>полн</sub> определяется БПК<sub>5</sub> — биохимическая потребность в кислороде за 5 суток.

Величина БПК оценивает скорость поглощения организмом кислорода, содержащегося в исследуемой воде, выражается в мг/л (табл. 7). В природной воде БПК<sub>5</sub> составляет 1мг/л O<sub>2</sub>, в бытовых же сточных водах она возрастает до 300—500 мг/л.

**Ход работы**

1. Отберите пробы воды в кислородные склянки (не менее 3 шт.).

*Примечание.* Для получения представительной пробы отбор проб воды проводите, по возможности, на удалении от берегов, дна, водных растений, которые могут быть источниками выделений в воду органических веществ и/или микроорганизмов.

2. В первой склянке сразу же зафиксируйте кислород и определите концентрацию растворенного кислорода.

Определите содержание растворенного кислорода в воде природных водоемов.

— Введите в склянку разными пипетками 1 мл раствора соли марганца, затем 1 мл раствора йодида калия и 1—2 капли раствора сульфаминовой кислоты, после чего закройте склянку пробкой.

— Перемешайте содержимое склянки с помощью имеющейся внутри мешалки, держа склянку в руке. Дайте отстояться образующемуся осадку не менее 10 мин.

*Примечание.* Склянку с фиксированной пробкой можно хранить в затемненном месте не более 1 суток.

— *Титрование.* Введите в склянку пипеткой 2 мл раствора серной кислоты, погружая пипетку до осадка (не взмучивать!) и постепенно поднимая ее вверх по мере опорожнения.

— Склянку закройте пробкой и содержимое перемешайте до растворения осадка.

— Содержимое склянки полностью перенесите в коническую колбу на 250 мл.

— В бюретку (пипетку), закрепленную в штативе, из состава комплекта наберите 10 мл раствора тиосульфата и титруйте пробу до слабо-желтой окраски. Затем добавьте пипеткой 1 мл раствора крахмала (раствор в колбе синее) и продолжайте титрование до полного обесцвечивания раствора.

— Определите общий объем раствора тиосульфата, израсходованный на титрование (как до, так и после добавления раствора крахмала).

*Вычисление результатов анализа.* Массовую концентрацию растворенного кислорода в анализируемой пробе воды ( $C_{PK}$ ) в мг/л рассчитайте по формуле:

$$C_{PK} = \frac{8 \cdot C_T \cdot V_T \cdot 1000}{(V - V_i)},$$

где 8 — эквивалентная масса атомарного кислорода;

$C_T$  — концентрация титрованного стандартного раствора тиосульфата, г — экв/л;

$V_T$  — общий объем раствора тиосульфата, израсходованного на титрование (до и после добавления раствора крахмала), мл;

$V$  — внутренний объем калиброванной кислородной склянки с закрытой пробкой (определяется заранее для каждой склянки отдельно), мл;

$V_i$  — суммарный объем растворов хлорида марганца и йодида калия, добавленных в склянку при фиксации РК, а также мешалки, мл (рассчитывается как  $V_i = 1 + 1 + 0,5 = 2,5$  мл);

1000 — коэффициент пересчета единиц измерения из г/л в мг/л.

3. Другие склянки — инкубационные (две или больше) поместите в темноте в инкубатор через водяной затвор из чашки Петри, как показано на рисунке (это воспрепятствует контакту воды в склянке с воздухом).

*Примечание.* Инкубации желательно подвергнуть несколько проб, так как в случае получения ошибочных результатов (об этом можно судить по сходимости анализов проб) выполнить анализ повторно будет уже невозможно.

4. По истечении 5 суток инкубации в склянках определите концентрацию остаточного растворенного кислорода как среднее арифметическое результатов по каждой инкубационной склянке.

5. Рассчитайте значение БПК<sub>5</sub> в мг/л по формуле:

$$\text{БПК}_5 = C_1 - C_2,$$

где  $C_1$  — концентрация растворенного кислорода в первоначальной пробе, мг/л;

$C_2$  — средняя концентрация растворенного кислорода по истечении периода инкубации, мг/л.

6. Сравните полученные результаты с табличными данными, сделайте выводы.

### ***Контрольные вопросы***

1. Дайте определение понятию БПК (биохимическое потребление кислорода).
2. От чего зависит уровень БПК?
3. В каких реакциях по оценке качества воды еще используется серная кислота?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания о характеристиках воды (БПК);
- формируют навыки количественной оценки БПК;
- развивают творческие, коммуникативные, исследовательские компетенции.

### ***Применение***

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, на уроках химии 8 класса в теме «Кислоты», на уроках экологии 11 класса в теме «Современное состояние водных ресурсов», во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Гусева, Т.В. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды [Текст] : справ. материалы / Т.В. Гусева [и др.]. — М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2005. — 176 с.
2. Петин, А.Н. Анализ и оценка качества поверхностных вод [Текст] : учеб. пособие / А.Н. Петин, М.Г. Лебедева, О.В. Крымская. — Белгород : Изд-во БелГУ, 2006. — 252 с.
3. Рямова, А.М. Проведение школьных экологических исследований [Текст] : метод. реком. / А.М. Рямова, Г.В. Золотов, В.В. Панюков ; Ряз. обл. ин-т развития образования. — Рязань, 1997. — 33 с.

4. Эрхард, Ж.-П. Планктон. Состав, экология, загрязнение [Текст] : пер. с фр. / Ж.-П. Эрхард, Ж. Сежен. — Л. : Гидрометеоздат, 1984. — 256 с.

## 14. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ В ВОДЕ ИОНОВ ХЛОРА, СВИНЦА, КАДМИЯ, БАРИЯ, МЕДИ И КАЛИЯ

**Цель:** провести количественную оценку качества воды водоемов на содержание ионов хлора, свинца, кадмия, бария, меди и калия.

**Задачи:**

— научиться пользоваться ионоселективными электродами;  
— научиться проводить количественный анализ содержания ионов в воде.

**Оборудование:** ионоселективные электроды, ионметр — Эксперт-001.

**Материалы:** пробы воды, водопроводная вода (контроль).

**Реактивы:** хлорид натрия 0,1М, нитрат натрия 1М.

**Учебные дисциплины:** химия, экология.

**Новые понятия:** ионоселективные электроды.

**Классы:** 8, 10.

### **Комментарии**

В водоемах содержатся практически все химические элементы, но только немногие из них, так называемые *биогенные*, присутствуют в больших количествах (азот, фосфор, калий, кальций, магний, кремний, железо), остальные являются микроэлементами. Определенные концентрации и правильное их соотношение играют важную положительную роль в жизни водоемов. Биогенные элементы напрямую способствуют развитию фитопланктона, а косвенно — животных (зоопланктон и зообентос), служащих пищей для рыб. Фосфор, кальций, натрий, калий, хлор, железо и другие элементы, проникая через жабры, кожу и слизистую оболочку в организм рыб, включаются в обмен веществ и тем самым необходимы для их роста и развития. Однако слишком большое поступление в водоем биогенных элементов и других минеральных солей может принести большой вред и поэтому рассматривается как загрязнение водоемов. Для оценки качества воды по ее химическому составу применяют как общие показатели — содержание кислорода, рН, жесткость, ХПК, БПК, так и специфические гидрохимические показатели — азот аммонийных, нитритный, нитратный; хлориды, сульфаты, фосфаты и др.

*Кадмий* — Cd — бомба замедленного действия, элементарный генетический яд, сильно разрушающий структуру ДНК, а также поражающий почки и кости. При избытке кадмия в организме человека развивается болезнь «итай—итай». Это искривление и деформация костей, сопровождающаяся сильными болями, необычайной хрупкостью и ломкостью костей. Cd повышает давление и обладает канцерогенными свойствами.

*Свинец* — Pb — опасен даже в небольших количествах. Он ухудшает репродуктивную функцию, а также ослабляет центральную нервную систему и может вызвать проблемы с поведенческим и эмоционально-психическим развитием у детей, так как детский организм усваивает гораздо больший процент свинца, чем организм взрослого человека. У людей старшего возраста свинец повышает давление и ухудшает слух.

Повышенное содержание свинца в организме вызывает анемию, почечную недостаточность, умственную отсталость, а также полиневриты, артеросклерозы, нарушает обмен веществ, разрушает костный мозг.

*Хлориды* — Cl. Их содержание в пресных водоемах редко превышает 40 мг/л. Увеличение содержания хлоридов указывает на их загрязнение промышленными и бытовыми стоками. Предельно допустимая концентрация хлоридов в водоемах рыбохозяйственного назначения составляет 300 мг/л.

Оценку содержания элементов можно провести с помощью иономера.

*Ионоселективным электродом* называется индикаторный или измерительный электрод с относительно высокой специфичностью к отдельному иону или типу ионов. Ионоселективные электроды имеют следующие достоинства: они не оказывают воздействия на исследуемый раствор; портативны; пригодны как для прямых определений, так и в качестве индикаторов в титрометрии.

Применение ионоселективных электродов позволяет быстро проводить оценку содержания в воде ионов хлора, свинца, кадмия, бария, меди и калия.

### ***Ход работы***

1. В химические стаканчики на 50 мл поместите по 1 мл 1М раствора нитрата натрия и по 10 мл исследуемых образцов воды.

2. Опустите в каждый стаканчик ион селективный электрод и электрод сравнения и определите содержание ионов хлора, свинца, кадмия, бария, меди с помощью иономера Эксперт-001, тщательно

промывая каждый раз после определения электроды дистиллированной водой.

3. Для определения содержания ионов калия в химические стаканчики на 50 мл поместите по 1 мл 0,1М раствора хлорида натрия и по 50 мл исследуемой пробы.

4. По результатам работы составляют таблицу 8.

Таблица 8

Данные по оценке содержания ионов в воде

№ пробы	Место отбора проб	Содержание ионов, мг/л					
		Cl	Pb	Cd	Ba	Cu	K

### **Контрольные вопросы**

1. Для чего применяются ионоселективные электроды?
2. Почему необходимо изучать содержание ионов в воде?
3. Какие источники поступления в воду ионов калия, бария, кадмия, свинца, меди вы можете назвать?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания о характеристиках воды (содержание ионов);
- формируют навыки количественной оценки содержания ионов в воде;
- развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### **Применение**

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, на уроках химии 8 класса в теме «Количества вещества», на уроках экологии 11 класса в теме «Современное состояние водных ресурсов», во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### **Список рекомендуемой литературы**

1. Голубкина, Н.А. Лабораторный практикум по экологии [Текст] : 2-е изд., испр. и доп. — М. : ФОРУМ, 2009. — 64 с.
2. Рассохин, Р.В. Экологическая оценка состояния пресноводных водоемов Подмоскovie по тяжелым металлам [Текст] / Р.В. Рассохин, Е.В. Станис // Атуальные проблемы экологии и природопользования : сб. науч. тр. — М. : Изд-во РУДН, 2004. — Вып.6. — Ч. 4. — С. 247—250.

3. Сает, Ю.Е. Методические рекомендации по геохимической оценке состояния поверхностных вод [Текст] / Ю.Е. Сает, Е.П. Янин. — М. : ИМГРЭ, 1985. — 48 с.

4. URL : <http://www.nauka-shop.com/mod/shop/productID/51814/>

5. URL : [http://purecrystal.ru/article\\_info.php?articles\\_id=1](http://purecrystal.ru/article_info.php?articles_id=1)

## 15. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ В ВОДЕ СОЛЕЙ ЖЕЛЕЗА

**Цель:** научиться определять содержание солей железа в воде.

**Задачи:**

— познакомиться со значением железа для организмов;

— научиться определять содержание солей железа в воде.

**Оборудование:** оценочные таблицы.

**Материалы:** пробы воды.

**Реактивы:** 35% раствор перекиси водорода, раствор концентрированной соляной или серной кислоты, 25 %-ный раствор роданистого аммония.

**Учебные дисциплины:** экология, химия.

**Новые понятия:** ПДК.

**Классы:** 9, 11.

### **Комментарии**

Железо — один из самых распространенных элементов в природе. Его содержание в земной коре составляет около 4,7 % по массе, поэтому железо, с точки зрения его распространенности в природе, принято называть макроэлементом. Известно свыше 300 минералов, содержащих соединения железа. Среди них — магнитный железняк  $\alpha\text{-FeO}(\text{OH})$ , бурый железняк  $\text{Fe}_3\text{O}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ , гематит (красный железняк), гидрогетит, сидерит  $\text{FeCO}_3$ , магнитный колчедан  $\text{FeS}_x$  ( $x=1-1,4$ ), железомарганцевые конкреции и др. Железо также является жизненно важным микроэлементом для живых организмов и растений, то есть элементом, необходимым для жизнедеятельности в малых количествах.

Железо является важным питательным элементом для водорослей, высших водных растений и многих других представителей гидробионтов. Соединение трехвалентного железа (гидрооксид) выпадает в виде бурого осадка на дно водоема и растения, оседает на оболочке икры, засоряет жабры гидробионтов, приводя к нарушению дыхания. Главными источниками соединений железа в поверхностных водах являются процессы химического выветривания горных пород,

сопровождающиеся их механическим разрушением и растворением. В процессе взаимодействия с содержащимися в природных водах минеральными и органическими веществами образуется сложный комплекс соединений железа, находящихся в воде в растворенном, коллоидном и взвешенном состояниях. Значительные количества железа поступают с подземным стоком и со сточными водами предприятий металлургической, металлообрабатывающей, текстильной, лакокрасочной промышленности и сельскохозяйственными стоками.

*Предельно допустимая концентрация (ПДК)* — утвержденный в законодательном порядке санитарно-гигиенический норматив. Под ПДК понимается такая концентрация химических элементов и их соединений в окружающей среде, которая при повседневном влиянии в течение длительного времени на организм человека не вызывает патологических изменений или заболеваний, устанавливаемых современными методами исследований в любые сроки жизни настоящего и последующего поколений.

ПДК железа составляет 0,3 мг/л (лимитирующий показатель вредности органолептический). По постановлению органов санэпиднадзора для конкретной системы водоснабжения содержание железа может достигать до 1 мг/л.

### ***Ход работы***

1. К 10 мл исследуемой воды добавьте последовательно 1—2 капли 35 %-ного раствора перекиси водорода, 1—2 капли концентрированной соляной или серной кислоты и 0,2 мл (4—5 капель) 25 %-ного раствора роданистого аммония.

2. Определите содержание солей железа по интенсивности окрашивания раствора (табл. 9):

Таблица 9

Определение содержания солей железа в воде

Окрашивание при наблюдении сбоку	Окрашивание при наблюдении сверху	Содержание солей железа, мг/л
Отсутствует	Отсутствует	менее 0,05
Едва заметное желтовато-розовое	Чрезвычайно слабое желтовато-розовое	0,1
Очень слабое желтовато-розовое	Слабое желтовато-розовое	0,25
Слабое желтовато-розовое	Слабо желтовато-розовое	0,5
Слабое желтовато-розовое	Желтовато-розовое	1,0
Сильно желтовато-розовое	Желтовато-красное	2,5
Слабое желтовато-красное	Ярко-красное	5,0



3. Оцените содержание ионов железа в воде с учетом имеющихся данных по ПДК.

Для открытых водоемов ПДК — 0,5 мг/л, для вод подземных источников — 1,0 мг/л.

### ***Контрольные вопросы***

1. В составе каких соединений железо попадает в водоемы?
2. Чем опасен избыток железа, а чем недостаток в воде?
3. Какие соединения образует железо в воде?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

— расширяют знания о характеристиках воды (содержание ионов железа);

— формируют навыки количественной оценки содержания ионов железа в воде;

— развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### ***Применение***

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, на уроках экологии 11 класса в теме «Современные проблемы охраны природы», на уроках химии 9 класса в теме «Железо», во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Гусева, Т.В. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды [Текст] : справочные материалы / Т.В. Гусева [и др.]. — М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2005. — 176 с.

2. Петин, А.Н. Анализ и оценка качества поверхностных вод [Текст] : учеб. пособие / А.Н. Петин, М.Г. Лебедева, О.В. Крымская. — Белгород : Изд-во БелГУ, 2006. — 252 с.

3. Рямова, А.М. Проведение школьных экологических исследований [Текст] : методич. реком. / А.М. Рямова, Г.В. Золотов, В.В. Пянюков ; Ряз. обл. ин-т развития образования. — Рязань, 1997. — 33 с.

4. URL : <http://www.nauka-shop.com/mod/shop/productID/51814/>

## **16. КОЛИЧЕСТВЕННОЕ И ПОЛУКОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИОНОВ ХЛОРА**

**Цель:** научиться давать полуколичественную и количественную характеристику содержанию хлоридов в воде пресноводного водоема.

**Задачи:**

— изучить пути поступления хлора в водоемы и влияние ионов хлора на организм человека и животных;

— научиться определять содержание ионов хлора количественно и полуколичественно;

— сравнивать результаты, полученные разными методами.

**Оборудование:** оценочные таблицы, спиртовка.

**Материалы:** пробы воды.

**Реактивы:** 50 % раствор азотной кислоты ( $\text{HNO}_3$ ), раствор азотнокислого серебра ( $\text{AgNO}_3$ ), 10 %-ный нейтральный раствор хромовокислого калия ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ).

**Новые понятия:** опалесценция, аргентометрия, хлорид-ионы, хлориды.

**Учебные дисциплины:** химия, экология.

**Классы:** 8, 9, 11.

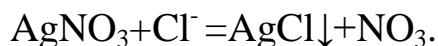
**Комментарии**

Хлорид-ион образуется в результате растворения ионных солей, содержащих анион хлора (*хлориды*). Следовательно, существование хлорид-иона возможно только в водных растворах. В почвах хлорид-ион может также содержаться в составе кристаллических солей. В природе хлор представленный хлорид-ионом имеет значительное распространение: 0,02 % от массы земной коры. Для сравнения это столько же, сколько и углерода, или в 10 раз больше, чем свинца. Самые распространенные минералы, содержащие хлорид-ион: галит  $\text{NaCl}$ , сильвинит  $\text{NaCl} \cdot \text{KCl}$ , карналлит  $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2$ . Хлориды тяжелых металлов нерастворимы, хлориды щелочных и щелочноземельных металлов растворимы все. Значительная растворимость хлоридов обусловила их распространение на планете. Основным местонахождением хлоридов является Мировой океан. По содержанию солей воды мирового океана являются хлоридно-натриевыми ( $\text{NaCl}$ ). Средняя концентрация хлорид-иона составляет 546 ммоль/л (19 г/л). Значительное содержание хлоридов во внутренних водоемах — явление редкое. Оно колеблется в пределах 5—80 мг/л. Повышенное содержание хлоридов объясняется загрязнением водоема сточными водами некоторых производств. Однако тому причиной может быть и выщелачивание материнской породы, содержащей хлоридные соли.

Меры предотвращения поступления хлора в окружающую среду: правильное использование соединений в промышленности, а так-

же упорядоченное сжигание бытового мусора с применением печей оптимальной конструкции. Концентрация хлоридов в водоемах (ПДК) — источниках водоснабжения допускается до 350 мг/л. Хлориды попадают в водоемы со сбросами хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод, а также при использовании в зимнее время антигололедных составов. Содержание хлоридов в воде — важный показатель при оценке санитарного состояния водоема.

Метод определения содержания хлоридов основан на осаждении хлорида серебра:



Полуколичественный метод оценки содержания ионов основан на типе выпадающего осадка.

Наиболее распространено аргентометрическое определение хлора по методу Мора (количественный метод). Сущность его состоит в прямом титровании жидкости раствором нитрата серебра с индикатором хроматом калия до побурения белого осадка.

Индикатор метода Мора — раствор  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  дает с нитратом серебра красный осадок хромата серебра  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ , но растворимость осадка ( $0,65 \cdot 10^{-4}$  Э/л) гораздо больше растворимости хлорида серебра ( $1,25 \cdot 10^{-5}$  Э/л). Поэтому при титровании раствором нитрата серебра в присутствии хромата калия красный осадок хромата серебра появляется лишь после добавления избытка ионов  $\text{Ag}^+$ , когда все хлорид-ионы уже осаждены. При этом всегда к анализируемой жидкости приливают раствор нитрата серебра, а не наоборот.

Возможности применения аргентометрии довольно ограничены. Ее используют только при титровании нейтральных или слабощелочных растворов (рН от 7 до 10). В кислой среде осадок хромата серебра растворяется.

### ***Ход работы***

#### ***1. Полуколичественный метод***

— В пробирку с исследуемой водой (5 мл) добавьте 3 капли 10 %-ного раствора азотнокислого серебра.

— Примерное содержание хлорид-ионов определяют по внешнему виду осадка:

— опалесцирующий (слабая муть) — содержание  $\text{Cl}^-$  1-10 мг/л;

— сильная муть — содержание  $\text{Cl}^-$  10-50 мг/л;

— хлопья, осаждающиеся не сразу, — содержание  $\text{Cl}^-$  50—100 мг/л;

— белый объемный осадок — содержание  $\text{Cl}^-$  более 100 мг/л.

#### ***2. Количественный метод***

К 100 мл исследуемой воды добавляют 2 капли 10 %-ного нейтрального раствора хромовокислого калия и титруют раствором азотнокислого серебра (тированный раствор: 1 мл раствора азотнокислого серебра осаждает 1 мл хлора) до появления слабокрасноватой окраски. Количество миллилитров азотного серебра соответствует количеству миллилитров хлора, пошедшего на титрование.

3. Сравните данные с ПДК  $\text{Cl}^-$  в водоемах. Сделайте выводы.

### ***Контрольные вопросы***

1. Каковы характерные реакции на ионы хлора?
2. В составе каких соединений хлор попадает в водоемы?
3. Чем опасен избыток хлора в воде?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания о характеристиках воды (содержание ионов хлора);
- формируют навыки количественной и полуколичественной оценки содержания ионов хлора в воде;
- развивают творческие, коммуникативные, исследовательские компетенции.

### ***Применение***

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, на уроках экологии 11 класса в теме «Современные проблемы охраны природы», на уроках химии 8 класса «Ионные реакции», 9 класса в теме «Хлор», во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Аргунова, М.В. Экологический мониторинг [Текст] : методические рекомендации для учителей к курсу «Экология Москвы и устойчивое развитие» / М.В. Аргунова [и др.]. — М. : Центр «Школьная книга», 2008. — 144 с.
2. Буйволов, Ю.А. Физико-химические методы изучения качества природных вод [Текст] : метод. пособие. — М., Экосистема, 1997.
3. Габриелян, О.С. Химия 8 класс [Текст] : учеб. для общеобразоват. учреждений. — 9-е изд., стереотип. — М. : Дрофа, 2005. — 208 с.
4. Голубкина, Н.А. Лабораторный практикум по экологии [Текст]. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : ФОРУМ, 2009. — 64 с.

5. Грин, И. Биология [Текст] : в 3 т. — Т. 2. / И. Грин, У. Стаут, Д. Тейлор ; под. ред. Р. Сопера. — М. : Мир, 1993. — 325 с.

6. Петунин, О.В. Изучение экологии в школе. Программы элективных курсов, конспекты занятий, лабораторный практикум, задания и упражнения [Текст]. — Ярославль : Академия развития ; Владимир : ВКТ, 2008. — 192 с.

7. Рыбакова, Г.В. Органические соединения хлора в окружающей среде [Текст] / Г.В. Рыбакова, С.Н. Завиваев // Современный мир, природа и человек № 1 : межвузовский сборник научных трудов. — Томск : Крокус, 2009. — Т. 1. — С. 95—96.

8. Экология Москвы и устойчивое развитие [Текст] : учебное пособие для 10(11) классов средних общеобразовательных школ / под ред. Г.А. Ягодина. — М. : МИОО, «Интеллект-Центр», 2008. — 352 с.

9. URL : [http://revolution.allbest.ru/chemistry/00109256\\_0.html](http://revolution.allbest.ru/chemistry/00109256_0.html)

## 17. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ СУЛЬФАТ-ИОНОВ В ВОДЕ

**Цель:** научиться давать количественную и качественную характеристику содержанию сульфат-ионов в воде пресноводного водоема.

**Задачи:**

— научиться определять содержание сульфат-ионов;

— сравнивать полученные результаты с ПДК.

**Оборудование:** фотоэлектрокалориметр, спектрофотометр, кювет толщиной 20 мм, мерная колба 50 мл (10 шт.).

**Реактивы:** гликолевый реагент, 5 %-ный раствор хлористого бария, этиленгликоль, 96 %-ный этанол, разбавленная соляная кислота, сульфат калия.

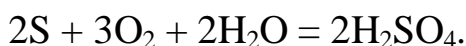
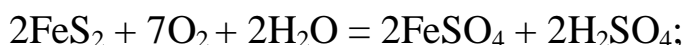
**Новые понятия:** суспензия, калибровочная кривая.

**Учебные дисциплины:** экология, химия.

**Классы:** 8, 9, 11.

**Комментарии**

Сульфаты присутствуют практически во всех поверхностных водах и являются одними из важнейших анионов. Главным источником сульфатов в поверхностных водах являются процессы химического выветривания и растворения серосодержащих минералов, в основном гипса, а также окисления сульфидов и серы:



Значительные количества сульфатов поступают в водоемы в процессе отмирания организмов, окисления наземных и водных веществ растительного и животного происхождения и с подземным стоком. В больших количествах сульфаты содержатся в шахтных водах и в промышленных стоках производств, в которых используется серная кислота, например, окисление пирита. Сульфаты выносятся также со сточными водами коммунального хозяйства и сельскохозяйственного производства.

Ионная форма  $\text{SO}_4^{2-}$  характерна только для маломинерализованных вод. При увеличении минерализации сульфатные ионы склонны к образованию устойчивых ассоциированных нейтральных пар типа  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$ .

Содержание сульфатных ионов в растворе ограничивается сравнительно малой растворимостью сульфата кальция (произведение растворимости сульфата кальция  $L=6,1 \cdot 10^{-5}$ ). При низких концентрациях кальция, а также в присутствии посторонних солей концентрация сульфатов может значительно повышаться.

Сульфаты активно участвуют в сложном круговороте серы. При отсутствии кислорода под действием сульфатредуцирующих бактерий они восстанавливаются до сероводорода и сульфидов, которые при появлении в природной воде кислорода снова окисляются до сульфатов. Растения и другие автотрофные организмы извлекают растворенные в воде сульфаты для построения белкового вещества. После отмирания живых клеток гетеротрофные бактерии освобождают серу протеинов в виде сероводорода, легко окисляемого до сульфатов в присутствии кислорода.

Концентрация сульфата в природной воде изменяется в широких пределах. В речных водах и в водах пресных озер содержание сульфатов часто колеблется от 5—10 до 60 мг/дм<sup>3</sup>, в дождевых водах — от 1 до 10 мг/дм<sup>3</sup>. В подземных водах содержание сульфатов может достигать значительно больших величин.

Концентрация сульфатов в поверхностных водах подвержена заметным сезонным колебаниям и обычно коррелирует с изменением общей минерализации воды. Важнейшим фактором, определяющим режим сульфатов, является меняющееся соотношение между поверхностным и подземным стоками. Заметное влияние оказывают окислительно-восстановительные процессы, биологическая обстановка в водном объекте и хозяйственная деятельность человека.

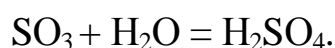
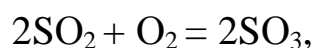
Повышенное содержание сульфатов ухудшает органолептические свойства воды и оказывают физиологическое воздействие на организм человека. Поскольку сульфаты обладают слабительными свойствами, его предельно допустимая концентрация строго регла-

ментируется нормативными актами. Весьма жесткие требования по содержанию сульфатов предъявляются к водам, питающим паросиловые установки, поскольку сульфаты в присутствии кальция образуют прочную накипь. Вкусовой порог сульфата магния лежит в пределах от 400 до 600 мг/л, для сульфата кальция — от 250 до 800 мг/л.

ПДК сульфатов в воде водоемов хозяйственно-питьевого назначения составляет 500 мг/л, лимитирующий показатель вредности — органолептический.

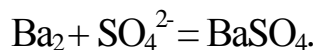
Не замечено, чтобы сульфат в питьевой воде влиял на процессы коррозии, но при использовании свинцовых труб концентрация сульфатов выше 200 мг/дм<sup>3</sup> может привести к вымыванию в воду свинца.

Сульфаты — распространенные компоненты природных вод. Их присутствие в воде обусловлено растворением некоторых минералов — природных сульфатов (гипс), а также переносом с дождями содержащихся в воздухе сульфатов. Последние образуются при реакциях окисления в атмосфере оксида серы (IV) до оксида серы (VI), образования серной кислоты и ее нейтрализации (полной или частичной):



Наличие сульфатов в промышленных сточных водах обычно обусловлено технологическими процессами, протекающими с использованием серной кислоты (производство минеральных удобрений, производства химических веществ). Сульфаты в питьевой воде не оказывают токсического эффекта для человека, однако ухудшают вкус воды: ощущение вкуса сульфатов возникает при их концентрации 250—400 мг/л. Сульфаты могут вызывать отложение осадков в трубопроводах при смешении двух вод с разным минеральным составом, например сульфатных и кальциевых, в осадок выпадает CaSO<sub>4</sub>.

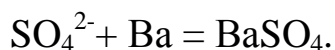
Метод определения массовой концентрации сульфат-аниона основан на реакции сульфат-анионов с катионами бария с образованием нерастворимой суспензии сульфата бария по реакции:



О концентрации сульфат-анионов судят по количеству суспензии сульфата бария, которое определяют турбидиметрическим методом. Предлагаемый наиболее простой вариант турбидиметрического метода основан на измерении высоты столба суспензии по его прозрачности и применим при концентрации сульфат-анионов не менее 30 мг/л.

### *Ход работы*

*Качественный анализ* на  $\text{SO}_4^{2-}$ : добавьте к исследуемой вытяжке раствор хлорида бария. При наличии ионов выпадает осадок белого цвета:



*Количественный анализ на  $\text{SO}_4^{2-}$ :*

### *1. Приготовление реактивов*

Для получения гликолевого реагента смешайте в мерной колбе один объем 5 %-го водного раствора хлористого бария с тремя объемами этиленгликоля и тремя объемами 96 %-го этанола. Добавьте разбавленную соляную кислоту (1:1) до  $\text{pH} = 2,5\text{—}2,8$  и оставьте раствор на 1—2 суток. Раствор устойчив в течение 3—6 месяцев.

### *2. Проведение анализа*

— К 5 мл воды добавьте 1—2 капли соляной кислоты (1:1), 5 мл гликолевого реагента и тщательно перемешайте.

— Через 30 минут измерьте оптическую плотность полученного раствора на фотоэлектрокалориметре или спектрофотометре в кюветках толщиной 20 мм при  $\lambda = 364$  нм.

— В качестве раствора сравнения используйте исследуемую пробу с добавлением гликолевого реагента, приготовленного без хлорида бария. Содержание сульфатов найдите по калибровочной кривой (в работе желательно пользоваться готовой предварительно полученной калибровочной кривой).

### *3. Построение калибровочной кривой*

В мерные колбы на 50 мл внесите 0; 0,1; 0,2; 0,4; 0,6; 1,0; 1,4; 2,0 мл стандартного раствора сульфата калия (0,5 мг в 1 мл) и доведите объем раствора до метки дистиллированной водой. Полученные растворы соответствуют концентрациям сульфат-иона 0; 1; 2; 4; 6; 10; 14; 20 мг/л. Отмерьте по 5 мл из каждого раствора в мерные цилиндры на 10 мл и добавьте по 1—2 капли разбавленной соляной кислоты (1:1) и 5 мл гликолевого реагента, перемешайте и через 30 минут отмерьте оптическую плотность полученных растворов, по значениям которой постройте калибровочный график. Оптимальные интервалы концентраций для определения сульфат-иона находятся в интервале 2—25 мг/л.

### ***Контрольные вопросы***

1. Каковы характерные реакции на сульфат-ионы?
2. В составе каких соединений сера попадает в водоемы?
3. Чем опасен избыток сульфат-ионов в воде?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

— расширяют знания о характеристиках воды (содержание сульфат-ионов);



— формируют навыки количественной и качественной оценки содержания сульфат-ионов в воде;

— развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### ***Применение***

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, на уроках химии 9 класса в теме «Сера», 8 класса «Ионные реакции», на уроках экологии 11 класса в теме «Современные проблемы охраны природы», во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Алесковский, В.Б. Физико-химические методы анализа [Текст]. — Л. : Химия, 1988. — 376 с.

2. Буйволов, Ю.А. Физико-химические методы изучения качества природных вод [Текст] : метод. пособие. — М., Экосистема, 1997.

3. Голубкина, Н.А. Лабораторный практикум по экологии [Текст]. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : ФОРУМ, 2009. — 64 с.

4. Петунин, О.В. Изучение экологии в школе. Программы элективных курсов, конспекты занятий, лабораторный практикум, задания и упражнения [Текст]. — Ярославль : Академия развития ; Владимир : ВКТ, 2008. — 192 с.

5. URL : <http://www.nauka-shop.com/mod/shop/productID/51814/>

## **18. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ В ВОДЕ СОЕДИНЕНИЙ АЗОТА**

***Цель:*** научиться давать количественную характеристику содержанию соединений азота в воде пресноводного водоема.

### ***Задачи:***

— научиться определять содержание в воде солей аммония и нитратов;

— освоить колориметрический метод определения нитратов с салициловым натрием.

**Оборудование:** пробы воды, оценочные таблицы, спиртовка, фарфоровая чашка, пробирки, стеклянная палочка, мерные колбы 50 мл.

**Реактивы:** 50 % раствор сегнетовой соли, реактив Несслера, реактив Гисса, 0,5 г салициловой кислоты, дистиллированная вода.

**Новые понятия:** колориметрический метод, анионы, нитраты, ионы аммония, нитриты.

**Учебные дисциплины:** химия, экология.

**Классы:** 8, 9, 11.

### **Комментарии**

В воде водоемов азот находится в нескольких формах: в виде растворенного молекулярного азота и в виде различных органических и минеральных соединений — азота альбуминоидного, аммиачного и аммонийного, нитритов и нитратов. Поскольку азот является одним из основных биогенных элементов, входящих в состав растительных и животных организмов, все эти формы присутствуют в водоемах и проходят определенный цикл превращений (круговорот) по схеме:

Растение ----- > Животное —> Продукты распада

$\text{NH}_4^+$  -----> $\text{NO}_3^-$  —> $\text{NO}_2^-$  —>Растения

Для гидробионтов наиболее опасен аммиак, он намного токсичнее, чем ионы аммония, содержание которого не должно превышать 0,5 мг/л.

**Нитриты** — промежуточные продукты биохимического окисления аммиака. В незагрязненной воде они присутствуют в небольших количествах, их содержание не должно превышать 0,08 мг/л.

Сезонные колебания содержания нитритов характеризуются отсутствием их зимой и появлением весной при разложении неживого органического вещества. Наибольшая концентрация нитритов наблюдается в конце лета, их присутствие связано с активностью фитопланктона (установлена способность диатомовых и зеленых водорослей восстанавливать нитраты до нитритов). Осенью содержание нитритов уменьшается.

Содержание *ионов аммония* в природных водах варьирует в интервале от 10 до 200 мкг/л в пересчете на азот. Присутствие в незагрязненных поверхностных водах ионов аммония связано главным образом с процессами деградации белковых веществ, дезаминирования аминокислот, разложения мочевины под действием фермента уреазы. Основными источниками поступления ионов аммония в водные объекты являются животноводческие фермы,

хозяйственно-бытовые сточные воды, поверхностный сток с сельскохозяйственных угодий при использовании аммонийных удобрений, а также сточные воды пищевой, коксохимической, лесохимической и химической промышленности. В стоках промышленных предприятий содержится до 1 мг/л аммония, в бытовых стоках — 2—7 мг/л; с хозяйственно-бытовыми сточными водами в канализационные системы ежедневно поступает до 10 г аммонийного азота на одного жителя.

Концентрация аммония в питьевой воде не должна превышать 2 мг/л по азоту (ПДК).

*Нитраты* — это соли азотной кислоты. В воде эти соли легко распадаются на ионы (заряженные частицы) и существуют в «свободной» форме: в виде нитрат-ионов  $\text{NO}_3^-$ . Заряд нитрат-ионов отрицательный, поэтому они называются *анионами* (ионы с отрицательным зарядом).

Присутствие нитратных ионов в природных водах связано:

— с процессами нитрификации под действием нитрифицирующих бактерий;

— атмосферными осадками, которые поглощают образующиеся при атмосферных электрических разрядах оксиды азота (концентрация нитратов в атмосферных осадках достигает 0,9—1 мг/л);

— промышленными и хозяйственно-бытовыми сточными водами, особенно после биологической очистки, когда концентрация достигает 50 мг/л;

— стоком с сельскохозяйственных угодий и со сбросными водами с орошаемых полей, на которых применяются азотные удобрения.

Концентрация нитратов в поверхностных водах подвержена значительным сезонным колебаниям: минимальная — в вегетационный период, увеличивается осенью и достигает максимума зимой, когда при минимальном потреблении азота происходит разложение органических веществ и переход азота из органических форм в минеральные. Амплитуда сезонных колебаний может служить одним из показателей эвтрофирования водного объекта.

*Нитраты* встречаются практически во всех водоемах. При органическом загрязнении водоема повышенное содержание нитратов сочетается с высокими уровнями нитритов и аммонийного азота. Повышенные концентрации только нитратов свидетельствуют о полной минерализации органических веществ, загрязняющих водоем в прошлом, или могут указывать на поступление их со сточными водами. Для нормальной жизнедеятельности рыб содержание нитратов не должно превышать 40 мг/л.

## ***Ход работы***

### ***1. Определение солей аммония***

К 10 мл исследуемой воды добавьте 0,2—0,3 мл (5—7 капель) 50 % раствора сегнетовой соли и прилейте 0,2 мл (5 капель) реактива Несслера (двойная соль йодистой ртути и йодистого калия, растворенная в едком калии).

Содержание солей аммония (аммиака) определите по интенсивности окрашивания раствора в желтый цвет, при наблюдении сбоку и сверху (табл. 10).

Таблица 10

**Определение содержания сульфат-ионов в воде  
по интенсивности окрашивания**

Окрашивание при наблюдении сбоку	Окрашивание при наблюдении сверху	Содержание аммиака мг/л
Отсутствует	Отсутствует	Менее 0,05
Отсутствует	Чрезвычайно слабое	0,1
Чрезвычайно слабое	Слабо-желтоватое	0,2
Очень слабо-желтоватое	Желтоватое	0,4
Слабо-желтоватое	Светло-желтое	0,8
Светло-желтоватое	Желтое	2,0
Желтое	Интенсивно-буровато-желтое	4,0
Мутновато-резко-желтое	Бурое, раствор мутный	8,0

Наличие солей аммония указывает на свежее загрязнение воды.

Сравните полученные данные с предельно допустимой концентрацией (ПДК = 0,1 мг/л).

### ***2. Определение содержания нитритов***

— К 10 мл исследуемой воды прилейте 0,3 мл (10—12 капель) реактива Гисса (смесь  $\alpha$ -нафтамина с сульфаниловой кислотой, растворенная в уксусной кислоте).

— Нагрейте в течение 5 минут до температуры +73—80 °С. Без нагревания результат получается спустя 20 минут, после прибавления реактива Гисса.

— Оценку осуществите по таблице 11.

Таблица 11

**Определение сульфат-ионов в воде  
по интенсивности окрашивания**

Окрашивание	Окрашивание	Содержание нитритов
-------------	-------------	---------------------

при наблюдении сбоку	при наблюдении сверху	мг/л
Отсутствует	Отсутствует	Менее 0,002
Отсутствует	Еле уловимое розовое	0.002
Отсутствует	Едва заметное розовое	0,004
Очень слабо-розовое	Слабо-розовое	0,02
Светло-розовое	Розовое	0,07
Сильно-розовое	Малиновое	0,2
Малиновое	Ярко-малиновое	0,4

— Сравните полученные значения с ПДК — 0,002 мг/л. Содержание в воде нитритов свидетельствует о длительном загрязнении.

### 3. Определение нитратов с салициловокислым натрием колориметрическим методом

Приготовление реактивов:

— *0,5 %-ный раствор салициловокислого натрия*: 0,5 г салициловокислого натрия растворите в мерной колбе в 100 мл дистиллированной воды;

— *10н. раствор едкого натра*: растворите 400 г. едкого натра в 1 л дистиллированной воды;

— *раствор виннокислого калия-натрия*: 30 г калия-натрия виннокислого растворите в 70 мл дистиллированной воды.

Проведение анализа.

10 мл исследуемой воды поместите в фарфоровую чашку. Прибавьте 1 мл раствора салициловокислого натрия и выпарите досуха. После охлаждения сухой остаток увлажните 1 мл концентрированной серной кислоты, тщательно разотрите его стеклянной палочкой и оставьте на 10 мин. Затем добавьте 5—10 мл дистиллированной воды и количество перенесите в мерную колбу вместимостью 50 мл. Прибавьте 7 мл 10н. раствора едкого натра, доведите объем дистиллированной водой до метки и перемешайте. В течение 10 мин. после прибавления едкого натра окраска не изменяется. Сравнение интенсивности окраски исследуемой пробы произведите фотометрическим методом, измеряя оптическую плотность раствора (фиолетовый светофильтр). Содержание нитратов определите по калибровочному графику в мг/л.

*Калибровочная кривая.* В пробирки отберите 0; 0,5; 1; 2; 4; 6; 10 мл рабочего стандартного раствора азотнокислого калия (в 1 мл — 0,01 мг азота) и доводят дистиллированной водой до 10 мл. Полученные растворы соответствуют содержанию нитратного азота 0; 0,5; 1; 2; 4; 6; 10 мг/л. Растворы перенесите в фарфоровые чашки, прибавьте по 1 мл

раствора салициловокислого натрия и выпарите на водяной бане до суха. Сухой осадок обработайте, как описано выше, и измерьте оптическую плотность стандартных растворов. Для построения калибровочного графика из полученных величин вычтете оптическую плотность нулевой пробы и результаты нанесите на график.

### ***Контрольные вопросы***

1. Что такое ПДК?
2. Зачем необходимо оценивать содержание соединений азота в воде?
3. Каковы пути поступления нитратов в водоемы?
4. Каковы пути поступления аммония в водоемы?
5. Укажите ПДК для соединений азота?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания о характеристиках воды (содержание нитратов, солей аммония);
- формируют навыки количественной оценки содержания соединений азота в воде;
- развивают творческие, аналитические и исследовательские компетенции.

### ***Применение***

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, на уроках химии 8 класса «Ионные реакции», 9 класса в теме «Соединения азота», на уроках экологии 11 класса при изучении темы «Современные проблемы охраны природы», во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Габриелян, О.С. Химия 8 класс [Текст] : учеб. для общеобразоват. учреждений. — 9-е изд., стереотип. — М. : Дрофа, 2005. — 208 с.
2. Голубкина, Н.А. Лабораторный практикум по экологии [Текст]. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : ФОРУМ, 2009. — 64 с.
3. Гусева, Т.В. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды [Текст] : справ. материалы / Т.В. Гусева [и др.]. — М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2005. — 176 с.

4. Рямова, А.М. Проведение школьных экологических исследований [Текст] : метод. реком. / А.М. Рямова, Г.В. Золотов, В.В. Панюков ; Ряз. обл. ин-т развития образования. — Рязань, 1997. — 33 с.

5. URL : <http://www.nauka-shop.com/mod/shop/productID/51814/>

## 19. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ВЗВЕШЕННЫХ ЧАСТИЦ В ВОДЕ

**Цель:** научиться определять содержание взвешенных частиц в воде.

**Задачи:**

— ознакомиться с методами определения содержания взвешенных частиц в воде;

— провести оценку содержания взвешенных частиц в пробе воды.

**Оборудование:** сушильный шкаф, фильтровальная бумага, весы аналитические.

**Новые понятия:** мутность.

**Учебные дисциплины:** экология, физика.

**Классы:** 7, 11.

### **Комментарии**

Мутность природных вод вызвана присутствием тонкодисперсных примесей, обусловленных нерастворимыми или коллоидными неорганическими и органическими веществами различного происхождения.

Мутность воды обуславливает и некоторые другие характеристики воды, такие как:

— *осадок*, который может отсутствовать, быть незначительным, заметным, большим, очень большим, измеряясь в миллиметрах;

— *взвешенные вещества*, или грубодисперсные примеси, которые определяются гравиметрически после фильтрования пробы, по привесу высушенного фильтра; этот показатель обычно малоинформативен и имеет значение главным образом для сточных вод;

— *прозрачность*, которая измеряется как высота столба воды, при взгляде сквозь который на белой бумаге можно различать стандартный шрифт (см. раздел «Прозрачность»).

### **Ход работы**

1. Фильтр высушите в сушильном шкафу и взвесьте на аналитических весах с точностью до 1 мг.

2. Возьмите 500—1000 мл воды.
3. Воду взболтайте и пропустите ее через бумажный фильтр.
4. После фильтрования осадок с фильтром высушите до постоянной массы при 105 °С, охладите в бюксе или в другой герметически закрывающейся посуде и взвесьте.
5. Содержание взвешенных веществ (мг/л) в испытуемой воде определяют по формуле:

$$(m_1 - m_2) * 1000 / V,$$

где  $m_1$  — масса бумажного фильтра с осадком взвешенных частиц, мг;

$m_2$  — масса бумажного фильтра до опыта, мг;

$V$  — объем воды для анализа, мл.

ПДК взвешенных частиц в водоемах составляет 10 мг/л.

### ***Контрольные вопросы***

1. Какие взвешенные частицы встречаются в воде?
2. Почему на содержание взвешенных частиц установлены ПДК?
3. Что такое ПДК?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

— расширяют знания о характеристиках воды (содержание взвешенных частиц);

— формируют навыки количественной оценки содержания взвешенных частиц в воде;

— развивают творческие, аналитические, коммуникативные и исследовательские компетенции.

### ***Применение***

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, на уроках физики 7 класс в теме «Масса», на уроках экологии 11 класса при изучении темы «Водные ресурсы, их состояние и охрана», во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Аргунова, М.В. Экологический мониторинг : методические рекомендации для учителей к курсу «Экология Москвы и устойчивое развитие» [Текст] / М.В. Аргунова [и др.]. — М. : Центр «Школьная книга», 2008. — 144 с.



2. Беляев, М.П. Справочник предельно допустимых концентраций вредных веществ в пищевых продуктах и среде обитания [Текст]. — М. : Госсанэпиднадзор, 1993. — 141 с.

3. Зверев, А.Т. Экология. Практикум. 10—11 кл. [Текст] : учеб. пособие для общеобразовательных учреждений. — М. : ООО Изд. дом «ОНИКС 21 век», 2004. — 176 с.

4. Экология Москвы и устойчивое развитие [Текст] : учеб. пособие для 10(11) классов средних общеобразовательных школ / под ред. Г.А. Ягодина. — М. : МИОО, «Интеллект-Центр», 2008. — 352 с.

## 20. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖЕСТКОСТИ ВОДЫ

**Цель:** научиться давать количественную характеристику различным показателям, характеризующим жесткость воды пресноводного водоема.

**Задачи:**

- познакомиться с видами жесткости воды;
- научиться определять жесткость воды;
- сравнивать данные с ПДК и делать обоснованные выводы.

**Оборудование:** сосуд для сбора воды.

**Реактивы:** аммиачно-буферный раствор, индикатор хромоген черный, 0,1N раствор трилона Б, индикатор метилоранж, 0,1N раствор соляной кислоты.

**Новые понятия:** комплексометрическое титрование, общая жесткость, постоянная жесткость, устранимая жесткость.

**Учебные дисциплины:** химия, экология.

**Классы:** 8, 11.

### **Комментарии**

Жесткость воды обусловлена наличием в ней солей кальция и магния. Различают три вида жесткости:

— общая жесткость — жесткость сырой воды, обусловленная всеми соединениями кальция и магния;

— постоянная жесткость — жесткость воды после одночасового кипячения, которая зависит от содержания различных солей, не дающих осадка при кипячении;

— устранимая жесткость — жесткость воды, устранимая при кипячении, то есть часть общей жесткости, которую можно вычислить по разности между величинами общей и постоянной жесткости.

Жесткая вода образует плотные слои накипи на внутренних стенках водонагревательных приборов, в ней плохо развариваются пищевые продукты, при стирке белья в жесткой воде расходуется много мыла.

Для смягчения воды могут быть использованы ионообменные смолы. При этом жесткая вода пропускается через специальные колонки. Ионы кальция и магния поглощаются ионообменной смолой, а вместо них из смолы выделяются ионы, не создающие жесткости (обычно ионы натрия).

Жесткость выражается в градусах (1 мг — экв./л жесткости равен 2,8 градуса). 1 мг — экв./л жесткости соответствует содержанию 28 мг/л оксида кальция или 20,16 мг/л оксида магния. Мягкая вода имеет жесткость до 10 градусов, вода средней жесткости — от 10 до 20 градусов, жесткая вода — 20 градусов и очень жесткая — 40 градусов.

*Комплексометрическое титрование* — метод, основанный на реакциях, при котором титруемое вещество при взаимодействии с титрантом образует слабодиссоциирующий комплекс:



Жесткая вода мешает мылу проявлять свои моющие свойства. При смешивании мыла с мягкой водой оно легко растворяется с образованием мутного раствора со слоем пены на поверхности. Если же мыло добавить к жесткой воде, ионы кальция и магния вступают в реакцию с мылом, образуя нерастворимые соединения, которые выпадают в виде хлопьев или клейкого налета. Чем мягче вода, тем лучше происходит процесс пенообразования. В очень жесткой воде пена не образуется вообще.

Для пресноводных рыб благоприятна мягкая и среднежесткая вода. Слишком мягкая вода нежелательная из-за недостатка в ней солей кальция, магния и других элементов, поэтому рыбы недополучают эти биогенные элементы через воду. Соли кальция и магния регулируют буферные свойства воды, связывают многие токсические вещества (тяжелые металлы), переводят их в нерастворимые осадки, а также положительно влияют на резистентность организма гидробионтов к некоторым болезням.

### *Ход работы*

1. Определение *общей жесткости* комплексометрическим методом:

— К 100 мл профильтрованной воды добавьте 5 мл аммиачно-буферного раствора и 10 капель индикатора (хромогена черного).

— Медленно титруйте 0,1 Н раствором трилона Б до перехода вишнево-красной окраски в синюю. В конце титрования трилон Б добавляйте с интервалами 3—10 сек. Количество миллилитров трилона Б, пошедшего на титрование данного количества раствора, будет соответствовать количеству мг/экв. общей жесткости.

2. Определение *устраняемой жесткости*:

— К 100 мл исследуемой воды добавьте 2 капли метилоранжа.

— Титруйте 0,1Н раствором соляной кислоты до перехода желтой окраски в слабо-розовую. Количество миллилитров соляной кислоты, пошедшее на титрование, соответствует количеству мг/экв. жесткости.

3. Определение жесткости воды в полевых условиях

В сосуд с исследуемой водой добавьте мыльный раствор, резко встряхните несколько раз. Если вода жесткая, то образуются хлопья; в мягкой воде на поверхности образуется пена, вода помутнеет.

4. Сформулируйте выводы.

### ***Контрольные вопросы***

1. Что такое общая и устраняемая жесткость?
2. В каких единицах измеряется жесткость воды?
3. Как объяснить изменение цвета раствора при титровании пробы воды раствором ЭДТА?
4. Какова оптимальная для здоровья человека жесткость питьевой воды?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания о характеристиках воды (жесткость);
- формируют навыки количественной оценки жесткости воды;
- развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### ***Применение***

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, на уроках химии 8 класса в теме «Концентрация веществ», на уроках экологии 11 класса при изучении темы «Водные ресурсы, их состояние и охрана», во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Аргунова, М.В. Экологический мониторинг [Текст] : методические рекомендации для учителей к курсу «Экология Москвы и

устойчивое развитие» / М.В. Аргунова [и др.]. — М. : Центр «Школьная книга», 2008. — 144 с.

2. Голубкина, Н.А. Лабораторный практикум по экологии [Текст]. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : ФОРУМ, 2009. — 64 с.

3. Гусева, Т.В. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды [Текст] : справ. материалы / Т.В. Гусева [и др.]. — М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2005. — 176 с.

4. Зверев, А.Т. Экология. Практикум. 10—11 кл. [Текст] : учеб. пособие для общеобразовательных учреждений. — М. : ООО «Издательский дом «ОНИКС 21 век», 2004. — 176 с.

5. Рямова, А.М. Проведение школьных экологических исследований [Текст] : метод. реком. / А.М. Рямова, Г.В. Золотов, В.В. Панюков ; Ряз. обл. ин-т развития образования. — Рязань, 1997. — 33 с.

6. Экология Москвы и устойчивое развитие [Текст] : учеб. пособие для 10(11) классов средних общеобразовательных школ / под ред. Г.А. Ягодина. — М. : МИОО, «Интеллект-Центр», 2008. — 352 с.

7. URL : <http://www.nauka-shop.com/mod/shop/productID/51814/>

## 21. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ ВОДЫ

**Цель:** научиться давать количественную характеристику электропроводности воды пресноводного водоема.

**Задачи:**

— ознакомиться с понятием электропроводности воды и причинами ее изменения;

— научиться определять электропроводность пресноводного водоема.

**Оборудование:** сосуд для сбора воды, источник электрического постоянного тока, измерительный прибор ASTM Standard D1125-77.

**Материалы:** пробы воды.

**Новые понятия:** электропроводность, электролиты.

**Учебные дисциплины:** физика, химия.

**Классы:** 9, 10.

### **Комментарии**

*Электропроводность  $S$*  — это численное выражение способности водного раствора проводить электрический ток. Для характеристики вод обычно используется удельная электропроводность. *Удельная электропроводность воды* — инструментально определяемая характеристика минерализации воды. Это величина, обратная удельно-

му сопротивлению. Значение  $S$  измеряется в сименсах (См) или микросименсах (мкСм), а  $\lambda$  — в мкСм/см. Природные воды представляют в основном растворы смесей сильных электролитов. Минеральную часть воды составляют ионы  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ . Этими ионами и обуславливается электропроводность природных вод. Присутствие других ионов, например  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ , не сильно влияет на электропроводность, если эти ионы не содержатся в воде в значительных количествах (например, ниже выпусков производственных или хозяйственно-бытовых сточных вод).

Минерализация природных вод, определяющая их удельную электропроводность, изменяется в широких пределах. Большинство рек имеет минерализацию от нескольких десятков миллиграммов в литре до нескольких сотен. Их удельная электропроводность варьирует от 30 мкСм/см до 1500 мкСм/см. Минерализация подземных вод и соленых озер изменяется в интервале от 40—50 мг/дм<sup>3</sup> до 650 г/дм<sup>3</sup> (плотность в этом случае уже значительно отличается от единицы). Удельная электропроводность атмосферных осадков (с минерализацией от 3 до 60 мг/дм<sup>3</sup>) составляет величины 20—120 мкСм/см.

Многие производства, сельское хозяйство, предприятия питьевого водоснабжения предъявляют определенные требования к качеству вод, в частности к минерализации, так как воды, содержащие большое количество солей, отрицательно влияют на растительные и животные организмы, технологию производства и качество продукции, вызывают образование накипи на стенках котлов, коррозию, засоление почв (табл. 12).

В соответствии с гигиеническими требованиями к качеству питьевой воды суммарная минерализация не должна превышать величины 1000 мг/дм<sup>3</sup>. По согласованию с органами Роспотребнадзора для водопровода, подающего воду без соответствующей обработки (например, из артезианских скважин), допускается увеличение минерализации до 1500 мг/дм<sup>3</sup>.

Таблица 12

Классификация природных вод по минерализации

Категория вод	Минерализация, г/см <sup>3</sup>
Ультрапресные	<0,2
Пресные	0,2-0,5
Воды с относительно повышенной минерализацией	0,5-1,0
Солоноватые	1,0-3,0
Соленые	3-10
Воды повышенной солености	10-35
Рассолы	>35

Нормируемые величины минерализации приблизительно соответствуют удельной электропроводности 2 мСм/см (1000 мг/дм<sup>5</sup>) и 3 мСм/см (1500 мг/дм<sup>3</sup>) в случае как хлоридной (в пересчете на NaCl), так и карбонатной (в пересчете на CaCO<sub>3</sub>) минерализации.

Величина удельной электропроводности служит приблизительным показателем суммарной концентрации электролитов, главным образом неорганических, и используется в программах наблюдений за состоянием водной среды для оценки минерализации вод. Удельная электропроводность — удобный суммарный индикаторный показатель антропогенного воздействия. Удельная электропроводность воды измеряется при помощи платиновых или стальных электродов, погружаемых в воду, через которые пропускается переменный ток частотой от 50 (в маломинерализованной воде) до 2000 Гц и более (в соленой воде), путем измерения электрического сопротивления. Для исключения влияния температуры измерения производятся при постоянной температуре 15 °С (в океанологии), 18 °С (в России, но в некоторых зарубежных странах — при 20 ° или 25 °С) либо приводятся к ней с использованием эмпирических формул.

### ***Ход работы***

1. Поместите пробы воды в сосуды.
2. Проведите градуировку прибора в значениях сопротивления. Для градуировки можно рекомендовать следующие сопротивления: 1 кОм (электропроводность 1000 мкСм), 4 кОм (250 мкСм), 10 кОм (100 мкСм).
3. Для того чтобы точнее определить удельную электропроводность, нужно знать постоянную сосуда для измерения. Приготовьте 0,01 М раствора хлорида калия (KCl) и измерьте его электросопротивление  $R_{KCl}$  (в кОм) в приготовленной ячейке.
4. Определите постоянную сосуда по формуле:

$$C_K = R_{KCl} \cdot \lambda_{KCl},$$

где  $\lambda_{KCl}$ , — удельная электропроводность 0,01М раствора KCl при данной температуре в мкСм/см, при 20 °С = 1278.

5. Измерьте сопротивление образца раствора или воды RX (в кОм).
6. Подсчитайте удельную электропроводность по формуле:

$$\lambda = C_K / R_X.$$

7. Сделайте выводы о качестве анализируемых вод.

### ***Контрольные вопросы***

1. От чего зависит электропроводность воды?
2. С какими характеристиками воды связан показатель ее электропроводности?

3. Какие соединения повышают электропроводность, а какие снижают?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания о характеристиках воды (электропроводность);
- формируют навыки количественной оценки электропроводности;
- развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### ***Применение***

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, на уроках физики 10 класса в теме «Электропроводность», на уроках химии 8 класса в теме «Электролитическая диссоциация», во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. ГОСТ 17.1.1.01-77 (СТ СЭВ 3544-82). Использование и охрана вод. Основные термины и определения. — Введ. 1978–10–07. — М. : Б.и., 1978. — 18 с. — (Охрана природы. Гидросфера). — Изм. № 1, утв. в апр. 1984 г. (ИУС № 8 1983).

2. Гусева, Т.В. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды [Текст] : справ. материалы / Т.В. Гусева [и др.]. — М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2005. — 176 с.

3. Никаноров, А.М. Гидрохимия [Текст] : учеб. для вузов по спец. «Гидрология суши». — СПб. : Гидрометеиздат, 2001. — 444 с.

4. URL : [http://www.o8ode.ru/article/answer/method/izmerenie\\_elektroprovodimosti\\_i\\_colenosti\\_vody\\_konduktometri4eckim\\_metodom.htm](http://www.o8ode.ru/article/answer/method/izmerenie_elektroprovodimosti_i_colenosti_vody_konduktometri4eckim_metodom.htm)

## **22. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ КИСЛОРОДА В ПРОБЕ ВОДЫ (МЕТОД ВИНКЛЕРА)**

***Цель:*** научиться определять содержание кислорода в пробе воды

***Задачи:***

- ознакомиться с методом Винклера — определение содержания кислорода в воде;
- научиться проводить оценку содержания кислорода в воде.

**Оборудование:** 3 пипетки по 5 см<sup>3</sup> с делениями, бюретка, белая кафельная плитка, 3 конические колбы.

**Реактивы:** 3,3 г СаОН; 2,0 г КСl; дистиллированная вода; 4,0 г МпСl<sub>2</sub>; 5 см<sup>3</sup> концентрированной хлористоводородной кислоты, раствор крахмала; 0,01 М раствор тиосульфата натрия; 250 см<sup>3</sup> исследуемой воды в стеклянном сосуде с притертой пробкой.

**Новые понятия:** растворенный кислород, абсорбция.

**Учебные дисциплины:** химия, экология.

**Класс:** 9.

### **Комментарии**

Кислород является важным компонентом для жизнедеятельности живых организмов. Кислород постоянно присутствует в растворенном виде в поверхностных водах. Содержание растворенного кислорода (РК) в воде характеризует кислородный режим водоема и имеет важнейшее значение для оценки его экологического и санитарного состояния. Кислород должен содержаться в воде в достаточном количестве, обеспечивая условия для дыхания гидробионтов. Он также необходим для самоочищения водоемов, так как участвует в процессах окисления органических и других примесей, разложения отмерших организмов. Снижение концентрации РК свидетельствует об изменении биологических процессов в водоеме, о загрязнении водоема биохимически интенсивно окисляющимися веществами (в первую очередь органическими). Потребление кислорода обусловлено также химическими процессами окисления содержащихся в воде примесей, а также дыханием водных организмов.

Поступление кислорода в водоем происходит путем растворения его при контакте с воздухом (*абсорбции*), а также в результате фотосинтеза водными растениями, то есть в результате физико-химических и биохимических процессов. Кислород также поступает в водные объекты с дождевыми и снеговыми водами. Поэтому существует много причин, вызывающих повышение или снижение концентрации в воде растворенного кислорода.

Растворенный в воде кислород находится в виде гидратированных молекул O<sub>2</sub>. Содержание РК зависит от температуры, атмосферного давления, степени турбулизации воды, количества осадков, минерализации воды и др. При каждом значении температуры существует равновесная концентрация кислорода, которую можно определить по специальным справочным таблицам, составленным для нормального атмосферного давления. Степень насыщения воды кислородом, соответствующая равновесной концентрации, принимается рав-



ной 100 %. Растворимость кислорода возрастает с уменьшением температуры и минерализации и с увеличением атмосферного давления.

В поверхностных водах содержание растворенного кислорода может колебаться от 0 до 14 мг/л и подвержено значительным сезонным и суточным колебаниям. В эвтрофированных и сильно загрязненных органическими соединениями водных объектах может иметь место значительный дефицит кислорода. Уменьшение концентрации РК до 2 мг/л вызывает массовую гибель рыб и других гидробионтов. В рыбохозяйственных водоемах содержание кислорода в поверхностных слоях воды должно быть не меньше 0,2 ммоль/л.

### *Ход работы*

1. Осторожно, не расплескивая, наберите воду в бутылку и оставьте ее под водой, чтобы в нее не попадали пузырьки воздуха.

2. Приготовьте 10 см<sup>3</sup> щелочного раствора иодида (3,3 г СаОН; 2,0 г КС1 в 10 см<sup>3</sup> дистиллированной воды).

3. Приготовьте 10 см<sup>3</sup> раствора хлорида марганца (4,0 г МnС1<sub>2</sub> в 10 см<sup>3</sup> дистиллированной воды).

4. В пробу воды пипеткой добавьте 2 см<sup>3</sup> хлорида марганца и 2 см<sup>3</sup> щелочного раствора иодида калия; конец пипетки должен касаться дна бутылки. Более тяжелый раствор солей вытеснит из бутылки равное количество воды, находящейся в верхнем слое.

5. Добавьте 2 см<sup>3</sup> концентрированной хлористоводородной кислоты и закройте бутылку так, чтобы в ней не было пузырьков воздуха. Хорошо потрясите бутылку, для того чтобы растворился осадок. В результате образуется раствор в избытке иодида калия. Теперь растворенный кислород зафиксирован, выньте бутылку из воды.

6. Для исследования отлейте в коническую колбу 50 см<sup>3</sup> воды. Из бюретки оттитруйте ее 0,01 М раствором тиосульфата натрия следующим образом:

— постоянно встряхивая коническую колбу, доливайте в нее раствор тиосульфата до тех пор, пока желтый цвет не побледнеет;

— добавьте 3 капли раствора крахмала и продолжайте титровать, постоянно встряхивая колбу, до тех пор пока не исчезнет темно-синяя окраска крахмала; запишите объем израсходованного тиосульфата натрия.

7. Дважды повторите операцию 6 с 50 см<sup>3</sup> исследуемой воды и вычислите средний объем расходуемого тиосульфата ( $x$ ).

8. При использовании этих растворов 1 см<sup>3</sup> 0,01 М тиосульфата соответствует 0,056 см<sup>3</sup> кислорода в условиях НТД (нормальная температура и давление).

9. Подсчитайте содержание кислорода в литре воды, используя следующую формулу:

содержание кислорода,  $[\text{см}^3 / \text{л}] = 0,056 \cdot x \cdot 1000 / 50$  при НТД,

где  $x$  — объем тиосульфата, расходуемый на титрование  $50 \text{ см}^3$  воды.

10. Сделайте выводы.

### ***Контрольные вопросы***

1. Зачем необходимо определять содержание кислорода в воде?
2. Какие нормы существуют по содержанию кислорода в воде?
3. Каковы причины снижения уровня кислорода в водоеме?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания о характеристиках воды (содержание кислорода);
- формируют навыки количественной оценки содержания кислорода;
- развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### ***Применение***

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, на уроках химии 8 класса в теме «Растворение веществ в воде», внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

Метод Винклера позволяет точно измерить содержание кислорода, но для того чтобы пользоваться этим методом, необходимы многочисленные реактивы.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Грин, И. Биология [Текст] : в 3 т. — Т. 2. / И. Грин, У. Стаут, Д. Тейлор ; под. ред. Р. Сопера. — М. : Мир, 1993. — 325 с.
2. Гусева, Т.В. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды [Текст] : справ. материалы / Т.В. Гусева [и др.]. — М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2005. — 176 с.
3. Дружинин, С.В. Исследование воды и водоемов в условиях школы [Текст]. — М. : Чистые пруды, 2008. — 32 с. (Библиотечка «Первого сентября», серия «Биология». Вып. 20).

4. Зверев, А.Т. Экология. Практикум. 10—11 кл. [Текст] : учеб. пособие для общеобразовательных учреждений. — М. : ООО «Издательский дом «ОНИКС 21 век», 2004. — 176 с.

5. URL : <http://www.anchem.ru/literature/books/muraviev/025.asp>

## **2.3. Элементы биологического мониторинга эвтрофикации пресноводного водоема**

### **2.3.1. Понятие биоиндикации**

*Биоиндикатор* — группа особей одного вида или сообщество, по наличию, состоянию и поведению которых судят об изменениях в среде, в том числе о присутствии и концентрации загрязнителя. *Сообщество индикаторное* — сообщество, по скорости развития, структуре и благополучию отдельных популяций микроорганизмов, грибов, растений и животных которого можно судить об общем состоянии среды, включая ее естественные и искусственные изменения. Безусловно, объективные факты свидетельствуют о существовании тесного влияния факторов среды на биотические процессы экосистемы (плотность популяций, динамику видовой структуры, поведенческие особенности). Такие факторы среды, как свет, температура, водный режим, биогенные элементы (макро- и микроэлементы), соленость, имеют функциональную важность для организмов на всех основных этапах жизненного цикла. Однако можно использовать обратную закономерность и судить, например, по видовому составу организмов о типе физической среды.

Система биоиндикации развивалась таким образом, что сначала было замечено появление или исчезновение определенных видов в конкретных условиях среды, то есть в качестве индикатора условий использовалась система «вид-индикатор: есть—нет». Методы биоиндикации разрабатываются с начала XX века и включают к настоящему моменту данные о почти 7000 видов-индикаторов по нескольким направлениям — местообитанию, температуре, подвижности водных масс и насыщенности их кислородом, солености, закислению, присутствию сероводорода, кальция, органическому загрязнению.

В качестве биоиндикаторов выступают отдельные таксоны, экологические группировки (например, в водной среде — фитопланктон, зоопланктон, бентос, перифитон), физиологически сходные организмы (например, имеющие одинаковый тип питания), размерные группы. Отклонение индикаторной биотической характеристики от неко-

торой заданной нормы свидетельствует о превышении уровней допустимого воздействия абиотических факторов. Распространенным способом биоиндикации является использование структурных показателей биоты — видового разнообразия, состава видов — доминантов, рангового распределения видов по численности и т.д.

Далеко не каждый биологический объект может быть использован в качестве индикатора внешнего воздействия. Для этого он должен удовлетворять определенным требованиям, основные из которых — высокая чувствительность при низкой индивидуальной изменчивости; генетическая однородность; наличие объектов, применяемых в целях биоиндикации, по возможности в большом количестве и с однородными свойствами; возможность существования в широком диапазоне экологических условий; легкость идентификации в природе; высокая продолжительность жизни; воспроизводимость результатов, полученных при использовании конкретной тест-системы; комплексность с точки зрения возможности регистрации разных по механизмам возникновения биологических эффектов (мутагенных, токсических, тератогенных) на одном тест-объекте; оперативность получения информации. Так, в водных экосистемах определяют показатели качества вод, используя для этого данные о составе и количестве видов-сапробионтов (индикаторов химических загрязнений), о структуре их специфических сообществ.

В наземных экосистемах для биоиндикации часто используют данные исследования лишенофлоры, так как лишайники являются весьма чувствительными индикаторами практически любого загрязнения воздушной среды. Применяются также методы биоиндикации, основанные на исследовании морфологических, физиологических, иммунологических, биохимических и других показателей отдельных организмов. Достаточно распространены способы биоиндикации по функциональным показателям отдельных компонентов биоты (изменение численности и биомассы, продуктивности отдельных компонентов биоценоза). К чувствительным биоиндикаторам относятся мхи, почвенные и водные микроорганизмы (водоросли, бактерии, микрогрибы). В роли биоиндикаторов могут быть использованы пыльца растений, хвоя сосны обыкновенной и др. Среди животных также выделяются группы организмов, положительно или отрицательно реагирующие на различные формы антропогенной трансформации среды (ракообразные, хирономиды, моллюски, личинки ручейников, поденок, веснянок и др.). Присутствие толерантных индикаторных организмов в виде высокой плотности популяций или отсутствие чувствительных популяций может служить показателями загрязнений.

Биоиндикация является важным этапом экологического контроля природной среды. По данным о состоянии биотического компонента экосистемы можно судить о предельно допустимых уровнях воздействия абиотических факторов окружающей среды.

В последние годы широкую популярность приобретает метод анализа флуктуирующей асимметрии билатеральных морфологических признаков различных растительных и животных организмов как интегрального показателя экологического благополучия биоценоза.

### 2.3.2. Биоиндикация с помощью растений

*Индикатор* (вид-индикатор) (лат. индикатор-указатель) — вид, указывающий на особенности условий среды данной местности или экосистемы. С помощью индикаторов различают близкие сообщества (индикатор сообщества), участки с различной степенью или качественным составом компонентов загрязнения почв, воздуха или воды (индикатор загрязнения) и территории с проявлениями некоторых полезных ископаемых. Отличают *индикаторы потенциальных достоинств биотопа* — вид, который на начальных этапах сукцессии указывает на качество биотопа как места будущего развития сменяющего друг друга в ходе сукцессии закономерного ряда экосистем вплоть до климакса.

В свою очередь устойчивость экосистемы, рассматриваемая как соотношение между величиной стрессирующего воздействия и степенью полученного повреждения, должна определяться по состоянию видов-эдификаторов природного сообщества, от состояния которых зависит его дальнейшее существование. Для лесных экосистем такими объектами являются древесные растения, состояние которых достоверно оценивается с применением методов биоиндикации. Физические и химические методы оценки состояния окружающей среды, давая количественные и качественные характеристики факторов воздействия, об их действии на биологические объекты позволяют судить лишь косвенно. Биоиндикация как нельзя лучше выявляет состояние самих живых организмов. Изменения этого состояния регистрируются на самых ранних стадиях деградации, что дает человеку такой необходимый выигрыш во времени. В силу прикрепленного образа жизни растения особенно зависимы от состояния двух сред — наземно-воздушной и почвенной, в которых происходит их рост и развитие. Поэтому на жизнедеятельность растительного организма загрязнения атмосферы и почвы оказывают самое непосредственное влияние.

В результате различных видов человеческой деятельности в воздух выбрасывается более 200 различных компонентов. Это сернистый газ, оксиды азота, угарный газ, озон, соединения фтора, углеводороды, фенолы, пары серной, сернистой, азотной и соляной кислот, а также твердые частицы сажи, золы, пыли, в свою очередь содержащие токсические оксиды свинца, селена, цинка. В промышленно развитых странах около 20 % газовых выбросов приходится на промышленную деятельность (электроэнергетика, производство нефти, бумаги, химическая промышленность, черная и цветная металлургия), столько же — на отопительные системы, около 10 % — на переработку и уничтожение отходов, более чем на 50 % атмосферное загрязнение обусловлено автотранспортом. Кроме прямого вредного воздействия газов на растения, которое проявляется непосредственно на листовом аппарате, имеет место косвенное влияние, осуществляющееся через почву. Оно приводит к гибели полезной микрофлоры, негативному изменению почвенного поглощающего комплекса, отравлению корневой системы, нарушению минерального питания.

В качестве организмов—индикаторов (биоиндикаторов) используют бактерии, водоросли, беспозвоночные (инфузории, ракообразные, моллюски).

Вода большинства рек и озер имеет целый «букет» загрязняющих веществ (поллютантов). Промышленность, сельское хозяйство, а также городская инфраструктура вносят свой вклад в загрязнение поверхностных вод. Список загрязняющих веществ, обнаруживаемых в наших реках и озерах, уже давно перевалил за сотню, что делает очень дорогим и невозможным проведение полного химического анализа воды на присутствие в водной среде всех типов загрязнителей. Некоторые водные организмы могут жить в чистой воде (раки, личинки поденок и веснянок), другие не брезгают и «грязной лужей» (прудовики, личинки комаров, пиявки). Живая природа — самый точный индикатор состояния водной среды, с которым не сравнится ни один существующий прибор.

## **23. ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ВОДНОГО ОБЪЕКТА ПО РЯСКЕ**

**Цель:** научиться давать оценку качества воды с помощью ряски

**Задачи:**

— сформировать представление о загрязненности стоячих водоемов и его причинах;

- освоить метод биоиндикации по ряске;
- закрепить приемы описания водоема, определение точек взятия проб;
- установить степень загрязнения воды исследуемого водоема методом биоиндикации;
- предложить и осуществить возможные практические мероприятия по оздоровлению пруда, привлечь внимание общественности.

**Оборудование:** полиэтиленовые пакеты, белое блюдце, тонкий пинцет.

**Новые понятия:** биоиндикация, поллютанты, некроз, хлороз, пелагические организмы.

**Учебные дисциплины:** экология, биология.

**Классы:** 6, 10.

### **Комментарии**

*Биоиндикация* — оценка состояния окружающей среды по реакциям живого организма.

*Поллютанты* — загрязняющие вещества.

Проверить качество воды близлежащего водоема не так уж и сложно. Весьма простым, быстрым и доступным является метод экспресс-оценки загрязнения воды с помощью ряски. Эта методика основывается на высокой чувствительности ряски к загрязнению водоема.

Род ряска включает в себя около 9 видов рясок. Это водное, свободно плавающее, многолетнее травянистое растение. Ряска относится к плавающим *пелагическим организмам*, то есть к тем, которые обитают в толще воды и на ее поверхности.

Ряску можно встретить повсюду: в лужах, мелких прудах, канавах, запрудах и других хорошо прогреваемых водоемах с пресной, стоячей или медленно текущей, богатой органическими веществами водой. Часто рясковые образуют большие скопления — сплавины, сплошь покрывающие поверхность стоячих неглубоких водоемов. Растение не погибает в течение 12, а иногда и 22 часов, находясь на открытом воздухе.

Тело ряски большинство ботаников рассматривают как особую структуру «листо-ветвь», которая не разделена на листья и стебель. Листецы (щитки) у рясковых одиночные или же соединены в небольшие группы, по две или более цепочки короткими или удлиненными ножками, образованными суженной частью листеца. Форма листецов рясок может быть округлой, эллиптической, продолговатой. Ряску применяют для очистки воды, так как листецы извлекают из нее и за-

пасают азот, фосфор, калий, поглощают углекислый газ и обогащают воду кислородом. На присутствие загрязняющих веществ ряска реагирует изменением цвета листеца щитка и поэтому может использоваться как индикаторный организм.

Ряска бывает четырех видов:

- многокоренник обыкновенный (несколько корней на материнском щитке или на крупных дочерних особях, а если корни не развиты, материнский щиток крупный — 5—10 мм);
- ряска тройчатая (щиток вытянутый, на верхушке заостренный);
- ряска горбатая (с нижней стороны отчетливо выражено вздутие);
- ряска малая (с нижней стороны вздутия нет).

В наших водоемах чаще всего мы встречаемся с ряской малой. Ряска малая — это светло-зеленое маленькое растение, листецы овальной формы, от нижней поверхности каждого листеца отходит в воду корешок с утолщением на конце. Ширина листеца ряски малой 2—3 мм, но она имеет относительно длинные корни — до 10 см. Встречается в стоячих и медленно текущих водах. Этот вид используется в экспресс-оценке качества воды водоема. Отдельные растения ряски представляют собой округлую пластинку-щиток размером 1—10 мм с дочерними щитками — «детками», прикрепленными по бокам материнского щитка. Вырастая, «детки» отделяются и превращаются во взрослые самостоятельные растения, благодаря чему ряски быстро заполняют поверхность водоема. Быстрый рост и размножение как раз и приводят к тому, что в них накапливаются разнообразные загрязняющие вещества.

Часто на листьях ряски наблюдается повреждения: некрозы, хлорозы.

*Некроз* — это патологический процесс, выражающийся в местной гибели ткани в живом организме.

*Хлороз* — болезнь растений, при которой нарушается образование хлорофилла в листьях и снижается активность фотосинтеза. При заболевании происходит своеобразное побледнение или пожелтение листьев.

На каждый загрязнитель у видов рясок проявляется специфическая реакция. На медь (0,1—0,25 мг/мл) листецы реагируют полным рассоединением из групп и изменением окраски с зеленой на голубую. На цинк (0,025 мг/мл) реакция заключается в изменении окраски листеца: с насыщенно зеленой до бесцветной, где зелеными остаются только точки роста; барий (0,1—0,25 мг/мл) вызывает полное рассоединение листецов, отпадание корней и изменение окраски с зеленой на молочно-белую; кобальт (0,25—0,0025 мг/мл) — полную приостановку роста и потерю окраски.



### ***Ход работы***

1. Выберите место отбора проб на берегу водоема.
2. Выделите на поверхности воды участок площадью 0,5 м<sup>2</sup> и соберите на этом участке все плавающие растения.
3. Разложите на блюде по видам.
4. В каждой группе сосчитайте количество отдельных растений ряски (особей). Это первое число, которое понадобится.
5. Подсчитайте общее количество щитков (у одной особи может быть несколько щитков).
6. Разделите второе число на первое. Первый показатель, нужный для определения чистоты воды: число щитков/число особей (отношение числа щитков к числу особей).
7. Сосчитайте количество щитков с повреждениями и рассчитайте процент щитков с повреждениями от общего числа щитков. Это второй нужный показатель. Повреждениями на щитках являются черные и бурые пятна — некроз и пожелтения — хлороз.
8. Полученные результаты занесите в таблицу 13.

По таблице «экспресс-оценки качества воды по ряске» определите класс качества воды в вашем водоеме (табл. 14).

В верхней строке найдите графу, которой соответствует ваш первый показатель (число щитков/число особей).

В столбце слева найдите графу, которая соответствует вашему проценту поврежденных щитков.

На пересечении вашего столбца и строчки в клетке будет стоять арабская цифра. Это и есть степень чистоты воды.

Таблица 13

#### Экспресс-оценка качества воды по ряске (рабочая)

№ пробы	Количество особей	Количество щитков	Отношение количества щитков к числу особей	Количество поврежденных щитков	Процент от общего количества щитков	Класс качества воды
1						
2						
3						

*Примечание:* 1 — очень чистая; 2 — чистая; 3 — умеренно загрязненная; 4 — загрязненная; 5 — грязная; 6 — невозможные варианты.

9. Для получения достоверного результата отберите аналогично еще две пробы и повторите определение качества воды.

10. Сделайте выводы.

Таблица 14

Экспресс-оценки качества воды по ряске

% щитков с повреждениями	Отношение числа щитков к числу особей				
	1	1,3	1,7	2	Больше 2
0	1—2	2	3	3	3
10	3	3	3	3	4
20	3	4	3	3	3
30	4	4	4	4	4
40	4	4	4	3	—
50	4	4	4	3	—
Более 50	5	5	—	—	—

### ***Контрольные вопросы***

1. Какие виды ряски встречаются в водоеме?
2. Отличаются ли по видовому составу ряски соседних водоемов?
3. Как вы оцениваете состояние ряски в водоемах?
4. Что такое хлороз и некроз?
5. Встречается ли хлороз на листьях ряски? Чем это вызвано?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания об экологии ряски, о загрязненности стоячих водоемов, ее причинах;
- формируют навыки биоиндикации загрязнения водоема по ряске;
- развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### ***Применение***

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, при изучении биологии 6 класса в теме «Экологические группы растений», на уроках экологии 10 класса при изучении темы «Экосистемы», во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования

Данную методику удобно использовать при работе со школьниками, так как не требуются дополнительные материалы и работа проста в исполнении.

## *Список рекомендуемой литературы*

1. Методы биоиндикации и биотестирования природных вод [Текст] / под ред. В.А. Брызгалю, Т.А. Брызгалю. — Л. : Гидрометеодиздат, 1989. — Вып. 2. — 276 с.
2. URL : <http://festival.1september.ru/articles/538746/>
3. URL : <http://duckweed.kubagro.ru/biocont.htm>

### **2.3.3. Оценка состояния водной экосистемы с помощью видового состава крупных беспозвоночных животных.**

При отборе проб, необходимых для проведения подобного анализа, следует позаботиться о стандартизации всей процедуры и обеспечить достаточно представительные выборки из каждого обследуемого местообитания. Поэтому перед проведением этих работ необходимо ознакомиться с главой V.

## **24. ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ВОДНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ С ПОМОЩЬЮ ПЯТИУРОВНЕВОЙ ШКАЛЫ СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДЫ ИЛИ ИНДЕКСА Ф. ВУДЕВИСА («БИОТИЧЕСКИЙ ИНДЕКС РЕКИ ТРЕНТ»)**

**Цель:** Научиться давать оценку состояния водной экосистемы с помощью пятиуровневой шкалы степени загрязнения воды или индекса Ф. Вудевиса («биотический индекс реки Трент»).

**Задачи:**

- ознакомиться с индексом Вудевиса;
- расширить знания о беспозвоночных водоема;
- закрепить правила взятия проб и определения беспозвоночных.

**Оборудование:** сачок для сбора водных беспозвоночных, оценочные таблицы.

**Новые понятия:** индекс Вудевиса.

**Учебные дисциплины:** биология, экология, география.

**Классы:** 7, 10.

### **Комментарии**

В некоторых ситуациях о качестве среды обитания позволяют довольно точно судить населяющие ее организмы. Например, лишайники служат надежными индикаторами чистоты (загрязнения) воздуха, а беспозвоночные — рек. Качество воды в водоеме можно оценивать также по

встречающимся в нем диатомовым водорослям и растениям. Оценка качества воды по фауне беспозвоночных применяется сейчас очень широко. Она основана на присутствии—отсутствии на дне определенных «ключевых» таксонов. Ниже рассмотрен ход определения биотического индекса Трента (БИТ) — первого официального показателя такого рода, послужившего основой для разработки остальных методов.

Метод основан на «двумерной» классификации, учитывающей как общее число определенных таксонов беспозвоночных, так и присутствие—отсутствие шести ключевых индикаторных организмов. Пределы идентификации выбраны так, что могут быть достигнуты без применения трудоемких методик. Например, моллюсков и ракообразных определяют до видового уровня, а личинок поденок — только до родового. Важным исключением служит лишь поденка *Vaetis rhodani*, которую определяют особо, поскольку она более устойчива к загрязнению воды, чем остальные виды поденок, и соответствует поданному признаку личинкам ручейников.

Индекс Ф. Вудевиса («биотический индекс реки Трент»)

В зависимости от степени загрязнения водной среды значения индекса изменяются от 0 до 10 баллов. Максимальная величина индекса (10 баллов) соответствует отсутствию в воде загрязнения, 0 баллов — наибольшая степень загрязненности воды.

Баллы определяются по наличию групп организмов (табл. 15) (под термином «группы» подразумевается уровень, до которого ведется определение).

Перечень групп:

Любой известный вид плоских червей (Plathelminthes).

Кольчатые черви (Annelida), за исключением рода *Nais*.

Род *Nais*.

Любой известный вид пиявок (Hirudinae).

Любой известный вид моллюсков (Mollusca).

Любой известный вид ракообразных (*Asellus*, креветки).

Любой известный вид веснянок (Plecoptera).

Таблица 15

Пятиуровневая шкала для оценки загрязнения вод по данным о присутствии или отсутствии индикаторных видов

Уровень загрязнения	Концентрация кислорода	Индикаторные организмы
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Чистая вода	Высокая	Нимфы веснянок, поденок
Низкий уровень загрязнения		Нимфы ручейников, пресноводные креветки

1	2	3
Высокий уровень загрязнения		Водяной ослик, мотыль (личинки хирономид)
Очень высокий уровень загрязнения	Низкая	Трубочник (черви тубифициды), «крыска» (личинка мухи-журчалки)
Крайне высокий уровень загрязнения	Кислород отсутствует	Заметных признаков жизни нет

Таблица 15

## Определение ранга вида-индикатора

Вид-индикатор	Встречаемость	Ранг
Нимфы веснянок (Plecoptera)	Более 1 вида	1
	Только 1 вид	2
Личинки поденок (Ephemeroptera) исключая <i>Baetis rhodani</i> .	Более 1 вида	3
	Только 1 вид	4
Личинки ручейников (Trichoptera). <i>B. rhodani</i> учитывать здесь!	Более 1 вида	3
	Только 1 вид	6
<i>Gammarus</i>	Все перечисленные виды отсутствуют	7
Присутствуют <i>Asellus</i>	То же	8
Присутствуют тубефициллы и (или) личинки мотелз	То же	9
Все перечисленное выше группы отсутствуют	Некоторые организмы, например, личинки <i>Eristatis tenax</i> , не требующие растворенного в воде кислорода, могут присутствовать	10

Любой известный вид поденок (Ephemeroptera), за исключением вида *Baetis rhodani*.

Поденка *Baetis rhodani*.

Любое семейство ручейников (Trichoptera).

Любой вид сетчатокрылых (Neuroptera).

Личинки хирономид (Chironomidae), за исключением мотыля *Chironomus thummi*.

Личинки *Chironomus thummi* (мотыль).

Семейство мошки (Simuliidae).

Личинки любых других видов двукрылых.

Любые виды жуков и их личинки (Coleoptera).

Любые виды водяных клещей (Hydracarina).

### ***Ход работы***

1. Возьмите пробы животных из исследуемого водоема.
2. Рассортируйте животных в пробе по группам согласно приведенному ниже списку.
3. Подсчитайте общее число групп животных в пробе.
4. Среди животных, присутствующих в пробе, выберите вид, который соответствовал бы наибольшему значению ранга в таблице видов индикаторов (значение рангов уменьшается от 1 по 10) (табл. 15).
5. В соответствии с определенным рангом вида-индикатора и подсчитанным количеством групп животных в пробе по таблице определите значение индекса Ф. Вудевиса. Ранг — строка таблицы, числа групп — столбец. В пересечении находят значение индекса (табл. 16)
6. Сделайте выводы о степени загрязненности водоема.

Таблица 16

#### Определение значения индекса Ф. Вудевиса

Загрязнение воды	Ранг	Количество групп				
		0—2	2—5	6—10	11—15	16 и более
		Значение индекса				
Чистая вода	1	—	7	8	9	10
Загрязнение увеличивается	2	—	6	7	8	9
	3	—	6	7	8	9
	4	—	5	6	7	8
	5	—	5	6	7	8
	6	4	4	5	6	7
	7	3	4	5	6	7
	8	2	3	4	5	6
	9	1	2	3	4	—
Сильное загрязнение	10	0	1	2	—	—

### ***Контрольные вопросы***

1. В чем суть определения индекса Вудевиса?
2. Какие группы организмов говорят о чистоте водоема?
3. В какой период необходимо брать пробы в водоеме и почему?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания о беспозвоночных обитателях водоема;
- формируют навыки оценки качества воды методом Вудевиса;
- развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### ***Применение***

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, на уроках биологии 7 класса в разделе «Беспозвоночные», на уроках географии 7 класса в теме «Взаимодействие природы и общества», на уроках экологии 10 класса в теме «Биогеоценоз», во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Аргунова, М.В. Экологический мониторинг [Текст] : методические рекомендации для учителей к курсу «Экология Москвы и устойчивое развитие» / М.В. Аргунова [и др.]. — М. : Центр «Школьная книга», 2008. — 144 с.
2. Махлин, М.Д. Насекомые [Текст]. — СПб. : «БКК», 2009. — 96 с.
3. Максимова, Н.К. Ландшафтный мониторинг охраняемых природных территорий [Текст] / Н.К. Максимова, Е.А. Скупинова. — Вологда : Полиграфист, 2003. — 120 с.
4. Романов, С.А. Основные направления экологических исследований и использование их результатов в преподавании школьного курса географии [Текст] // Современная экология — наука XXI века : материалы международной научно-практической конференции (17—18 октября 2008г.) / отв. ред. Е.С. Иванов. — Рязань : РГУ, 2009. — Т. 2. — 108 с.
5. Рямова, А.М. Проведение школьных экологических исследований [Текст] : метод. реком. / А.М. Рямова, Г.В. Золотов, В.В. Панюков ; Ряз. обл. ин-т развития образования. — Рязань, 1997. — 33 с.
6. Чертопруд, М.В. Мониторинг загрязнения водоемов по составу макро-зообентоса [Текст] / метод. пособие. — М. : Ассоциация по химическому образованию, 1999. — 16 с.
7. URL : <http://meduniver.com/Medical/Biology/279.html>

## **25. ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ВОДНОЙ СРЕДЫ ПО ВИДОВОМУ СОСТАВУ АКТИВНОГО ИЛА**

***Цель:*** научиться давать оценку состояния водной среды по видовому составу организмов активного ила.

***Задачи:***

— ознакомиться с методом оценки качества воды по видовому составу активного ила;

- освоить метод и оценить качество воды;
- ознакомиться с новым понятием «активный ил».

**Оборудование:** инструмент для сбора активного ила, оценочные рисунки, микроскоп.

**Новые понятия:** активный ил, зооглея, аэротенк, химическая и биологическая очистка воды, индикатор, анабиоз.

**Учебные дисциплины:** биология, экология, география.

**Классы:** 7, 10.

### **Комментарии**

Одним из наиболее перспективных и не ограниченных природными условиями очистных сооружений является аэротанк. Это огромный бетонный резервуар, принимающий сточные воды на биологическую очистку с помощью активного ила.

*Активный ил* — ил, образующийся при очистке сточных вод в аэрационном бассейне — аэротанке и очищающий сточные воды. Активный ил создается из взвешенных в сточной жидкости частиц, не задержанных первичным отстойником, и адсорбируемых коллоидных веществ с размножающимися на них микроорганизмами (бактериями, простейшими, водорослями и др.). Активный ил значительно ускоряет процессы окисления и очистки сточных вод в результате поглощения его частицами органических веществ и бактерий. Микробы сточной жидкости, в том числе и болезнетворные, адсорбируются активным илом и погибают или становятся активными агентами ила.

Сточная вода смешивается в аэротенке с активным илом и постоянно продувается снизу мощным потоком мельчайших пузырьков воздуха. Избыток кислорода и приток органических веществ со сточными водами позволяют бактериальному населению и микроскопическим животным бурно развиваться в активном иле. Бактерии склеиваются в хлопья или зооглеи, образующие огромную рабочую поверхность — около  $1200 \text{ м}^2$  в  $1 \text{ м}^3$  ила, и выделяют ферменты, расщепляющие органические соединения до простых минеральных молекул. Происходит так называемая минерализация органики. Поглощая в избытке органические вещества, бактерии растут, делятся, и масса активного ила постоянно возрастает.

Благодаря тому, что бактерии склеены в хлопья, активный ил быстро оседает и отделяется от очищенной им воды.

На поверхности бактериальных хлопьев и между ними обитает бесчисленное множество микроскопических животных: инфузорий, амёб, жгутиконосцев, коловраток, червей и клещей. Вот они-то и есть те «живые приборы», по которым технологи определяют, хо-



рошо ли идет биологическая очистка воды. Правда, их роль не сводится только к роли организмов-индикаторов. Они еще питаются бактериями и уничтожают старые неработоспособные клетки и те бактерии, которые отрываются от хлопьев, а следовательно, при отстаивании активного ила от чистой воды не оседают и загрязняют ее. Но эти организмы уже выполняют роль датчиков экологического равновесия в аэротанке.

Прежде всего сам видовой состав может сказать многое о том, как чувствует себя активный ил. При хорошей очистке в активном иле в больших количествах встречаются брюхоресничные инфузории и прикрепленные формы — сувойки, напоминающие отдельные колокольчики, а иногда целые гроздья колокольчиков. В таком иле много коловраток и почти нет жгутиковых и амёб (рис. 2, а, б, в). Интересен также и морфологический показатель — строение зооглей. Бактерии объединяются в крупные хлопья с изрезанными краями, когда их рабочая поверхность максимальная.

При ухудшении очистки в активном иле появляются равноресничные инфузории, например всем известные туфельки. Прикрепленные организмы переходят в плавающее состояние. Сувойки отбрасывают ножку, на которой сидят, образуют дополнительный венчик ресничек и становятся «бродяжками», плавающими в толще воды. Коловраток по-прежнему много, но видовой состав их изменяется, появляются виды, способные переносить высыхание и впадать в анабиоз.

*Анабиоз* — состояние живого организма, при котором жизненные процессы (обмен веществ и др.) настолько замедлены, что отсутствуют все видимые проявления жизни.

Все организмы как бы ощущают приближающуюся катастрофу. Зато больше становится жгутиковых и амёб (рис. 2, а).

Наконец, при плохой биологической очистке сильно развиваются жгутиконосцы и амёбы. Совсем мало становится инфузорий и коловраток, а бактериальные хлопья либо измельчаются, либо округляются (рис. 3).

### ***Ход работы***

1. Возьмите пробы активного ила из аэротенка.
2. Опишите видовой состав активного ила, пользуясь определителями и рисунками 2, 3.
3. Оцените качество воды, идущей на очистку (см. комментарии)

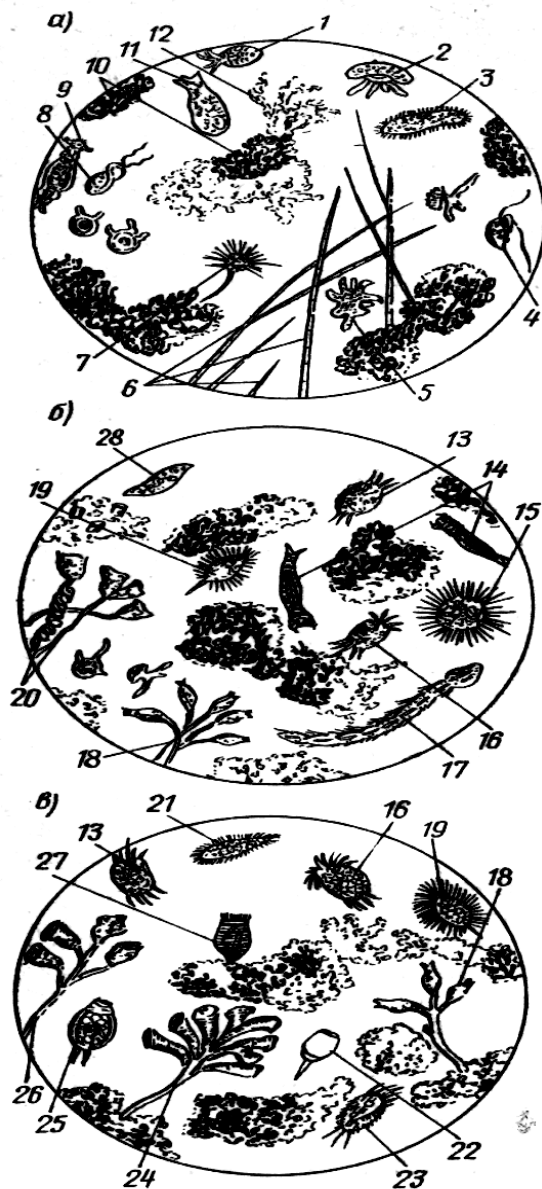


Рис. 2. Микроорганизмы активного ила:

- a* — при плохой работе аэротенка; *б, в* — при хорошей работе аэротенка;
- 1 — эуглифа (раковинная амеба); 2 — арцелла (раковинная амеба);
- 3 — инфузория туфелька; 4 — бодо (жгутиковое); 5 — амеба протей;
- 6 — нитчатые бактерии; 7 — сосущая инфузория; 8 — политома (жгутиковое);
- 9 — коловратка нотоммата; 10 — хлопья активного ила;
- 11 — амеба дисковидная; 12 — зооглея «оленьи рога»;
- 13 — аспидиска (брюхоресничная инфузория); 14 — коловратка филодина;
- 15 — солнечник; 16 — эуплотес (брюхоресничная инфузория);
- 17 — аэлозома (малоресничный червь);
- 18 — оперкулярия (колониальная инфузория); 19 — циклидиум (инфузория);
- 20 — сувойка; 21 — окситриха (брюхоресничная инфузория);
- 22 — коловратка моностила; 23 — стилонихия (инфузория);
- 24 — каршезиум (колониальная инфузория); 25 — коловратка катипна;
- 26 — эпистилис (колониальная инфузория);
- 27 — фабдоста (прикрепленная инфузория); 28 — амеба террикола

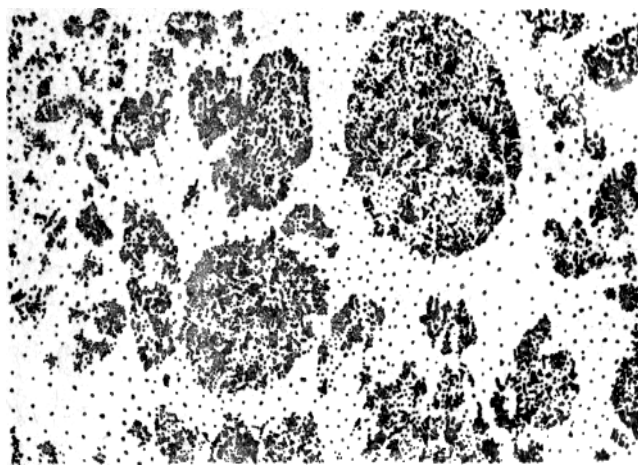


Рис. 3. Округлившиеся бактериальные хлопья

### ***Контрольные вопросы***

1. Что такое аэротенки? Зачем они нужны?
2. Что такое активный ил?
3. На каких очистных сооружениях в вашем городе применяется эта система очистки?
4. Что более эффективно: использовать химическую или биологическую очистку воды?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания о качестве воды;
- формируют навыки оценки загрязнения воды по активному илу;
- развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### ***Применение***

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, на уроках биологии 7 класса при изучении темы «Многообразие Простейших», на уроках экологии 10 класса в теме «Биогеоценоз», на уроках географии 7 класса в теме «Взаимодействие природы и общества», во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Романов, С.А. Основные направления экологических исследований и использование их результатов в преподавании школьного курса географии [Текст] // Современная экология — наука XXI века : матер. междунар. науч.-практ. конференции (17—

18 октября 2008 г.) / отв. ред. Е.С. Иванов. — Рязань : РГУ, 2009. — Т. 2. — 108 с.

2. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем [Текст] / под ред. В.А. Абакумова. — СПб. : Гидрометеиздат, 1992. — 318 с.

3. URL <http://slovari.yandex.ru/~книги/БСЭ/Активный%20ил/>

4. URL : <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%80%D0%B8%D0%BE%D1%81%D0%BE%D0%BD>

## **26. БИОИНДИКАЦИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДОЕМА С ПОМОЩЬЮ МАКРОЗООБЕНТОСА (ИНДЕКС МАЙЕРА)**

**Цель:** научиться давать оценку загрязнения пресноводного водоема с использованием методики определения индекса Майера.

### **Задачи:**

- ознакомиться с понятием «индекс Майера»;
- освоить метод биоиндикации с помощью макрозообентоса;
- закрепить навыки пользования определителями;
- оценить состояние водоема;
- развить творческие и исследовательские умения и навыки, способности делать обоснованные выводы по результатам изучения материала.

**Оборудование:** сачок, банки с мелкими отверстиями, карточки-определители, чашка с белым дном, пинцет, лупа, калькулятор.

**Новые понятия:** биоиндикация, метод Майера, макрозообентос.

**Учебные дисциплины:** биология, экология, география.

**Классы:** 7, 8, 10.

### **Комментарии:**

Метод Майера определения чистоты воды основан на том, что различные группы водных беспозвоночных приурочены к водоемам с определенной степенью загрязненности.

Определение качества воды водоема по методу Майера не требует определения живых организмов с точностью до вида. Достаточно только отметить наличие в водной среде живых организмов, представленных в таблице 17.

Простота и универсальность метода Майера дают возможность быстро оценить состояние исследуемого водоема.

## Индекс Майера

Обитатели чистых вод	Обитатели водоемов средней загрязненности	Обитатели загрязненных водоемов
Личинки веснянок Личинки поденок Личинки ручейников Личинки вислокрылок Двустворчатые моллюски	Бокоплав Речной рак Личинки стрекоз Личинки комаров-долгоножек Моллюски-катушки Моллюски-живородки	Личинки комаров-звонцов Пиявки Водяной ослик Прудовики Личинки мошки Малощетинковые черви

Конечно, точность приведенных методов невысока, но если проводить исследования качества воды регулярно в течение какого-то времени и сравнивать полученные результаты, то даже с использованием этого простого метода можно уловить, в какую сторону изменяется состояние водоема.

***Ход работы***

1. Около берега водоема с помощью сачка или банки с мелкими отверстиями выловите беспозвоночных животных.

2. Выловленные организмы поместите в чашку с белым дном.

3. Осмотрите выловленных животных, сравните с изображениями беспозвоночных животных на определительных карточках (приложение).

4. Установите, присутствуют ли в «пробе» показательные для индикации организмы. Занесите полученные данные в таблицу 18.

## Рабочая таблица определения индекса Майера

Обитатели чистых вод, X	Обитатели водоемов средней загрязненности, Y	Обитатели загрязненных водоемов, Z
-------------------------	--	------------------------------------

5. Количество обнаруженных групп организмов из первой колонки таблицы необходимо умножить на 3, количество найденных групп живых организмов из второй колонки умножить на 2, а количество групп организмов из третьей колонки таблицы умножить на 1. Все получившиеся цифры складываются:

$$3X + 2Y + Z = S.$$

В итоге получается число, характеризующее степень загрязненности водоема. При значении суммы, большей 22 баллов, водоем

можно отнести к 1 классу качества (очень чистый водоем). Значение суммы от 17 до 22 баллов позволяет отнести водоем ко 2 классу качества (чистый водоем), Сумма от 11 до 18 баллов свидетельствует о принадлежности водоема к 3 классу качества (умеренно-загрязненный водоем). Значения суммы меньше 11 характеризуют водоем как грязный (4—7 классы качества).

6. Сделайте выводы.

### ***Контрольные вопросы***

1. Что такое макрозообентос?
2. В чем сущность метода Майера и для чего его используют? Какие организмы относятся к макрозообентосу?
3. Какие виды были вами встречены при изучении водоемов?
4. Отличаются ли водоемы по составу макрозообентоса?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания о макрозообентосе;
- формируют навыки биоиндикации водоемов по макрозообентосу;
- развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### ***Применение***

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, во внеурочной деятельности, в 7 классе для закрепления темы «Беспозвоночные животные», в 10 классе по экологии в теме «Биогеоценоз», география 8 класса «Использование вод и пути сохранения их качества и объема»; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

Работу удобно использовать при обучении школьников, так как не требуются определители — достаточно использовать карточки с изображением беспозвоночных животных.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Аргунова, М.В. Экологический мониторинг [Текст] : метод. рекомендации для учителей к курсу «Экология Москвы и устойчивое развитие» / М.В. Аргунова [и др.]. — М. : Центр «Школьная книга», 2008. — 144 с.

2. Данилова, Ю.А. Биоиндикация состояния пресного водоема (иллюстрированная методика) [Текст] : учебно-методическое издание /

Ю.А. Данилова, А.Р. Ляндзберг, А.Г. Муравьев. — СПб. : «Кри-  
смас+», 1999. — 287 с.

3. Дружинин, С.В. Исследование воды и водоемов в условиях  
школы [Текст]. — М. : Чистые пруды, 2008. — 32 с. (Библиотечка  
«Первого сентября», серия «Биология». Вып.20)

4. Романов, С.А. Основные направления экологических ис-  
следований и использование их результатов в преподавании  
школьного курса географии [Текст] // Современная экология —  
наука XXI века : матер. междунар. науч.-практ. конф. (17—18 ок-  
тября 2008 г.) / отв. ред. Е.С. Иванов. — Рязань : РГУ, 2009. —  
Т. 2. — 108 с.

5. Чертопруд, М.В. Мониторинг загрязнения водоемов по соста-  
ву макрозообентоса [Текст] / метод. пособие. — М. : Ассоциация по  
химическому образованию, 1999. — 16 с.




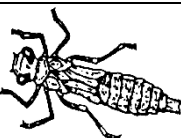
6. URL : <http://net.eurekanet.ru/yellow/info/739.html>

7. URL : [http://efa.xost.ru/teach\\_mat/litmo/mayer.php](http://efa.xost.ru/teach_mat/litmo/mayer.php)

8. URL : <http://lihoBorka.narod.ru/monitoring/bespozvon.htm>

9. URL : <http://www.rae.ru/monographs/55-2251>

## Приложение

Обитатели пресных водоемов	Рисунок
1	2
1. Личинка поденки плавающая (до 11 мм)	
2. Личинка поденки сжатая (до 7 мм). 3 хвостовых нити, 6 ног. Похожа на плавающую личинку, но часто зарывается в ил, покрыта грязью.	
3. Личинка поденки плоская (до 16 мм). Плоское тело с серповидной головой. 3 хвостовых нити, 6 ног. Чаще ползает, чем плавает	
4. Личинка поденки норная, например, личинка белой поденки (до 40 мм). 3 хвостовых нити, 6 ног. Два ряда жабр вдоль длинного коричневого тела	
5. Личинка равнокрылой стрекозы (до 30 мм). 3 плоских хвостовых нити. Тело обычно зеленого или коричневого цвета. При плавании тело двигается из стороны в сторону	
6. Личинка разнокрылой стрекозы (до 70 мм). 6 ног, хвост разветвлен на 3 части, но не так явно, как у личинок поденки	

1	2
7. Личинка веснянки (до 30 мм в длину). 6 ног, 2 длинных хвостовых нити. Ползает медленно. Жабры не обязательно выражены	
8. Личинка ручейника в домике (до 55 мм в длину). Живет в переносном домике из растительных минеральных частиц, скрепленных выделениями прядильных желез	
9. Личинка ручейника, без домика (до 26 мм). 6 ног, обычно темная голова и более светлое тело, 2 крючка на конце	
10. Личинка вислокрылки (до 40 мм). Длинные ряды жабр вдоль плотного коричневого тела. Один хвост	
11. Личинка мошки речной, или одагмии пятнистой (до 15 мм). Передвигается, скручиваясь в петли и распрямляясь. Конец тела утолщенный. Часто прикреплена присоской к камням	
12. Личинка долгоножки (до 30 мм). Серое червеобразное туловище, два крючка на хвосте	
13. Личинка комара-звонца (до 20 мм длиной). Мотыль. Ярко-красный или зеленый червячок, плавает, складываясь восьмеркой и распрямляясь	
14. Энхитрей беловатый (до 40 мм). Похож на дождевого червя. Тусклая розовато-коричневая окраска	
15. Личинка мухи-журчалки, «крыска» (до 55 мм). Серое утолщенное тело и очень длинная дыхательная трубка на поверхности воды	
16. Планария молочно-белая (плоский червь). Очень плоская (до 40 мм в длину), иногда с рожками или с точечными глазками. Скользит по камням	
17. Пиявка обыкновенная (до 30 мм в длину). Сегментированное тело с присосками на концах. Плавает или передвигается, складываясь в петли и распрямляясь	



1	2
18. Водные брюхоногие моллюски (до 50 мм в длину). Много типов со спиралевидными (улитки, прудовики) и катушечными (катушки) раковинами	
19. Шаровка роговая (до 20 мм). Небольшая чашеобразная раковина. Вершина створок раковины сдвинута в сторону	
20. Горошинка речная (до 15 мм). Сероватая раковина, скошенная на сторону (похожа на сердцевидку съедобную)	
21. Водяные жуки (различной величины), много видов — плавунцы, полоскуны, плавунчики, гребцы, водолюбы. Сложенные жесткие надкрылья образуют полосу вдоль спины. Ползают или плавают	
22. Гребляк точечный (до 17 мм в длину). Крупные задние ноги похожи на весла. Быстро плавает в толще воды	
23. Водомерка (до 18 мм в длину). Тело черное, скользит по поверхности воды	
24. Водяной ослик (до 12 мм в длину). Темное плоское серовато-коричневое тело. Ползает среди растений по дну	
25. Бокоплав (Пресноводная креветка длиной до 20 мм). Плавает боком, очень быстро. Цвет — от серого до красноватого	
26. Клещ географический (2—3 мм). Очень маленькое округлое тело. Похож на паука. Быстро плавает	

## 2.4. Микробиологические методы определения токсичности воды

*Биотестирование* — методическая система, при которой о качестве водной среды и факторах, действующих самостоятельно или

в сочетании с другими, судят по выживаемости, состоянию и поведению помещенных в эту среду специально выбранных лабораторных организмов — тест-объектов.

Биотестирование как метод оценки токсичности водной среды используется:

— при проведении токсикологической оценки промышленных, сточных бытовых, сельскохозяйственных, дренажных, загрязненных природных вод с целью выявления потенциальных источников загрязнения;

— в контроле аварийных сбросов высокотоксичных сточных вод;

— при проведении оценки степени токсичности сточных вод на разных стадиях формирования при проектировании локальных очистных сооружений;

— в контроле токсичности сточных вод, подаваемых на очистные сооружения биологического типа с целью предупреждения проникновения опасных веществ для биоценозов активного ила;

— при определении уровня безопасного разбавления сточных вод для гидробионтов с целью учета результатов биотестирования при корректировке и установлении предельно допустимых сбросов (ПДС) веществ, поступающих в водоемы со сточными водами;

— при проведении экологической экспертизы новых материалов, технологий очистки, проектов очистных сооружений и пр.

При комплексной оценке качества воды учитывается и ее токсичность. В настоящее время токсичность определяется с помощью простейших тестов, основанных на оценке выживаемости и характера поведения некоторых беспозвоночных животных в опытах, продолжительностью не более четырех суток. Вода признается нетоксичной, если ни в одной из серий опытов не отмечено нарушения поведения тест — объектов или достоверных отклонений показателей смертности от контроля. Вода оценивается как остротоксичная, если гибель животных происходит в первые часы опыта и продолжается при разведениях свыше 1:10. В других случаях указывается, при каких разведениях и длительности опытов отмечаются токсические эффекты.

### *Список рекомендуемой литературы*

1. Бойцов, А.Г. Оценка качества воды по биологическим показателям: пути совершенствования [Текст] / А.Г. Бойцов [и др.] // Гигиена и санитария. — 2005. — № 1. — С. 74—77.

2. Денисова, Т.П. Биотестирование загрязнителей водной среды [Текст]. — Иркутск, 2006. — 32 с.

3. Рахманин, Ю.А. Приоритетные направления и критерии оценки загрязнения окружающей среды [Текст] // Гигиена и санитария. — 2003. — № 6. — С. 14—16.

## 27. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОКСИЧНОСТИ ВОДЫ ПРИ ПОМОЩИ ДАФНИЙ

**Цель:** научиться определять токсичность воды при помощи дафний.

**Задачи:**

- ознакомиться с микробиологическим методом определения токсичности воды с помощью дафний;
- закрепить знания об особенностях биологии и экологии дафний;
- оценить токсичность водоема.

**Новые понятия:** тест-объект.

**Оборудование:** фильтровальная бумага, калькулятор, сосуды для воды объемом 100 мл, часы, термостат, стеклянная трубочка диаметром 6—7 мм, хлорелла, хлебопекарные дрожжи.

**Тест-объект:** дафнии.

**Новые понятия:** партеногенез.

**Учебные дисциплины:** экология, биология.

**Классы:** 7, 10.

### **Комментарии**

**Тест-объект** (test organism) — 1) организм, используемый при оценке токсичности химических веществ, природных и сточных вод, почв, донных отложений, кормов и др.; 2) «датчики» сигнальной информации о токсичности среды и заменители сложных химических анализов, позволяющие оперативно констатировать факт токсичности (ядовитости, вредности) водной среды («да» или «нет»), независимо от того, обусловлена ли она наличием одного, точно определяемого аналитически вещества или целого комплекса аналитически не определяемых веществ, какой обычно представляют собой сточные воды. Тест-объекты с известной степенью приближения дают количественную оценку уровня токсичности загрязнения водной среды — сточных, сбросных, циркуляционных и природных вод.

В качестве тест-объекта используют *Daphnia magna* Straus. Дафнии относятся к ветвистоусым рачкам. Их можно встретить в самых разнообразных водоемах (лужи, пруды, канавы, озера). Питаются дафнии обитающими в пресных водоемах мельчайшими организмами

(водорослями, инфузориями и др.). Дафнии позволяют определить токсичность как сточных, так и природных вод. На территории России дафнии широко распространены. Являются типичными мезопробами, переносят осолонение до 6 ‰.

Рост дафний в течение всей жизни неравномерный, с возрастом замедляется и связан с периодическими линьками; первые три (ювенильные) следуют через 20, 24, 36 часов, четвертая (созревание яиц в яичнике) и пятая (откладывание яиц в выводковую камеру) следуют с интервалом 24—36 часов. Начиная с шестой, каждая линька сопровождается откладыванием яиц. Растет дафния наиболее интенсивно в первые дни после рождения. При хорошем питании размеры молодых дафний после каждой линьки удваиваются. Выметанная молодь имеет 0,7—0,9 мм в длину, к моменту половозрелости самки достигают 2,2—2,4 мм, самцы — 2,0—2,1 мм.

В природе в летнее время, а в лаборатории при благоприятных условиях круглый год дафнии размножаются без оплодотворения — *партеногенетически*, причем рождаются в большинстве самки. При резком изменении условий существования (недостаток пищи, перенаселенность, понижение температуры и т.д.) в популяции дафний появляются самцы и дафнии переходят к половому размножению, откладывая после оплодотворения «зимние яйца» (1—2 шт.), которые падают на дно водоема, где проходят стадию покоя. Весной из яиц появляются самки, которые в дальнейшем дают партеногенетические поколения дафний. Период созревания рачков при оптимальной температуре ( $20 \pm 2$  °C) и хорошем питании — 5—8 суток. Наступление половозрелости отмечают по моменту выхода яйцеклеток в выводковую камеру. Длительность эмбрионального развития обычно — 3—4 суток, а при повышении температуры до 25 °C — 46 часов вывод молоди идет через каждые 3—4 суток. Число яиц в кладке увеличивается от 10—15 (в первых пометах) до 30—40 и более (у самок среднего возраста), а затем снижается (по мере старения) до 3—8. В лабораторных условиях продолжительность жизни дафний 3—4 месяца и больше.

С помощью дафний можно осуществить два типа биотестирования: кратковременное и длительное.

*Кратковременное биотестирование* — до 96 часов — позволяет определить острое токсическое действие воды на дафний по их выживаемости. Показателем выживаемости служит среднее количество тест-объектов, выживших в тестируемой воде или в контроле за определенное время. Критерием токсичности является гибель 50 и более процентов дафний за период времени до 96 часов в тестируемой воде

по сравнению с контролем. Проба воды оценивается как токсичная, если за 24 часа опыта в ней гибнет более 50 % дафний по сравнению с контрольной пробой воды. При меньшей смертности вода считается слаботоксичной.

*Длительное биотестирование* — 20 и более суток — позволяет определить хроническое токсическое действие воды на дафний по снижению их выживаемости и плодовитости. Показателем выживаемости служит среднее количество исходных самок дафний, выживших в течение биотестирования, показателем плодовитости — среднее количество молоди, выметанной в течение биотестирования, в пересчете на одну выжившую исходную самку. Критерием токсичности является достоверное отличие от контроля показателя выживаемости или плодовитости дафний.

Биотестирование воды с помощью дафний включено в обязательный перечень показателей Государственного стандарта (ГОСТа) для рыбохозяйственных водоемов.

### ***Ход работы***

1. Для *культивирования дафний* используйте водопроводную воду, отстоянную не менее 7 суток и насыщенную кислородом (не менее 6,0 мг/л), с рН=7,0-8,2; жесткость общая — 3—4 мг/л.

Кормом служат зеленые водоросли (хлорелла) и хлебопекарные дрожжи. Дрожжи приготовьте так: возьмите 1 г свежих или 0,3 г воздушно-сухих дрожжей, залейте их 100 мл дистиллированной воды. После набухания дрожжи тщательно перемешайте, дайте отстояться в течение 30 мин. Используйте только жидкость, которую добавьте в сосуды с дафниями в количестве 3 мл на 1 л воды. Кормите дафний 1—2 раза в неделю.

Для культивирования дафний используйте стеклянные сосуды емкостью 3—5 л. Начальная плотность дафний — от 6 до 10 особей на 1 л. Через 5—7 суток в сосуды добавьте воду для дальнейшего культивирования. В помещении, где находится культура дафний, не должно быть вредных газов и паров, оптимальная температура 20 °С, освещение рассеянное 12—14 часов в сутки.

1. Воду для анализа на токсичность в объеме, не превышающем 1 л, возьмите из какого-либо источника не более чем за 6 часов до начала опыта и храните при температуре +4 °С.

2. Воду профильтруйте через фильтровальную бумагу. В качестве контрольной воды, не содержащей токсичных веществ, используйте водопроводную воду с отстаиванием в течение 7 суток.

3. Возьмите три сосуда для анализируемой воды и три сосуда для контрольной пробы. Налейте в них по 100 мл исследуемой и контрольной воды.

4. В каждый сосуд поместите по 10 дафний, перенеся их стеклянной трубкой.

5. Пронаблюдайте за жизнью дафний в первые часы, а затем — через 24, 48 и 96 часов. Дафний во время эксперимента не кормите. В ходе эксперимента проведите наблюдение за поведением особей и подсчитайте погибших дафний в тестовых и контрольных пробах. Выжившими считаются дафнии, которые свободно плавают в воде или всплывают со дна сосуда не позднее 15 сек. после его легкого покачивания.

6. Найдите среднее арифметическое число (результаты трех повторностей) выживших дафний в контроле и опыте. Для расчета процента гибели дафний в опыте по отношению к контролю используйте формулу:

$$(X_1 - X_2) / X_2 * 100 \%$$

где  $X_1$  — среднее арифметическое число выживших дафний в контроле;

$X_2$  — среднее арифметическое число выживших дафний в опыте.

7. Сравните токсичность воды разных природных и искусственных источников своего района. Объясните причины повышенной токсичности.

### ***Контрольные вопросы***

1. Что такое тест — объект?
2. Какие преимущества имеет дафния, как тест-объект?
3. Что такое микробиологические методы оценки качества воды?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания о характеристиках воды;
- формируют навыки оценки токсичности воды с помощью дафний;
- развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### ***Применение***

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, на уроках биологии 7 класса в теме «Ракообразные», на уроках экологии 10 класса в теме «Биогеоценоз», во внеурочной деятель-

ности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Дружинин, С.В. Исследование воды и водоемов в условиях школы [Текст]. — М. : Чистые пруды, 2008. — 32 с. (Библиотечка «Первого сентября», серия «Биология». Вып.20)
2. Зверев, А.Т. Экология. Практикум. 10—11 кл. [Текст] : учеб. пособие для общеобразовательных учреждений. — М. : ООО «Издательский дом «ОНИКС 21 век», 2004. — 176 с.
3. Мамаев, А.Д. Методическое руководство по биотестированию воды. 1 [Текст] / А.Д. Мамаев, Ю.Д. Ворбьев. — М. : «Высшая школа», 1991. — 160 с.
4. Сергеева, Е.С. Методы биоиндикации водоемных организмов в гигиене [Текст] // Медицинский альманах. — 2009, июнь. — № 2(7). — С. 178—181.
5. Розенберг, В.Г. Теория биоиндикации. 1 [Текст]. — М. : «Высшая школа», 1994. — 141 с.
6. Экология родного края [Текст] / под ред. Т.Я. Ашихминой. — Киров : Вятка, 1996. — 720 с.
7. URL : <http://www.chem.msu.su/rus/journals/chemlife/2000/dafni.html>
8. URL : <http://www.ref.by/refs/97/31039/1.html>
9. URL : <http://subscribe.ru/archive/job.education.ekologschool/200409/20001023.html>

## **28. БИОЛОГИЧЕСКОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ ВОДЫ С ПОМОЩЬЮ ПРОРАЩИВАНИЯ СЕМЯН**

**Цель:** выявить из серии природных водоемов наиболее загрязненные, непригодные для использования в сельском хозяйстве.

**Задачи:**

- освоить метод биотестирования с помощью проращивания семян;
- закрепить правила отбора проб;
- повторить условия проращивания семян.

**Оборудование:** чашки Петри, фильтровальная бумага, термостат, пипетка на 10 мл.

**Материалы:** семена ржи или пшеницы, дистиллированная вода, водопроводная вода.

**Учебные дисциплины:** биология, экология.

**Класс:** 6.

### **Комментарии**

Биотестирование разнообразных субстратов с помощью растений является стандартным приемом в биоэкологических исследованиях и может быть использовано при оценке степени их загрязнения. Оценку уровня загрязнения водоемов можно провести, используя тест на прорастание семян. Поскольку интенсивность прорастания будет определяться как наличием вредных примесей (тяжелых металлов и других токсических веществ), так и содержанием нужных для растений веществ (азота, фосфора, калия), то такое тестирование можно считать предварительным для выявления особенно загрязненных водоемов с целью последующего химического анализа.

При проведении исследований необходимо помнить, что для проращивания семян необходимо соблюсти ряд условий: оптимальные температура, количество жидкости, наличие воздуха (уровень жидкости в чашках должен быть ниже поверхности семян), для некоторых семян требуется стратификация.

Считается, что подавление роста и развития растений на 30 и более процентов свидетельствует о фитотоксичности объекта. Испытано три злака: рожь, ячмень, пшеница. Из них наиболее перспективными тест-организмами следует считать ячмень и пшеницу. Несложность, быстрота, компактность проведенного метода позволяют рассматривать данные культуры как перспективные организмы при разработке гостированных методик для биотестирования применительно к определенному сезону года. Еще более прост и доступен в исполнении метод биотестов с использованием злаков при анализе воды, где можно применять рулонный метод. Отзывчивость такой культуры, как пшеница, подтверждена в опытах с тестированием снеговой воды.

### **Ход работы:**

1. Отберите образцы воды из разнообразных водоемов исследуемой территории.

2. Простерилизуйте чашки Петри в кипящей воде в течение 30 минут.

3. В 6 чашек Петри с внутренних сторон поместите вырезанные по размеру чашки листы фильтровальной бумаги. Промаркируйте.



4. В каждую чашку Петри ввести по 10 мл жидкости: в контрольный вариант — дистиллированную воду, в первый опытный вариант — водопроводную воду, в остальные воду из соответствующих водоемов.

5. Поместите в каждую чашку 30—50 семян ржи или пшеницы.

6. Чашки плотно закройте и оставьте на 4—7 дней при комнатной температуре или воспользуйтесь термостатом при температуре 26°.

7. Оцените процент проросших семян в каждой чашке по истечении этого срока.

### ***Контрольные вопросы***

1. Какие элементы жизненно необходимы для развития растений?

2. Какие элементы являются наиболее частыми загрязнителями воды?

3. Что такое тест-объект?

4. Какой тест-объект используется в этой работе?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

— расширяют знания о методах биотестирования;

— развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### ***Применение***

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, во внеурочной деятельности, в 6 классе на уроках биологии для закрепления темы «Условия прорастания семян»; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Голубкина, Н.А. Лабораторный практикум по экологии [Текст]. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : ФОРУМ, 2009. — 64 с.

2. Федорос, Е.И. Г.А. Нечаева Экология в экспериментах [Текст] : учеб. пособие для учащихся 10—11 классов общеобразовательных учреждений. — М. : Вентана-Граф, 2007. — 384 с.

3. URL : <http://www.ecwatech.ru/abstracts/2008/11/656.doc>

4. URL : <http://nsmelaya.narod.ru/ecopraktika.htm>

## 29. ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ВОДНОЙ СРЕДЫ ПО ПОВЕДЕНИЮ СУВОЕК

**Цель:** научиться давать оценку состояния водной среды по поведению сувоек.

**Задачи:**

- ознакомиться с биологией и экологией сувоек;
- ознакомиться и освоить метод оценки состояния водной среды по поведению сувоек.

**Оборудование:** микроскоп.

**Тест-объект:** сувойки.

**Учебные дисциплины:** биология, экология.

**Классы:** 7, 11.

### **Комментарии**

Сувойки — род простейших из подкласса кругоресничных инфузорий (Peritricha). Включает свыше 100 широко распространенных видов, живущих в морской и пресной воде. Сувойки — сидячие животные, прикрепляются к субстрату при помощи неветвящегося сократительного стебелька. Тело, имеющее форму колокольчика, лишено ресничек. На расширенном переднем его конце расположен двойной ряд ресниц, закрученный влево. Околоротовая спираль ведет к ротовому отверстию. Питаются сувойки мелкими взвешенными в воде органическими частицами (например, бактериями, детритом). При бесполом размножении в результате деления образуются снабженные венчиком ресниц свободноплавающие «бродяжки», которые затем образуют стебелек и прикрепляются к субстрату.

Нехватку кислорода в водной среде и наличие загрязнений можно определить по поведению сувоек. Обычно их устья раскрыты, видно, как работает ресничный аппарат и гонит в их клеточный рот бактерий, которыми они питаются. При нехватке кислорода устья сжимаются, и на тонкой ножке вместо колокольчика виден шарик. Появился кислород в среде — сувойка раскрывает свой ресничный аппарат и начинает им работать. Но если в очищаемую воду был произведен залповый выброс токсических веществ, то сувойки лучше и быстрее любого химического анализатора укажут на это: они не только сжимаются, но и сворачивают ножку в пружинку. Одновременно с этим уменьшается скорость движения инфузорий, а колокольчатка втягивает голову и ногу в тело.

### ***Ход работы***

1. Возьмите пробы воды из водоемов своего района.
2. Добавьте воду из водоемов в культуру сувоек.
3. Проведите наблюдение за поведением сувоек.
4. Оцените качество воды.

### ***Контрольные вопросы***

1. Опишите биологию сувоек.
2. Почему сувойки быстро реагируют на изменение среды?
3. Что такое биотестирование?
4. Какой тест-объект используется в этом исследовании?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания о биологии простейших (сувоек);
- формируют навыки оценки загрязненности водоемов с помощью сувоек;
- развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### ***Применение***

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, на уроках биологии 7 класса в теме «Многообразие простейших», в 11 классе на уроках экологии в теме «Загрязнение гидросферы», во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Данилова, Ю.А. Биоиндикация состояния пресного водоема (иллюстрированная методика) [Текст] : учебно-методическое издание / Ю.А. Данилова, А.Р. Ляндзберг, А.Г. Муравьев. — СПб. : «Кри-смас+», 1999. — 287 с.
2. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений [Текст] / под ред. В.А. Абакумова. — Л. : Гидрометеиздат, 1983. — 239 с.
3. Фомин, Г.С. Вода. Контроль химической, бактериальной и радиационной безопасности по международным стандартам [Текст] : энциклоп. справ. — 3-е изд., перераб. и доп. — М. : Протектор, 2000. — 848 с.
4. URL : <http://dic.academic.ru/dic.nsf/bse>

## 30. ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ВОДОЕМА С ПОМОЩЬЮ ИНFUЗОРИЙ

**Цель:** оценить качество воды с помощью инфузорий.

**Задачи:**

- ознакомиться с методикой биотестирования;
- продолжить знакомство с биологией и экологией инфузорий;
- освоить метод биотестирования с использованием инфузорий.

**Оборудование:** калькулятор, сосуд для воды.

**Учебные дисциплины:** биология, экология.

**Тест-объект:** инфузории.

**Классы:** 7, 11.

### **Комментарии**

Среди многообразия тест — организмов (**тест-организм** — организм по состоянию и поведению которого, можно оценить условия среды его обитания), применяемых при биотестировании, инфузории занимают значительное место. Они являются весьма удобными объектами для исследований, а полученные результаты имеют высокий коэффициент корреляции с данными подобных исследований на мышах, крысах, кроликах и других животных.

Инфузории как тест-организмы обладают следующими преимуществами:

— инфузории — эукариотические организмы, они имеют свойства и отдельного организма, и клетки, в силу чего могут быть использованы при биотестировании и как интегральные датчики на совокупность действующих факторов, и как одноклеточные тест-организмы при оценке цитотоксичности;

— короткий жизненный цикл и скорость размножения, инфузорий позволяют проследить их реакцию на воздействие токсиканта в ряду поколений;

— с помощью инфузорий возможна оценка токсичности не только водорастворимых соединений, но и соединений, растворимых в ряде органических растворителей;

— накоплен статистический материал, свидетельствующий о высокой чувствительности инфузорий к загрязняющим веществам — тяжелым металлам, пестицидам, микотоксинам и др.;

— в связи с большими размерами клеток состояние инфузорий легко оценивать визуально под микроскопом;

— стоимость лабораторного содержания инфузорий гораздо ниже стоимости содержания экспериментальных животных.

Наиболее часто простейшие используются для биотестирования природных и сточных вод, для оценки экологического состояния объектов окружающей среды (снег, почва, донные осадки), а также для оценки степени токсичности кормов для сельскохозяйственных животных. Биотестирование воды с помощью дафний и инфузорий включено в обязательный перечень показателей Государственного стандарта (ГОСТа) для рыбохозяйственных водоемов.

### ***Ход работы***

1. Возьмите по три пробы воды из каждого водоема.
2. Внесите культуру инфузорий в исследуемую пробу и эталон. Эталоном служит вода из экологически чистого водоема.
3. Подсчитайте количество инфузорий в каждой пробе. Исходное количество тест-объекта — не менее 15 штук.
4. Проведите подсчет инфузорий через 72 часа.
5. Определите среднее число инфузорий:

$$n = n_1 + n_2 + n_3 / 3,$$

где  $n_1$ ,  $n_2$ ,  $n_3$  — число инфузорий в 1, 2, 3 повторностях.

6. Определите коэффициент токсичности:

$$K_{\text{токс}} = (n_{\text{исх}} * X_{\text{этал}}) / n_{\text{пол}},$$

где  $X_{\text{этал}}$  — увеличение числа инфузорий в эталонной пробе;

$n_{\text{исх}}$  — начальное число инфузорий;

$n_{\text{пол}}$  — конечное число инфузорий;

$K_{\text{токс}}$  — коэффициент токсичности.

7. Сделайте выводы о состоянии водоема.

### ***Контрольные вопросы***

1. Охарактеризуйте инфузорий, как тест-объект.
2. Почему инфузории быстро реагируют на изменение среды?
3. Что такое биотестирование?
4. Какой тест-объект используется в этом исследовании?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания о биологии простейших (инфузорий);
- формируют навыки оценки загрязненности водоемов с помощью инфузорий;
- развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### ***Применение***

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, на уроках биологии 7 класса в теме «Инфузории», в 11 классе

на уроках экологии в теме «Загрязнение гидросферы», внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### **Список рекомендуемой литературы**

1. Афонькин, С.Ю. Простой метод культивирования амёб и инфузорий [Текст] // Биология в школе № 1. — М. : «Педагогика» : «Биология в школе», 1990. — С. 43—44.

2. Гайворонская, Н.М. Применение биотестирования для оценки состояния водных объектов [Текст] / Н.М. Гайворонская [и др.] // Актуальные проблемы экологии и природопользования : сб. науч. трудов. — Вып. 6. — М. : РУДН, 2004. — Ч. 4. — 428 с.

3. Мыльникова, З.М. Планктонные инфузии реки Латка [Текст] // Экосистемы малых рек: Биоразнообразие. Биология, Охрана : тезисы докладов всеросс. конф. 16—19 ноября 2004 г. Борок. — С. 63—64.

4. Сергеева, Е.С. Методы биоиндикации водоисточников в гигиене [Текст] // Медицинский альманах. — 2009, июнь. — № 2(7). — С. 178—181.

5. URL : [http://sapm.3dn.ru/index/skrining\\_pishhevykh\\_dobavok\\_i\\_produktoy\\_na\\_infuzorijakh/0-119](http://sapm.3dn.ru/index/skrining_pishhevykh_dobavok_i_produktoy_na_infuzorijakh/0-119)

6. URL : [http://libgost.ru/rukovodstvo/67838-Tekst\\_Rukovodstvo\\_Rukovodstvo\\_po\\_opredeleniyu\\_metodom\\_biotestirovaniya\\_toksichnosti\\_vod\\_donnyh\\_otlozheniy\\_zagryaznyayushih\\_veshestv\\_i\\_burovyh\\_rastvorov.html#i308007](http://libgost.ru/rukovodstvo/67838-Tekst_Rukovodstvo_Rukovodstvo_po_opredeleniyu_metodom_biotestirovaniya_toksichnosti_vod_donnyh_otlozheniy_zagryaznyayushih_veshestv_i_burovyh_rastvorov.html#i308007)

## **2.5. Бактериальный анализ воды пресноводного водоема**

Наряду с химическими элементами в воде содержатся различные микроорганизмы и бактерии, поэтому, *бактериологический анализ воды* нужно считать неотъемлемой частью исследования воды. У многих возникает вопрос, откуда же берутся микроорганизмы и бактерии в воде?

В любой воде есть жизнь, представленная различными микроорганизмами и бактериями. Как показывает *микробиологический анализ воды*, наряду с безопасными организмами в воде могут содержаться и *патогенные*, способные оказать вред здоровью. Наличие микроорганизмов и бактерий в питьевой воде подземных источников водоснабжения (водопровод, скважина, колодец, родник) объясняется движением жидкости по трубам, ее контактом с воздухом и нарушением санитарного режима в местах водозабора.

Многочисленные исследования в области бактериологического анализа воды подтверждают то, что степень загрязненности воды микроорганизмами и бактериями зависит от происхождения и характера источника. Загрязненность поверхностных источников (водохранилище, река, озеро, море) зависит от сточных и дождевых вод, деятельности животных и человека.

Своевременно проведенный микробиологический анализ воды, включающий широкий перечень *гидробиологических* и *микробиологических показателей*, содержит индикаторные микроорганизмы и прямое определение патогенных бактерий, вирусов, паразитарных простейших и гельминтов, он позволит понять, какую воду мы пьем, и как она будет влиять на наше здоровье.

Результаты проведенного бактериологического анализа воды могут служить основополагающей информацией при выборе системы очистки воды, которая позволит вам использовать воду требуемого качества, максимально повысив ее благотворное влияние на организм человека.

Микробиологический анализ воды проводят с целью определения содержания в воде бактерий, их видов и численности. В ходе анализа воды определяются значения следующих показателей:

- общее микробное число;
- общие колиформные бактерии;
- термотолерантные колиформные бактерии;
- фекальные стрептококки;
- колифаги;
- споры клостридий;
- цисты лямблий.

## 31. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МИКРОБНОГО ЧИСЛА ВОДЫ

**Цель:** научиться определять микробное число воды.

**Задачи:**

- ознакомиться с показателем — микробное число воды;
- научиться готовить питательную среду (агар-агар) и проводить посев бактерий;
- освоить метод посева бактерий на питательную среду;
- сформулировать выводы по результатам анализа.

**Оборудование:** сосуд для сбора воды, чашки Петри, электрическая плитка, стеклянная палочка, термостат, лупа, разграфленное стекло.

**Материалы:** питательная среда (агар-агар).

**Новые понятия:** питательная среда, микробное число воды, ПДК.

**Учебные дисциплины:** биология, экология.

**Класс:** 10.

### **Комментарии**

Определение количества патогенных бактерий при анализе воды сложная и трудоемкая задача. Поэтому для измерения бактериологической загрязненности вычисляется общее число образующих колонии бактерий (Colony Forming Units — CFU) на 1 мл воды. Это значение и есть общее микробное число.

Высокое микробное число свидетельствует об общей бактериологической загрязненности воды и о высокой вероятности наличия патогенных организмов. СанПиН нормирует этот показатель в 50 CFU.

Микрофлора в пресных и соленых водоемах различна. В пресных водоемах (озерах, реках) обнаруживаются кокки (*Micrococcus roseus* и др.) и палочковидные бактерии (*Pseudomonas fluorescens*). Анаэробов в воде мало, в основном они размножаются в иле на дне рек, участвуя в биохимических процессах очищения. Сапрофитные микроорганизмы выполняют роль мусорщиков, расщепляя органические отходы, делая их пригодными для метаболических процессов других живых существ. Микрофлора морей и океанов не так богата и представлена галофильными (солелюбивыми) микроорганизмами. Вода артезианских скважин почти не содержит микроорганизмов, что объясняется фильтрующей способностью почвы.

С ливневыми, тальными и сточными водами в реки и озера попадают микроорганизмы — представители нормальной флоры кишечника человека и животных, например, кишечная палочка, энтерококки, различные клостридии. Вместе с ними могут попасть и патогенные микроорганизмы — брюшнотифозные, дизентерийные бактерии, холерные вибрионы, вирусы полиомиелита, гепатита, которые сохраняются от нескольких дней до недель. Именно поэтому водный путь передачи является одним из возможных факторов распространения кишечных инфекций.

### **Ход работы**

1. Приготовление питательной среды: сухую смесь выдержите 15 минут в воде, затем стерилизуют 15 минут при 121 °С, в процессе стерилизации среда растворяется и перемешивается.



2. Пробы, взятые в условиях стерильности, взболтайте и сделайте посев небольшим количеством воды (0,1—1,0 мл) в чашки Петри, куда добавьте расплавленную питательную среду (13 мл агара).

3. Пронумерованные чашки с застывшей питательной средой поставьте вверх дном в термостат при температуре +37 °С.

4. Через 24 часа с помощью лупы и специального разграфленного стекла подсчитайте число выросших колоний. Результаты выразите числом колоний микробов в 1 мл воды.

5. Оцените полученные результаты (сравните с ПДК). ПДК — не более 100 колоний в 1 мл.

### ***Контрольные вопросы***

1. Что такое микробное число воды?
2. Почему колонии отличаются по цвету?
3. В каких пробах микробное число наибольшее и почему?
4. Какое ПДК по микробному загрязнению?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания о микроорганизмах, знакомятся с понятием «микробное число воды»;
- формируют навыки оценки микробного числа воды и приготовления питательной среды;
- развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### ***Применение***

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, во внеурочной деятельности, в 10 классе для закрепления темы «Прокариоты» на уроках биологии, на уроках экологии 10 класса в теме «Приспособления организмов», результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Рямова, А.М. Проведение школьных экологических исследований [Текст] : метод. реком. / А.М. Рямова, Г.В. Золотов, В.В. Панюков ; Ряз. обл. ин-т развития образования. — Рязань, 1997. — 33 с.

2. URL : <http://www.micro-biology.ru/main-microbiology/spreading/83-mikroflora-vody.html>

3. URL : <http://www.zdorovieinfo.ru/water/water-articles/?article=474590>

## 32. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИ-ИНДЕКСА И КОЛИ-ТИТРА

**Цель:** научиться определять показатели фекального загрязнения (коли-индекса и коли-титра).

**Задачи:**

- ознакомиться с показателем коли — индекса и коли- титра;
- научиться готовить питательную среду (агар-агар) и проводить посев бактерий;
- освоить метод посева бактерий на питательную среду;
- сформулировать выводы по результатам анализа.

**Оборудование:** сосуд для сбора воды, чашки Петри, термостат, мембранный фильтр № 3.

**Материалы:** питательная среда (агар-агар).

**Новые понятия:** питательная среда, коли-индекс и коли-титр.

**Учебные дисциплины:** экология.

**Класс:** 11.

### **Комментарии**

Коли-индекс и коли-титр — количественные показатели фекального загрязнения воды, почвы, пищевых продуктов и других объектов внешней среды. В качестве индикатора фекального загрязнения используется постоянный обитатель кишечника человека — кишечная палочка, так как она легко выращивается в обычных условиях на простых питательных средах. Количество этих бактерий позволяет судить о степени фекального загрязнения исследуемого объекта.

*Коли-индекс* — количество особей кишечной палочки, обнаруживаемое в 1 л (для твердых тел — в 1 кг) исследуемого объекта; определяется путем подсчета колоний кишечной палочки, выросших на плотной питательной среде при посеве определенного количества исследуемого материала с последующим пересчетом на 1 л (кг). Коли-индекс — величина, пропорциональная фактическому содержанию кишечной палочки в исследуемом субстрате.

*Коли-титр* — это наименьшее количество исследуемого материала в миллилитрах (для твердых тел — в граммах), в котором обнаружена одна кишечная палочка. Для определения коли — титра отдельно засевают на жидкие среды десятикратно уменьшающиеся объемы исследуемого материала (например, 100; 10; 1; 0,1; 0,01; 0,001 мл).

Для перевода коли-титра в коли-индекс следует 1000 разделить на число, выражающее коли-титр; для перевода коли-индекса в коли-титр

1000 разделить на число, выражающее коли-индекс. По техническим соображениям более часто практикуется определение коли-титра.

Определение коли-титра (коли-индекса) — важный критерий при санитарно-гигиенической оценке воды, пищевых продуктов и напитков.

### ***Ход работы***

1. Приготовьте питательную среду (см. предыдущую работу).
2. С помощью специального насоса исследуемую воду прокачайте через стерильный мембранный фильтр № 3.
3. Фильтр положите на питательную среду, разлитую в чашки Петри.
4. Посевы поместите в термостат при температуре +37 °С.
5. Через 18—24 часа на белой поверхности фильтра образуются ярко-красные с бронзовым блеском колонии. Подсчитайте колонии бактерий, а затем пересчитайте на 1 л.
6. Для вычисления коли-титра 1000 нужно разделить на число, выражающее коли-индекс.
7. Оцените полученные результаты. ПДК: коли-индекс — на более 3, коли-титр — не более 300 мл.

### ***Контрольные вопросы***

1. Что такое бактериологический анализ воды?
2. Что такое коли-титр, коли-индекс?
3. Где находят применение данные показатели?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания о показателях качества воды: коли-индекс, коли-титр;
- формируют навыки оценки показателей фекального загрязнения;
- развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### ***Применение***

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, на уроках экологии 11 класса в теме «Антропогенное загрязнение»; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. ГОСТ 17.1.1.01-77 (СТ СЭВ 3544-82). Использование и охрана вод. Основные термины и определения. — Введ. 1978–10–07. — М. : Б.и., 1978. — 18 с. — (Охрана природы. Гидросфера). — Изм. № 1, утв. в апр. 1984 г. (ИУС № 8 1983).

2. Методы биоиндикации и биотестирования природных вод [Текст] / под ред. В.А. Брызгалю, Т.А. Хоружей. — Л. : Гидрометеиздат, 1989. — Вып. 2. — 276 с.

3. Мониторинг, контроль, управление качеством окружающей среды [Текст] : науч. и учеб.-метод., справ. пособие / А.И. Потапов [и др.]. — в 3 ч. — Ч. 1: Мониторинг окружающей среды. — СПб. : Изд-во РГГМУ, 2002. — 432 с.

4. Рямова, А.М. Проведение школьных экологических исследований [Текст] : метод. реком. / А.М. Рямова, Г.В. Золотов, В.В. Панюков ; Ряз. обл. ин-т развития образования. — Рязань, 1997. — 33 с.

5. URL : [http://www.medical-enc.ru/10/coli\\_index.shtml](http://www.medical-enc.ru/10/coli_index.shtml)

### **33. МЕТОД ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ВОДОЕМА В ПРОЕКТЕ RIVER WATCH**

**Цель:** научиться давать оценку качества воды с помощью методики River Watch.

**Задачи:**

— освоить метод биоиндикации по проекту River Watch;  
— оценить качество воды с помощью методики River Watch;  
— развить творческие и исследовательские умения и навыки, способности делать обоснованные выводы по результатам изучения материала.

**Оборудование:** сачок для сбора водных беспозвоночных, оценочные таблицы.

**Новые понятия:** биоиндикация, макрозообентос.

**Учебные дисциплины:** биология, экология, география.

**Классы:** 7, 9, 11.

#### **Комментарии**

**Биоиндикация** — оценка состояния окружающей среды по реакциям живого организма.

**Зообентос** (греч. *zoön* — животное и *benthos* — глубина) — донная фауна, животный бентос, совокупность животных, обитающих на дне водоемов.

Метод оценки качества воды основан на различной чувствительности организмов к качеству воды. В этом методе вода по качеству делится на 5 категорий: отличное, хорошее, нормальное, плохое, очень плохое (табл. 19). Метод очень прост и вполне применим в Центральном регионе России, но точность его невысокая.

Таблица 19

Определение состояния пресного водоема  
в проекте River Watch

Качество воды	Организмы
Отличное	Личинка поденки плоская, личинка поденки норная, личинка веснянки, личинка ручейника в домике, личинка разнокрылой стрекозы, бокоплав (пресноводная креветка), личинка поденки плавающая, гребляк точечный, личинка вислоккрылки, водные брюхоногие моллюски
Хорошее	Личинка ручейника в домике, личинка разнокрылой стрекозы, бокоплав (пресноводная креветка), личинка поденки плавающая, водяной ослик, гребляк точечный, личинка вислоккрылки, водные брюхоногие моллюски, личинка комара-звонца, энхитрей беловатый, личинка мухи-журчалки («крыска»)
Нормальное	Личинка поденки плавающая, водяной ослик, гребляк точечный, личинка вислоккрылки, водные брюхоногие моллюски, личинка комара-звонца, энхитрей беловатый, личинка мухи-журчалки («крыска»)
Плохое	Личинка комара-звонца, энхитрей беловатый, личинка мухи-журчалки («крыска»)
Очень плохое	Нет живых организмов

***Ход работы***

1. Около берега водоема с помощью сачка или банки с мелкими отверстиями выловите беспозвоночных животных.
2. Выловленные организмы поместите в чашку с белым дном.
3. Сравните организмы с изображениями беспозвоночных животных на определительных карточках.
4. Установите, присутствуют ли в «пробе» показательные для индикации организмы.
5. Оцените состояние водоема (табл. 19).

***Контрольные вопросы***

1. Какие группы организмов используются для оценки качества водоема в проекте River Watch?
2. Что такое макрозообентос?

3. Какие организмы относятся к макрозообентосу?
4. Какие виды были вами встречены при изучении водоемов?
5. Отличаются ли водоемы по составу макрозообентоса?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

— расширяют знания о макрозообентосе;

— формируют навыки биоиндикации водоемов по проекту River Watch и закрепляют приемы работы с определительными карточками;

— развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### **Применение**

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, во внеурочной деятельности, в 7 классе на уроках биологии для закрепления темы «Беспозвоночные животные», на уроках географии в 9 классе в теме «АПК и окружающая среда», на уроках экологии в 11 классе в теме «Водные ресурсы, их современное состояние»; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

Работу удобно использовать при обучении школьников, так как не требуются определители, достаточно использовать карточки с изображением беспозвоночных животных.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Как провести исследование берега реки. Рабочие странички [Текст]. — Минск : Дизапресс, 2003. — 44 с. : ил. (Устойчивое развитие на местном уровне. Вода и здоровье)

2. Махлин, М.Д. Насекомые [Текст]. — СПб. : «БКК», 2009. — 96 с.

3. Романов, С.А. Основные направления экологических исследований и использование их результатов в преподавании школьного курса географии [Текст] // Современная экология — наука XXI века : матер. междунар. науч.-практ. конф. (17—18 октября 2008 г.) / отв. ред. Е.С. Иванов. — Рязань : РГУ, 2009. — Т. 2. — 108 с.

### **2.6. Санитарный анализ воды по показателю сапробности**

*Показатель сапробности* (органического загрязнения) входит в комплекс гидробиологических показателей для определения качества воды, санитарного состояния водных экологических систем и их изменения в результате загрязнения. Этот комплекс, кроме сапробности, включает показатели биоразнообразия, микробиологического

состава, продуктивности и токсичности. Сапробность позволяет судить о степени загрязнения вод органическими отбросами, поступающими с канализационными и сточными водами. Она определяется методом биоиндикации — по наличию водных организмов, способных развиваться при определенном содержании в воде органических веществ и продуктов их распада. Экологические группы представлены в таблице 20.

Таблица 20

Экологические группы водных организмов

Экологическая группа организмов	Наиболее благоприятные условия проживания
Полисапробы (серные бактерии, бесцветные жгутиковые, низшие грибы, инфузории)	Наиболее загрязненные водоемы, содержащие большое количество легко разлагающихся органических веществ и продуктов их распада. В таких водоемах преобладают гнилостные процессы, содержание кислорода в воде ничтожно. Число бактерий измеряется многими сотнями тысяч и миллионами в 1 мл
А-мезосапробы (бактерии, низшие грибы, сине-зеленые и диатомовые водоросли, простейшие)	Водоемы, близкие по степени загрязнения к водам полисапробной зоны. Органические вещества состоят из продуктов глубокого распада белковых веществ. Гнилостные процессы протекают в сильной степени, восстановительные процессы преобладают над окислительными. Количество бактерий в 1 мл воды исчисляется сотнями тысяч
Р-мезосапробы (сине-зеленые, диатомовые и зеленые водоросли, инфузории, коловратки, ракообразные, рыбы)	Водоемы среднего загрязнения, в которых содержание органических веществ невелико и их распад доходит до полной минерализации. Окислительные процессы преобладают и вода уже не загнивает. Способность водоемов к самоочищению довольно значительна. Число бактерий в 1 мл воды измеряется десятками тысяч
Олигосапробы (флора и фауна весьма разнообразны: преобладают зеленые водоросли, диатомовые, перидинеи,	Практически чистые, пригодные для водоснабжения водоемы, не загрязняемые сточными водами. Процесс минерализации органических веществ в

коловратки, губки, ракообразные, рыбы)	водах олигосапробной зоны полностью закончился. Содержание бактерий не превышает 1000 в 1 мл воды
--	---

### **34. ОПРЕДЕЛЕНИЕ САПРОБНОСТИ ВОДОЕМА ПО ПОПУЛЯЦИЯМ ПРЕСНОВОДНЫХ МОЛЛЮСКОВ**

**Цель:** определить сапробность водоема по популяциям пресноводных моллюсков.

**Задачи:**

- освоить метод оценки загрязнения водоема по популяциям пресноводных моллюсков;
- оценить уровень загрязнения водоема по популяциям моллюсков;
- закрепить навыки определения организмов в природе;
- ознакомиться с многообразием моллюсков;
- ознакомиться с новыми понятиями: сапробность.

**Оборудование:** сачок, определитель беспозвоночных.

**Новые понятия:** сапробность, полисапробы.

**Учебные дисциплины:** экология, биология.

**Классы:** 7, 11.

**Комментарии**

*Полисапробы* — анаэробные организмы, живущие в сильно загрязненных органическими веществами водоемах с недостатком кислорода и с высоким содержанием сероводорода. Пресноводные моллюски очень чувствительны к содержанию в воде органических веществ и кислорода, поэтому полисапробов среди моллюсков нет. В менее сапробных водоемах ( $\alpha$ ,  $\beta$  — мезосапробных и олигосапробных) они наряду с микроорганизмами и высшими водорослями играют основную роль в самоочистительной способности водных экосистем (рис. 4).

**Ход работы**

1. С помощью водного сачка проведите отлов моллюсков, обитающих в водоеме.
2. Всех выловленных моллюсков идентифицируйте по видам и верните обратно в воду.
3. После идентификации моллюсков определите сапробность. Охарактеризуйте экологическую обстановку в водоеме с помощью таблицы.



4. Выполните экологический анализ полученных результатов и установите причины и источники загрязнения.

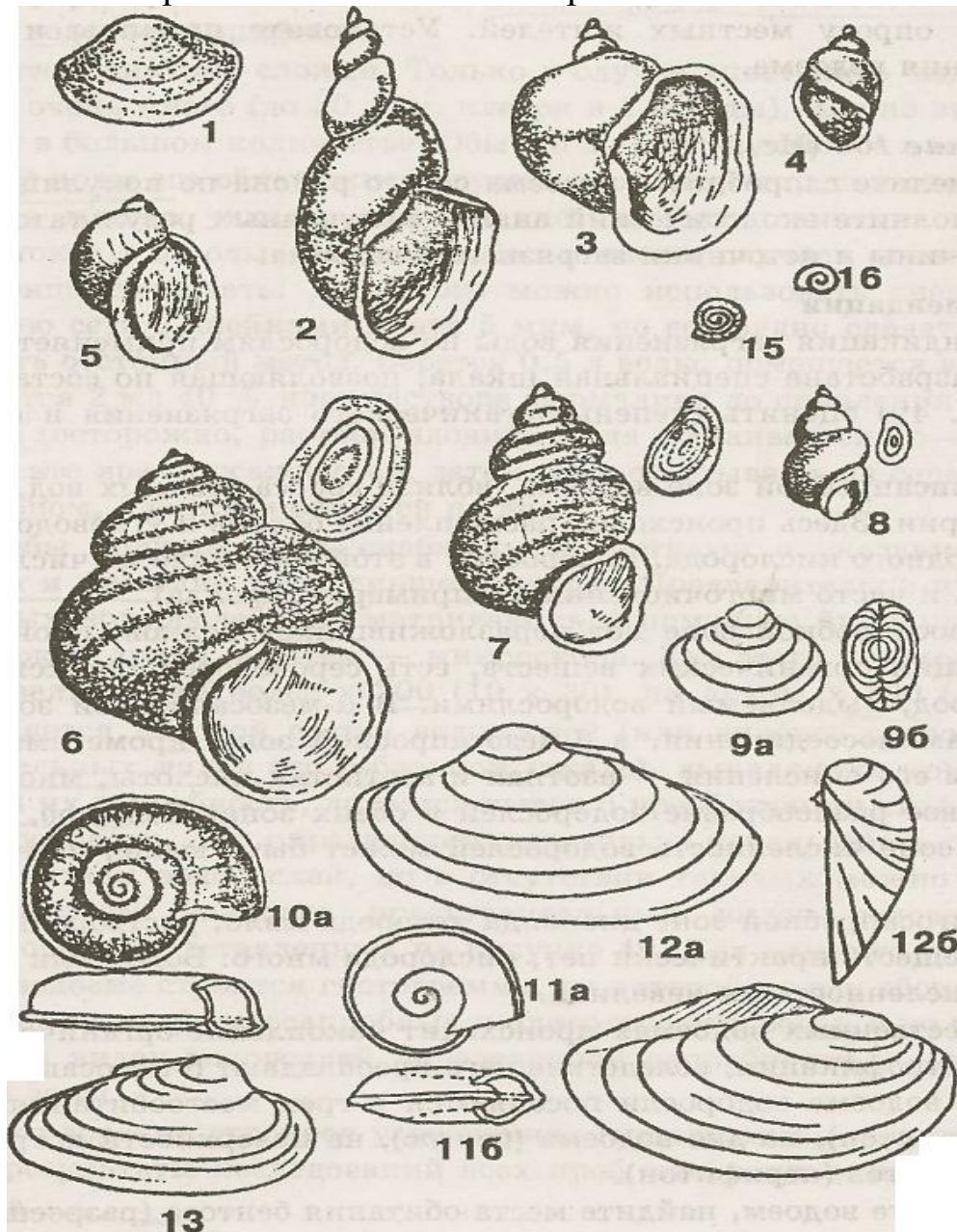


Рис. 4. Пресноводные моллюски — биоиндикаторы чистоты водоемов:  
 1. Роговая шаровка. 2. Прудовик обыкновенный. 3. Прудовик ушковый.  
 4. Физа ключевая. 5. Прудовик яйцевидный. 6. Лужанка настоящая.  
 7 Лужанка полосатая. 8. Битиния щупальцевая. 9а, б. Горошина.  
 10а, б. Катушка обыкновенная. 11а, б. Катушка килевая.  
 12а, б. Перловица вздутая. 13. Перловица живописцев. 14. Беззубка утиная.  
 15. Катушка завитая. 16. Катушка гладкая

**Контрольные вопросы**

1. Что такое сапробность?
2. На какие группы делятся водоемы по показателям сапробности?

3. Перечислите особенности внешнего строения моллюсков, которые используются в их определении.

4. Какие причины влияют на загрязнения водоемов?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

— расширяют знания о животных своего региона, знакомятся с понятием «сапробность водоема»;

— формируют навыки оценки состояния водоема по популяциям моллюсков и закрепляют приемы работы с определителями;

— развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### **Применение**

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, на уроках биологии 7 класса при изучении темы «Многообразие моллюсков», на уроках экологии 11 класса «Водные ресурсы», во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### **Список рекомендуемой литературы**

1. Зверев, А.Т. Экология. Практикум. 10—11 кл. [Текст] : учеб. пособие для общеобразовательных учреждений. — М. : ООО «Издательский дом «ОНИКС 21 век», 2004. — 176 с.

2. Минакова, В.В., Изучение ответной реакции двустворчатого моллюска *UNIO PICTORUM* на воздействие ионов свинца и кадмия [Текст] / В.В. Минакова, Е.А. Кануникова, И.В. Карнаухова // Экосистемы малых рек: Биоразнообразие. Биология, Охрана : тезисы докладов всеросс. конф. 16—19 ноября 2004 г. — Борок. — С. 62—63.

3. Романова, Е.М. Двустворчатые моллюски как биомониторы загрязнения водных экосистем тяжелыми металлами [Текст] / Е.М. Романова, О.А. Индирякова, А.П. Куранова. — Вестник ТвГУ. — 2008. — С. 163—168. (Серия: Биология и экология (7))

## **35. ОПРЕДЕЛЕНИЕ САПРОБНОСТИ ВОДОЕМА ПО ПОПУЛЯЦИИ ВОДОРΟΣЛЕЙ**

**Цель:** определить сапробность водоема по популяции водорослей.

**Задачи:**

— освоить метод оценки сапробности водоема по популяции водорослей;

- провести оценку степени сапробности водоема;
- закрепить умения пользоваться определителями;
- ознакомить с новыми понятиями в экологии.

**Оборудование:** пипетка или стеклянная трубочка, определители водорослей, бинокляр, микроскоп.

**Реактивы:** 40 %-ный раствор формалина.

**Новые понятия:** сапробность водоема, полисапробная зона, а-мезосапробная зона, р-мезосапробная зона, олигосапробная зона, эвтрофикация, перифитон, планктон, фитопланктон, бентос, гистограмма.

**Учебные дисциплины:** экология, биология, алгебра.

**Классы:** 6, 7.

### **Комментарии**

Биоиндикационные методы на основе видового состава сообществ и обилия водорослей дают интегральную оценку результатов всех природных и антропогенных процессов, протекавших в водном объекте. Кроме того, биоиндикация по сообществам водорослей — дешевый экспресс-метод, в то время как химические анализы дорогостоящи. Преимуществом автотрофов является то, что они первыми в трофической цепи реагируют на загрязнители, не успевая их значительно накапливать. Реакцией на изменение условий среды является изменение состава и обилия водных организмов, причем смена сообщества водорослей может произойти за несколько часов при смене условий среды.

Биоиндикация загрязнения воды по водорослям применяется с начала XX века. Разработана специальная шкала, позволяющая по составу водорослей (рис. 5) оценить степень органического загрязнения и **сапробность** водоема.

В *полисапробной* зоне водоема, вблизи сброса сточных вод, преобладают бактерии. Здесь происходит расщепление белков и углеводов в отсутствие свободного кислорода. Водорослей в этой зоне мало по числу видов, но они есть, и часто многочисленны (например, хлорелла).

В *мезосапробной* зоне нет неразложившихся белков, происходит минерализация органических веществ, есть сероводород, диоксид углерода и кислород, выделяемый водорослями. В а-мезосапробной зоне есть аммиак и аминокислоты, в р-мезосапробной зоне, кроме аммиака, есть продукты окисления — азотная и азотистая кислоты, много кислорода. Видовое разнообразие водорослей в обеих зонах большое, в а-мезосапробной зоне численность водорослей может быть выше, чем в р-мезосапробной.

В *олигосапробной* зоне диоксида углерода мало, растворенных органических веществ практически нет, кислорода много. Водоросли разнообразны, но численность их невелика.

В естественных водоемах происходит накопление органического вещества — *эвтрофикация*, вследствие чего преобладают р-мезосапробные водоросли. В водоеме водоросли поселяются в трех местообитаниях: в толще воды (планктон), на дне водоема (бентос), на поверхности погруженных в воду предметов (перифитон). Распределение водорослей по группам представлено на рисунке 5.

### ***Ход работы***

1. Осмотрите водоем, найдите места обитания бентоса (разросшихся водорослей — тины, хлопьев или отдельных нитей), соберите их в банку. Если бентос не заметен, но дно покрыто илом, то с помощью пипетки или стеклянной трубочки втяните небольшое количество ила и поместите его в баночку.

2. Проверьте водоем на наличие хлопьев, плывущих по поверхности воды (это кусочки бентоса, поднятые со дна водоема выделенным водорослями кислородом).

3. Обследуйте водоем на наличие перифитона. Перифитон может быть представлен либо крупными обрастаниями водорослей — до 0,5 м длиной, либо микроскопическим налетом, который можно соскоблить ножом. При наличии в воде высших растений можно сделать «выжимку» из листьев, на которых всегда есть водоросли-эпифиты.

4. Проведите сбор фитопланктона. В случае «цветения» воды, когда водорослей очень много (до 30 млн клеток в 1 л воды), можно видеть фитопланктон в большом количестве. Обычно же при просмотре в микроскоп свежевзятой воды его обнаружить трудно, т.к. теоретически одну клетку в препарате можно увидеть при количестве фитопланктона не менее 25 000 клеток в 1 л воды. Поэтому в большинстве случаев планктон приходится концентрировать.

#### ***Концентрация раствора.***

Вариант 1. Материал пропустите через специальную планктонную сеть с ячейками менее 5 мкм.

Вариант 2. Отстойный метод:

— Возьмите 0,5 л воды, поместите в бутылку и зафиксируйте 2 мл 40 %-ного раствора формалина до появления устойчивого запаха (осторожно, раствор ядовит!).

— Воду отстаивайте 15—20 дней, планктон в это время осажда-  
ется.

— Воду отсосите из середины бутылки сифоном, планктон  
останется на дне.

5. Пробы снабдите этикетками с указанием даты, места сбора  
и фамилии проводившего пробы.

6. Предварительно препараты из собранных водорослей про-  
смотрите с помощью бинокля (стереоскопической лупы), а затем —  
микроскопа. Для этого необходим микроскоп с увеличением более  
х200 (10 х 20), но лучше х400 (10 х 40).

7. Определите видовой состав водорослей (или видовое разно-  
образие), обилие отдельных видов (по 5-балльной шкале), выявите  
доминирующие виды и их сапробность.

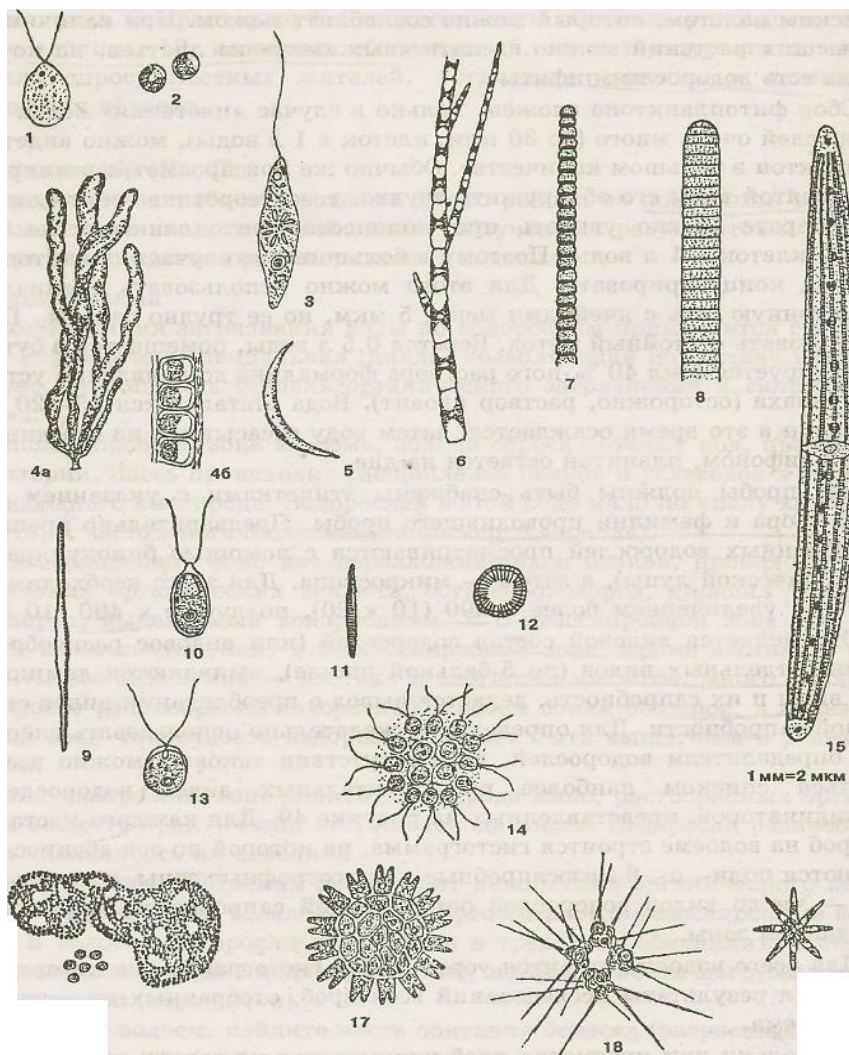


Рис. 5. Водоросли — биоиндикаторы чистоты водоемов:  
полисапробы: 1 — политома, 2 — хлорелла, 3 — эвглена зеленая;  
а — мезосапробы: 4а, б — энтеро-морфа (кишечница), 5 — монорафидиум,  
6 — стигеоклониум тонкий, 7 — осциллятория короткая,

8 — осциллятория выдающаяся, 9 — нитцилия игловидная, 10 — хламидомонас, 11 — нитцилия пленочная, 12 — циклотелла менегини, 13 — хламидолюнас атактогамный, 14 — го-ниум пекторальный, 15 — кластериум игольчатый,  $\beta$  — мезосапробы: 16а, б — микроцистис синевато-зеленый, 17 — педиаструм, 18 — микратиниум, 19 — актинаструм

8. Сделайте вывод о преобладании видов определенной сапробности. Для определения желателно использовать специальные определители водорослей, но в отсутствие таковых можно воспользоваться списком наиболее представительных видов водорослей биондикаторов (рис. 6).

9. Для каждого места отбора проб на водоеме постройте гистограмму, на которой по оси абсцисс показываються поли-, а-, р-мезосапробные и олиготрофные зоны, а по оси ординат — число видов водорослей определенной сапробности, характерных для данной зоны.

10. Для всего водоема постройте усредненную гистограмму, на которой суммируются результаты исследований всех проб, отобранных из разных точек водоема.

11. Определите относительный показатель сапробности, умножая обилие видов определенной сапробности на показатель сапробности, приняв олиго = 1, меза а = 2, в = 3, поли = 4).

12. Сравните по показателю и усредненным гистограммам разные водоемы и оцените относительную чистоту воды.

13. Выполните экологический анализ полученных результатов и установите причины и источники загрязнения водоема.

### ***Контрольные вопросы***

1. Объясните понятие сапробность водоема.
2. На какие группы по показателю сапробности делят водоросли?
3. Что значит перифитон, бентос, планктон?
4. Какие трудности возникают при изучении фитоплактона?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

— расширяют знания о растениях своего региона, сапробности водоема;

— формируют навыки оценки сапробности водоема по популяции водорослей;

— развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### ***Применение***

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, в 6 классе на уроках биологии «Многообразие водорослей»,

на уроках алгебры 7 класса «Среднее арифметическое», на занятиях по летней полевой практике, во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### *Список рекомендуемой литературы*

1. Борздыко, Е.В. Методы биологического контроля: биоиндикация и биотестирование [Текст] : учеб.-метод. пособие / Е.В. Борздыко, Л.Н. Анищенко. — Брянск : Наяда, 2008. — 70 с.
2. Зверев, А.Т. Экология. Практикум. 10—11 кл. [Текст] : учеб. пособие для общеобразовательных учреждений. — М. : ООО «Издательский дом «ОНИКС 21 век», 2004. — 176 с.
3. <http://herba.msu.ru/algae/materials/book/text/part1/9.html>

## **36. ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ**

**Цель:** научиться проводить наблюдения за сезонными изменениями в природе.

**Задачи:**

- ознакомиться с понятием «фенология»;
- провести наблюдения за изменением состояния водоема;
- сравнить полученные данные с годовым ходом температур.

**Новые понятия:** фенология, гидрометеорология.

**Учебные дисциплины:** физика, природоведение.

**Классы:** 5, 7.

### **Комментарии**

**Фенология** — система знаний о сезонных явлениях природы, сроках их наступления и причинах, определяющих эти сроки. Фенология регистрирует и изучает сезонные явления мира растений и животных, а также даты установления и схода снежного покрова, первых и последних заморозков, ледостава и разморзания водоемов и т.п.

**Гидрометеорология** — наука о гидросфере и атмосфере Земли.

Изучение времени наступления гидрометеорологических явлений необходимы для судоходства, рыбоводства, сельскохозяйственного.

### **Ход работы**

1. В течение года проведите наблюдения за изменением состояния прудов. Данные занесите в таблицу 21.

2. Сравните полученные данные с изменениями температуры в вашем районе.

3. Сделайте выводы

Таблица 21

### Гидрометеорологические явления

Гидрометеорологические явления	
На прудах появились промоины	
Сход снега	
Пруды очистились ото льда	
Первый туман	
Последний снегопад	
Весенне-летние заморозки	
Первый иней	
Первый заморозок	
Первый снег	
Образование снежного покрова	
Образование льда на поверхности прудов	
Замерзание прудов	

### ***Контрольные вопросы***

1. Что такое гидрометеорология?

2. Зачем проводятся наблюдения за сезонными изменениями в природе?

3. Как животные и растения приспосабливаются к сезонным изменениям в природе?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

— знакомятся с новыми понятиями «фенология», «гидрометеорология»;

— развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### ***Применение***

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, во внеурочной деятельности, в 5 классе для закрепления темы «Сезонные явления в природе», на уроках физики 7 класса в теме «Агрегатное состояние веществ»; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

Работу удобно использовать в обучении школьников младшего возраста.



## 37. ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ

**Цель:** научиться оценивать качество воды.

**Задачи:**

— ознакомиться с понятием интегральной оценки качества воды;

— научиться давать оценку качества воды.

**Оборудование:** оценочные таблицы.

**Новые понятия:** интегральная оценка качества воды.

**Учебные дисциплины:** экология.

**Класс:** 11.

### Комментарии

Для оценки качества воды используется комбинаторный индекс загрязненности, учитывающий не только кратность превышения ПДК, но и повторяемость случаев превышения ПДК как меру устойчивости загрязненности.

Повторяемость случаев превышения ПДК рассчитывают по формуле:

$$H_i = \frac{N_{\text{пдк}}}{N_i} \cdot 100 \%,$$

где  $H_i$  — повторяемость случаев превышения ПДК по  $i$ -тому ингредиенту;

$N_{\text{пдк}}$  — число результатов анализа, в которых содержание  $i$ -того ингредиента превышает ПДК;

$N_i$  — общее число результатов анализа по  $i$ -тому ингредиенту.

На основании расчетной величины повторяемости можно охарактеризовать загрязненность водного объекта (табл. 22).

Таблица 22

Характеристика загрязненности воды водного объекта  
по признаку повторяемости

Повторяемость, %	Характеристика загрязненности воды водного объекта по признаку повторяемости	Частные оценочные баллы	
		выраженные условно	абсолютные значения
(0; 10)*	Единичная	a	1
[10; 30)	Неустойчивая	b	2
[30; 50)	Устойчивая	c	3
[50; 100]	Характерная	d	4

Примечание: Круглая скобка означает «диапазон до этой величины, не включая ее». Квадратная скобка означает включение величины в указанный диапазон.

Вторая ступень классификации основана на установлении уровня загрязненности, в качестве меры которой используется показатель кратности превышения ПДК.

$$K_i = \frac{C_i}{\text{ПДК}_i},$$

где  $K_i$  — показатель кратности превышения ПДК;

$C_i$  — концентрация  $i$ -того ингредиента в воде водного объекта, мг/л.

Кратность превышения ПДК в свою очередь также будет характеризовать уровень загрязненности.

При сочетании первой и второй ступеней классификации воды по каждому из учитываемых ингредиентов получают обобщенные характеристики загрязненности, условно соответствующие мере их влияния на качество воды за определенный временной промежуток (табл. 23, 24).

Определение совместного влияния вышеуказанных факторов осуществляется в заключительной, третьей ступени классификации. Определяют так называемый комбинаторный индекс загрязненности (КИЗ):

$$\text{КИЗ} = \sum S_i.$$

КИЗ справедлив только при усилении эффекта воздействия при одновременном воздействии нескольких токсичных веществ.

В некоторых комбинациях загрязняющих веществ может сложиться ситуация, когда вода очень сильно загрязнена одним или несколькими веществами, но имеет удовлетворительные характеристики по всем остальным показателям. Для устранения сглаживающего влияния низких величин в градации качества вводится коэффициент запаса  $k$ . При сравнительном анализе качества поверхностных вод предложено использовать также удельный показатель — величину удельного комбинаторного индекса загрязненности. УКИЗ представляет собой долю индекса КИЗ, приходящуюся на один учитываемый ингредиент.

$$\text{УКИЗ} = \sum S_i / n.$$

### *Ход работы*

1. Определите комбинаторный индекс загрязненности.
2. Определите показатель кратности превышения ПДК.

3. Определите комбинаторный индекс загрязненности.
4. Сделайте выводы.

### **Контрольные вопросы**

1. Что такое интегральная оценка качества воды?
2. Какие показатели используются для интегральной оценки качества воды?
3. Что такое ПДК?
4. Зачем в формуле стоит знак процента?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания о характеристиках воды;
- формируют навыки количественной оценки качества воды;
- развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

Таблица 23

Характеристика загрязненности воды водного объекта по признаку кратности превышения ПДК

Кратность превышения нормативов	Характеристика уровня загрязненности	Частные оценочные баллы	
		выраженные условно	абсолютные значения
(0; 2)	Низкий	$a_1$	1
[2; 10)	Средний	$b_1$	2
[10; 50)	Высокий	$c_1$	3
[50; 100]	Очень высокий	$d_1$	4

Таблица 24

Комплексная характеристика загрязненности воды водного объекта

№ п/п	Комплексная характеристика состояния загрязненности воды водотока	Обобщенные оценочные баллы, $S_i$		Характеристика качества воды водотока
		выраженные условно	абсолютные значения	
1	2	3	4	5
1	Единичная загрязненность низкого уровня	$a \cdot a_1$	1	Слабо загрязненная
2	Единичная загрязненность среднего уровня	$a \cdot b_1$	2	Загрязненная
3	Единичная	$a \cdot c_1$	3	Грязная

	загрязненность высокого уровня			
4	Единичная загрязненность очень высокого уровня	$a \cdot d_1$	4	Грязная
5	Неустойчивая загрязненность низкого уровня	$b \cdot a_1$	2	Загрязненная

*Окончание таблицы*

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
6	Неустойчивая загрязненность среднего уровня	$b \cdot b_1$	4	Грязная
7	Неустойчивая загрязненность высокого уровня	$b \cdot c_1$	6	Очень грязная
8	Неустойчивая загрязненность очень высокого уровня	$b \cdot d_1$	8	Очень грязная
9	Устойчивая загрязненность низкого уровня	$c \cdot a_1$	3	Грязная
10	Устойчивая загрязненность среднего уровня	$c \cdot b_1$	6	Очень грязная
11	Устойчивая загрязненность высокого уровня	$c \cdot c_1$	9	Очень грязная
12	Устойчивая загрязненность очень высокого уровня	$c \cdot d_1$	12	Недопустимо грязная
13	Характерная загрязненность низкого уровня	$d \cdot a_1$	4	Грязная
14	Характерная загрязненность среднего уровня	$d \cdot b_1$	8	Очень грязная
15	Характерная загрязненность высокого уровня	$d \cdot c_1$	12	Недопустимо грязная
16	Характерная загрязненность очень высокого уровня	$d \cdot d_1$	16	Недопустимо грязная

### ***Применение***

Работа может быть использована в курсе экологии 11 класса при изучении темы «Водные ресурсы», во внеурочной деятельности; ре-

зультаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### *Список рекомендуемой литературы*

1. Гусева, Т.В. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды [Текст] : справ. материалы / Т.В. Гусева [и др.]. — М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2005. — 176 с.

2. Комплексные оценки качества поверхностных вод [Текст] / под ред. А.М. Никанорова. — Л. : Гидрометеиздат, 1984. — 139 с.

3. Петин, А.Н. Анализ и оценка качества поверхностных вод [Текст] : учеб. пособие / А.Н. Петин, М.Г. Лебедева, О.В. Крымская. — Белгород : Изд-во БелГУ, 2006. — 252 с.

4. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений [Текст] / под ред. В.А. Абакумова. — Л. : Гидрометеиздат, 1983. — 239 с.

Таблица 25

#### Применение работ главы 1

№	Название работы	Предмет	Класс	Тема
1	2	3	4	5
1	Составление плана местности	география	6	Составление плана местности
2	Визуальное исследование водоема	география	6	Составление плана местности
		география	8	Гидросфера
		экология	10	Биогеоценоз
3	Определение горизонтального профиля реки	география	6	Характеристика водоема
		экология	10	Биогеоценоз
4	Определение скорости течения воды	физика	7, 10	Скорость
		география	8	Водные ресурсы
5	Наблюдения за изменением уровня воды в реке	география	8	Водные ресурсы
		химия	8	Вода
6	Определение расхода воды в реке	физика	7	Скорость
		география	7	Водные ресурсы
7	Определение органолептических показателей качества воды	химия	8	Вода
8	Описание водоема	география	7	Водоем

9	Определение температуры воды	физика	7, 10	Температура
		природоведение	5	Температура
		экология	10	Биогеоценоз
10	Определение рН воды	химия	11	рН
		экология	10	Биогеоценоз
11	Определение цвета воды количественными методами	химия	8	Вода

*Продолжение таблицы*

1	2	3	4	5
		экология	11	Водные ресурсы
12	Определение окисляемости воды	химия	8	Кислоты
13	Определение биохимического потребления кислорода (БПК)	химия	8	Кислоты
		экология	11	Современное состояние водных ресурсов
14	Определение содержания в воде ионов хлора, свинца, кадмия, бария, меди и калия	химия	8	Количество вещества
		экология	11	Современное состояние водных ресурсов
15	Определение содержания в воде солей железа	экология	11	Современные проблемы охраны природы
		химия	9	Железо
16	Качественное и количественное определение ионов хлора	химия	9	Хлор
		химия	8	Ионные реакции
		экология	11	Современные проблемы охраны природы
17	Определение содержания сульфат-ионов в воде	химия	8	Ионные реакции
		химия	9	Сера
		экология	11	Современные проблемы охраны природы
18	Определение содержания в воде соединений азота	химия	9	Азот

		химия	8	Ионные реакции
		экология	11	Современные проблемы охраны природы
19	Определение содержания взвешенных частиц в воде	физика	7	Масса
		экология	11	Водные ресурсы, их состояние и охрана

*Продолжение таблицы*

1	2	3	4	5
20	Определение жесткости воды	химия	8	Концентрация веществ
		экология	11	Водные ресурсы, их состояние и охрана
21	Определение электропроводности воды	физика	10	Электропроводность
		химия	8	Электролитическая диссоциация
22	Определение содержания кислорода в пробе воды	химия	8	Растворение веществ в воде
23	Оценка состояния водного объекта по ряске	биология	6	Экологические группы растений
		экология	10	Экосистемы
24	Оценка состояния водной экосистемы с помощью пятиуровневой шкалы степени загрязнения воды или индекса Ф. Вудевиса («биотический индекс реки Трент»)	биология	7	Беспозвоночные животные
		экология	10	Биогеоценоз
		география	7	Взаимодействие природы и общества
25	Оценка состояния водной среды по видовому составу активного ила	биология	7	Многообразие простейших
		экология	10	Биогеоценоз
		география	7	Взаимодействие природы и общества
26	Биоиндикация загрязнения водоема с помощью макрозообентоса (Индекс Майера)	биология	7	Беспозвоночные животные
		экология	10	Биогеоценоз

		география	8	Использование вод и пути сохранения их качества
27	Определение токсичности воды при помощи дафний	биология	7	Ракообразные
		экология	10	Биогеоценоз
28	Биологическое тестирование воды по прорастанию семян	биология	7	Условия прорастания семян

*Окончание таблицы*

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
29	Оценка состояния водной среды по поведению сувоек	биология	7	Многообразие простейших
		экология	10	Водные ресурсы, их современное состояние
30	Оценка состояния водоема с помощью инфузорий	биология	7	Инфузории
		экология	10	Водные ресурсы, их современное состояние
31	Определение микробного числа воды	биология	10	Прокариоты
		биология	6	Бактерии
		экология	10	Приспособления организмов
32	Определение коли-индекса и коли-титра	экология	11	История развития экологических связей человечества
33	Метод оценки состояния водоема в проекте River	биология	7	Беспозвоночные животные
		экология	11	Водные ресурсы, их современное состояние
		география	9	АПК и окружающая среда
34	Определение сапробности водоема по популяциям пресноводных моллюсков	экология	11	Водные ресурсы
		биология	7	Многообразие моллюсков
35	Определение сапробности водоема по популяции водорослей	биология	6	Многообразие водорослей
		алгебра	7	Среднее



				арифметическое
36	Гидрометеорологические явления	природоведение	5	Сезонные явления в природе
		физика	7	Агрегатное состояние веществ
37	Интегральная оценка качества воды	экология	11	Водные ресурсы

### III. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ АТМОСФЕРЫ

До определенного этапа развития человеческого общества, в частности индустрии, в природе существовало экологическое равновесие, то есть деятельность человека не нарушала основных природных процессов или очень незначительно влияла на них. Экологическое равновесие в природе с сохранением естественных экологических систем существовало миллионы лет и после появления человека на Земле. Так продолжалось до конца XIX века. XX век вошел в историю как век небывалого технического прогресса, бурного развития науки, промышленности, энергетики, сельского хозяйства. Одновременно как сопровождающий фактор росло и продолжает расти вредное воздействие индустриальной деятельности человека на окружающую среду. В результате происходит в значительной мере непредсказуемое изменение экосистем и всего облика планеты Земля.

Воздушная оболочка Земли — *атмосфера* выполняет многочисленные функции. Она служит средой обитания и источником необходимых веществ для организмов, обеспечивает и регулирует круговорот веществ и энергии в местных и планетарных масштабах, между землей и космическим пространством. В последнее время атмосферные газы интенсивно используются в практической деятельности человека. Одновременно воздушный бассейн служит средой, в которую выбрасываются отходы разнообразных производств и транспортных средств.

Атмосфера выполняет важную защитную функцию, предохраняя организмы и земную поверхность от губительного воздействия космических факторов, чрезмерного нагревания и выхолаживания. Особая роль в поглощении и задержке коротких ультрафиолетовых лучей принадлежит озоновому слою.

В нормальных условиях в атмосфере содержится огромное число компонентов — как газообразных, так и в виде аэрозолей. Воздушный бассейн, особенно вблизи земной поверхности, постоянно насыщается большим или меньшим количеством неорганических и органических газов, паров и твердых частиц. Они образуются при распаде органических веществ, прижизненном выделении организмами, геологических и геохимических процессах в литосфере. Минерализация органических веществ сопровождается поступлением в атмосферу значительного количества аммиака, метана, сероводорода и других газов. Периодически большое количество различных газов и паров поступает в атмосферу из действующих вулканов, гейзеров,

геотермальных и других подземных источников, при лесных и степных пожарах.

Концентрация насыщающих атмосферу различных примесей в результате действия природных факторов в большинстве случаев невелика и происходит периодически с большими или меньшими интервалами.

Таким образом, предшественники многих основных загрязняющих веществ уже имеются в обычных условиях в атмосфере. Поскольку растения развивались в присутствии таких соединений в обычных концентрациях, в этих условиях редко наблюдаются какие-либо отрицательные воздействия на них. Эти воздействия обнаруживаются только тогда, когда концентрация загрязнений оказывается выше допустимого порогового уровня.

### **3.1. Загрязнение атмосферы**

Атмосферные загрязнители по происхождению могут быть первичными — отходы предприятий, топков, двигателей и вторичными, образующимися в свободной атмосфере в результате химических, фотохимических, физико-химических реакций между загрязняющими веществами и компонентами атмосферы. Промышленные предприятия выбрасывают в атмосферу вещества, отличающиеся сложным химическим составом и степенью угнетающего действия на организмы. В их состав входят остаточные продукты горения органических веществ, термического и химического состава перерабатываемых материалов, механического дробления. В составе атмосферных загрязнителей преобладают газы. Среди них наиболее вредными являются оксид углерода, оксиды серы и азота, углеводороды, различные смолистые вещества.

Каждое из загрязнений воздействует своим особым образом, однако все загрязнения оказывают влияние на некоторые основные процессы. В первую очередь воздействию подвергаются системы, регулирующие поступление загрязняющих веществ, а также химические реакции, ответственные за процессы фотосинтеза, дыхания и производство энергии.

Природные источники выделяют больше вредных веществ, тем не менее самым опасным является антропогенное поступление. Это связано с тем, что вредные вещества антропогенного происхождения накапливаются в зоне обитания человека. Кроме того, специфические вредные вещества, не существовавшие ранее в природных условиях, в настоящее время становятся составной частью атмосферного воздуха, его микроэлементами.

Загрязняющие вещества в атмосфере любого города делятся на несколько категорий, а именно:

— Газообразные вещества: кислоты, галогены и галогенопроизводные, газообразные оксиды, альдегиды, кетоны, спирты, углеводороды, амины, нитросоединения, пары металлов, пиридины, соединения ртути и многие другие компоненты газообразных промышленных отходов.

— Аэрозоли (также выбрасываются из труб): взвешенные твердые частицы неорганического и органического происхождения, а также взвешенные частицы жидкости (тумана).

— Пылевидные частицы: грунтовая пыль, поднятая шинами автомобилей, цементная и другая строительная пыль. Пыль — это дисперсная малоустойчивая система, содержащая больше крупных частиц, чем дымы и туманы. Счетная концентрация (число частиц в  $1 \text{ см}^3$ ) мала по сравнению с дымами и туманами.

— Частицы окалины, которые попадают в атмосферу из труб литейных цехов, под микроскопом выглядят как ржаво-бурые и черные «корочки».

— Частицы сажи: продукты предприятий химической промышленности, шинных заводов, заводов синтетического каучука, сажевых заводов, заводов асфальтобетонных смесей.

Неорганическая пыль в промышленных газовых выбросах образуется при горных разработках, переработке руд, металлов, минеральных солей и удобрений, строительных материалов, карбидов и других неорганических веществ. Промышленная пыль органического происхождения — это, например, угольная, древесная, торфяная, сланцевая, сажа и др. К дымам относятся аэродисперсные системы с малой скоростью осаждения под действием силы тяжести. Дымы образуются при сжигании топлива и его деструктивной переработке, а также в результате химических реакций, например при взаимодействии аммиака и хлороводорода, при окислении паров металлов в электрической дуге и т.д. Размеры частиц в дымах много меньше, чем в пыли и туманах, и составляют от 5 мкм до субмикронных размеров, то есть менее 0,1 мкм. Туманы состоят из капелек жидкости, образующихся при конденсации паров или распылении жидкости. В промышленных выхлопах туманы образуются главным образом из кислоты: серной, фосфорной и др.

Основными загрязняющими веществами в выбросах являются твердые частицы (пыль, сажа, металлы) и газообразные вещества (оксид углерода, диоксид серы, оксиды азота). Выбросы по интенсивности характеризуются массой соответствующего вещества, поступаю-

щего в атмосферу в единицу времени (г/сек, тонн/год). В городах выбросы оксидов азота, диоксидов серы могут достигать десятков тысяч тонн в год, оксидов углерода — даже сотен тысяч.

Перечисленные загрязняющие вещества содержатся в выбросах почти каждого источника. Тепловые станции, котельные, предприятия химии и нефтехимии, металлургии, нефтепереработки, цементные заводы и многие другие имеют установки для сжигания топлива. Все они в большем или меньшем количестве выбрасывают в атмосферу твердые и газообразные вещества. Одним из самых опасных *канцерогенных* (то есть вызывающих раковые заболевания) углеводородов является бензопирен, поступающий в атмосферу с продуктами сгорания топлива (количество выбросов вредных веществ в атмосферу от предприятия определяется по результатам измерений содержания их в трубах источника).

Величина, характеризующая массу загрязняющего вещества в определенном объеме воздуха, называется концентрацией. Она является количественной мерой уровня загрязнения атмосферы и измеряется в мг/м<sup>3</sup>.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Колбовский, Е.Ю. Изучаем природу в городе [Текст]. — Ярославль : Академия развития, 2006. — 256 с.
2. Лазарев, Н.В. Вредные вещества в промышленности [Текст] : справ. для химиков, инженеров, врачей. — М. : Химия, 1970. — Т. 1.
3. Шилов, И.А. Экология [Текст] : учеб. пособие для биол. и мед. спец. вузов. — 3-е изд. — М. : Высш. шк., 2001. — 512 с.

## **38. МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ**

***Цель:*** научиться проводить микроклиматические наблюдения.

***Задачи:***

— научиться измерять температуру, влажность воздуха, скорость и направление ветра, облачность, атмосферные осадки.

***Оборудование:*** термометр, гигрометр или психрометр, пластиковое ведро, компас или карта местности.

***Учебные дисциплины:*** физика, география.

***Классы:*** 6, 7, 10.

### ***Комментарии***

Прежде чем произвести те или иные экологические исследования, необходимо провести микроклиматические наблюдения. На уровне школьных наблюдений достаточно отследить:

- температуру воздуха;
- влажность;
- скорость и направление ветра;
- облачность;
- атмосферные осадки.

*Температура воздуха.* На территории крупного города температура на 1...4° выше, чем в его окрестностях. Иногда эта разница достигает 8° . Повышение температуры обусловлено нагреванием элементов застройки за счет поглощения солнечной радиации и отражения радиации поверхностями, а также уменьшения эффективного излучения над городом. Дополнительное поступление тепла происходит за счет сжигания топлива. Тепловые выбросы транспортных средств, промышленных и энергетических предприятий могут вызвать локальное повышение температуры воздуха над отдельными территориями: транспортными магистралями, ТЭЦ, промышленной зоной.

*Скорость и направление ветра изменяются в течение суток.* Ранним утром, особенно летом, часто наблюдаются периоды безветрия, а также зимой при сильном морозе. Обычно в городе скорость ветра меньше, чем за его пределами. Усиление скорости ветра возможно при расположении города на холмах или совпадении направления ветра с направлением улиц. Косвенные показатели для определения скорости ветра даны в таблице 26.

Относительная *влажность* показывает долю водяного пара, который находится в воздухе по сравнению с максимально возможным содержанием его при данной температуре. Средняя наблюдаемая величина влажности составляет 60—75 %, а при тумане или после сильного дождя она может достигать 100 %. Влажность воздуха в крупных городах выше по сравнению с их окрестностями. В холодный период года снег и лед испаряются даже при отрицательных температурах воздуха. Поэтому у поверхности снега относительная влажность воздуха обычно выше, как и над поверхностью воды.

Данные для оценки скорости и силы ветра

Сила ветра, балл	Название	Скорость, м/с	Признаки
0	Штиль	0—0,5	Дым поднимается вверх, флаг висит, поверхность воды зеркальная
1	Тихий	0,5—2,0	Дым слабо отклоняется, шелестят листья, слабо отклоняется пламя спички или свечи, плавно колеблется поверхность воды
2—3	Слабый	2—5	Качаются тонкие ветки, флаг развевается, пламя свечи быстро гаснет, заметные волны на воде
4	Умеренный	5—8	Раскачиваются большие ветви, флаг вытягивается, поднимается пыль, появляются волны с барашками
5	Свежий	8—10	Раскачиваются тонкие стволы, свистит в ушах, наблюдаются многочисленные барашки на волнах
6—7	Сильный	10—15	Раскачиваются деревья, флаг хлопает и срывается, тонкие деревья гнутся, ветер срывает белую пену
8—9	Крепкий или шторм	15—20	Ломаются тонкие деревья, трудно передвигаться против ветра, повреждаются крыши, волны большой величины
10—12	Ураган	более 20	Сильные разрушения, наблюдения невозможны

При значительном загрязнении атмосферного воздуха и ослаблении скорости ветра туманов в городе будет больше. С повышением температуры и снижением относительной влажности туманов в городе становится меньше, чем в его окрестностях.

### ***Комментарии для учителя***

При работе с учащимися не разрешается использовать ртутный термометр.

### ***Ход работы***

#### **1. Температура воздуха:**

— Измерьте температуру воздуха в тени (точка наблюдения может быть освещена солнцем, но сам прибор должен быть закрыт от прямых солнечных лучей листом фанеры, картона или чем-либо другим) при помощи метеорологического термометра с точностью до 0,5 градуса.

— Повторите измерение температуры с интервалом в 1 час с 9.00 до 18.00.

2. Влажность воздуха:

— Измерьте влажность с помощью школьного гигрометра или психрометра.

3. Ветер:

— Определите стороны горизонта по компасу или сориентируйтесь по карте.

— Рассыпьте из пальцев мелкий сухой песок, пыль, мелкие семена. Проследите за направлением перемещения частиц.

— Определите скорость ветра в м/с и его силу в баллах, пользуясь таблицей 26.

4. Атмосферные осадки:

— Определите вид осадков (морозящий или ливневый дождь, град, снег, роса, иней и др.), продолжительность и интенсивность осадков (сильные, средние, слабые).

— Определение количества осадков. Закрепите на открытом месте достаточно широкий сосуд, например, пластиковое ведро. Сразу же после дождя или снегопада определите объем воды в емкости, рассчитайте площадь верхнего среза ведра и определите слой осадков в миллилитрах на один квадратный метр.

5. Облачность:

— Оцените долю видимого небосвода, покрытую облаками. Сплошная облачность оценивается в 10 баллов, отсутствие облачности — 0 баллов. При этом можно отметить тип облаков (слоистые, кучевые, перистые).

6. По результатам наблюдения заполните таблицу 27.

Результаты микроклиматические наблюдения:

Число, месяц, год \_\_\_\_\_

Место наблюдения (подробное описание):

---

---

---

Период наблюдения от \_\_\_\_\_

**Контрольные вопросы**

1. Какие показатели входят в микроклиматические характеристики?

2. Какую погоду предвещают кучевые облака?

3. Дайте определение понятиям: влажность, температура, давление.



## Микроклиматические наблюдения

Показатели	Время наблюдений					
	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00
Температура воздуха в тени, °С						
Ветер, балл или м/с						
Влажность воздуха, %						
Облачность, балл						
Вид и интенсивность осадков						
Количество осадков, мл\кв. м						
Освещенность солнцем						

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания о микроклимате;
- формируют навыки прямых и косвенных оценок скорости ветра;
- развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### ***Применение***

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, в курсе географии в 6 классе «Погода», на уроках физики в 7 классе в темах «Скорость» и «Температура», в 10 классе «Влажность воздуха», во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Аргунова, М.В. Экологический мониторинг [Текст] : метод. рекомендации для учителей к курсу «Экология Москвы и устойчивое развитие» / М.В. Аргунова [и др.]. — М. : Центр «Школьная книга», 2008. — 144 с.
2. Романов, С.А. Основные направления экологических исследований и использование их результатов в преподавании школьного курса географии [Текст] // Современная экология — наука XXI века : матер. междунар. науч.-практ. конф. (17—18 октября 2008 г.) / отв. ред. Е.С. Иванов. — Рязань : РГУ, 2009. — Т. 2. — 108 с.
3. Хомич, В.А. Экология городской среды [Текст] : учеб. пособие. — М. : Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006. — 240 с.

4. Ягодин, Г.А. Преподавание курса «Экология Москвы и устойчивое развитие» в 2008/09 учебном году [Текст] / Г.А. Ягодин [и др.]. — М. : МИОО, 2008. — 176 с.

### 39. КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ГОРОДСКОГО МИКРОКЛИМАТА

**Цель:** научиться оценивать микроклимат города.

**Задачи:**

— сформировать представление о процессах конвекции, механизмах формирования смога;

— научиться определять скорость ветра, температуру, давление.

**Оборудование:** термометр, анемометр и барометр.

**Новые понятия:** смог, конвекция, бриз, парниковый эффект, фотохимическая реакция, адсорбент.

**Учебные дисциплины:** физика, география.

**Классы:** 6, 7, 8.

#### **Комментарии**

Город, будучи порождением рук человека, тем не менее остается во власти многих природных процессов, поэтому на состояние атмосферного бассейна города влияют многие метеорологические факторы.

Температура воздуха в городе обычно в зависимости от времени суток и сезона может быть на несколько градусов выше, чем в его окрестностях. Это объясняется наличием в пределах города больших площадей, легко нагреваемых и сохраняющих тепло поверхностей и собственных источников тепла. Теплый воздух, поднимаясь от земли (особенно интенсивно вдоль стен кирпичных зданий, здесь можно видеть, как он вибрирует, искажая узор кладки и создавая миражи), захватывает и загрязняющие частицы, которые, остывая в высоких слоях, переносятся горизонтальными потоками воздуха и оседают на землю, но уже вдали от источника выброса.

Другой стороной такой конвекции теплого воздуха является образование очагов низкого давления. В результате с городских окраин, где давление выше, в центр начинают устремляться легкие *бризы*. Однако по мере движения через городские микрорайоны, струясь между теплыми зданиями, они прогреваются и вновь поднимаются ввысь в центральной части города. Так над городом возникает невидимый прогретый «колокол» теплого воздуха. Одновременно в дымовой шапке над городом

скапливаются частицы дыма, сажи и пыли. Они поглощают часть солнечной радиации и способствуют дополнительному разогреванию воздуха, что еще более усиливает парниковый эффект. «Остров тепла» формирует поток воздуха, направленный от окраин к городскому центру, таким образом загрязнение как бы стягивается к внутренней части города, что еще более усиливает его концентрацию.

Под лучами солнца многие вещества, находящиеся в выбросах труб, способны вступать между собой в так называемые *фотохимические реакции*, в результате образуются новые соединения, еще токсичнее, чем исходные компоненты. В зимнюю солнечную погоду над городом формируется своеобразная крышка, состоящая из плотного слоя охлажденного воздуха, который не пропускает поднимающиеся потоки. Под такой крышкой загрязнение может многократно возрасти. Этот слой, называемый инверсионным, можно видеть в вечерние часы при заходящем солнце с высоких этажей зданий, он выглядит как серовато-бурый, иногда с фиолетовыми оттенками, горизонт воздушного бассейна.

Таким образом, для крупных городов наиболее предпочтительной оказывается ситуация циклона, когда в городе идет дождь, (если это летний период) или падает снег (если это зима). Снежинки являются прекрасным фильтром и *адсорбентом* для загрязнений. Поэтому после снегопада в городе так легко дышится. То же можно сказать и о каплях дождя. Однако и здесь все не так просто. При туманах загрязнение воздуха усиливается: капли тумана поглощают вредные вещества и концентрация примеси возрастает, вдобавок оксиды переходят в кислоты. Например, при растворении в каплях тумана диоксида серы образуются капли более токсичной серной кислоты. Подобная же реакция происходит и во время дождя. Особенно опасны зимние туманы вблизи тепловых электростанций и котельных, они состоят из замерзшей влаги с высоким содержанием серной кислоты.

Городские туманы, содержащие частицы дыма и вредных веществ, получили название *смогов*. С появлением смогов связывают периоды особо высокого загрязнения воздуха, сопровождающегося ростом заболеваемости и даже смертности населения. В настоящее время выделяют десятки различных типов смогов, которые возникают в крупнейших городах мира, на разных параллелях и в разных типах климата.

### ***Ход работы***

1. Проведите наблюдения в следующих условиях: а) летний день — антициклон с хорошей устойчивой солнечной погодой; б) циклон с обложными облаками и дождем.

2. По карте города выберете ключевые участки наблюдения (их число зависит от участников эксперимента: если в дело вовлечен целый класс, то число точек может составить 25, если два класса, то даже 50, что уже дает хороший «массив» для анализа).

3. Измерения проведите по трем параметрам — температура, давление, сила ветра; на разных ключевых точках в одно и то же время — утром (в 8.00), днем (14.00), вечером (18.00).

Измерения может проводить и очень ограниченная группа, но тогда она должна иметь возможность быстрого, в течение 15—20 минут, перемещения с точки на точку.

4. Измеренные параметры нанесите на три разные картосхемы города.

Самопроверка. Если все было сделано правильно, то утренняя карта покажет наиболее ровное поле значения (прогрев поверхностей города и воздушного бассейна еще только начинается), к полудню различия достигнут максимума: центр города прогреется на 2—3° выше окраин, зато на окраинах начнут «работать» бризы, дующие порой с силой 3—8 и даже 10—12 м/сек (особенно в промежутках между высотными домами, где ветровой поток сжимается как в форсунке); в это же время в центре господствует ветровой штиль; к вечеру различия снова начнут сглаживаться.

6. Микроклиматическое зонирование города. Подготовьте интервальную шкалу для двух параметров — скорости ветра и температуры воздуха — и закрасьте в различные цвета участки города, попадающие в тот или иной интервал значений. Участки со скоростью ветра (во время летнего антициклона) меньше 0,5—0,9 м/сек можно обозначить как нуждающиеся в проветривании.

7. Проведите такую же работу во время зимнего антициклона и попытайтесь сравнить (методом наложения) полученную картосхему с картосхемой загрязнения снегового покрова: проследите, как соотносятся ареалы наибольшего загрязнения снегового покрова индустриальной пылью с зонами низких скоростей ветра.

### ***Контрольные вопросы***

1. Что такое изолиния?
2. Как формируется смог?
3. Что такое конвекция, фотохимическая реакция, циклон?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

— расширяют знания о загрязнении атмосферы, его причинах, механизмах образования смога;

— развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### ***Применение***

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, на уроках географии 6 класса в теме «Температура воздуха», 7 класса в теме «Движение воздушных масс», 8 класса — «Природные зоны», на уроках физики 7 класса в теме «Давление» и «Скорость», во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Колбовский, Е.Ю. Изучаем природу в городе [Текст]. — Ярославль : Академия развития, 2006. — 256 с.

2. Романов, С.А. Основные направления экологических исследований и использование их результатов в преподавании школьного курса географии [Текст] // Современная экология — наука XXI века : матер. междунар. науч.-практ. конф. (17—18 октября 2008 г.) / отв. ред. Е.С. Иванов. — Рязань : РГУ, 2009. — Т. 2. — 108 с.

3. Хомич, В.А. Экология городской среды [Текст] : учеб. пособие. — М. : Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006. — 240 с.

## **40. ИЗУЧЕНИЕ ЗАПЫЛЕННОСТИ ВОЗДУХА ЛЕТОМ (ВАРИАНТ 1)**

***Цель:*** научиться определять запыленность воздуха.

***Задачи:***

— сформировать навыки определения запыленности воздуха;  
— развивать творческие и исследовательские умения и навыки, способности делать обоснованные выводы по результатам изучения материала.

***Оборудование:*** ножницы, фильтровальная бумага и клей (бумага и клей могут быть заменены прозрачной клейкой лентой), бумажные пакеты.

***Учебные дисциплины:*** экология, биология.

***Классы:*** 6, 11.

### ***Комментарии***

Естественная растительность в городах образует важный и очень необходимый барьер на пути пылевых потоков, которые фильтруются через кроны деревьев, при этом листовые пластинки осаждают часть пыли на своей поверхности. Осаждению способствуют и густота крон, и слегка липкая или слегка ворсистая поверхность листа. Поэтому в конце лета на листовой пластинке под микроскопом или даже биноклярной лупой можно обнаружить частицы самого различного происхождения: это и грунтовые частицы (продукт распыления почв), и выбросы цементных и керамических заводов (серая пыль), мелкие углеводородные частицы — продукты снашивания автомобильных шин, и обычная сажа. Наибольшим осаждающим эффектом обладают столь нелюбимые всеми домохозяйками тополя различных видов.

Тополя обладают длительной вегетацией (3–3,5 месяца), хорошей газоустойчивостью и газопоглотительной способностью. Они — мощные поглотители сернистого газа.

Так, за вегетационный период (в пересчете на 10 кг сухих листьев) тополь бальзамический поглощает 180 г, ясень зеленый — 140 г, вяз гладкий — 150 г, липа мелколистная — 120 г, береза пушистая — 100 г. Поглощение углекислого газа у тополей в три раза интенсивнее, чем у липы, дуба, сосны.

Практически все виды тополей обладают значительной пылеулавливающей способностью, что обусловлено наличием клейких, опушенных (у белых, белоподобных тополей, а также их некоторых гибридов) листьев. Средневозрастные деревья тополя черного, имеющего листовую поверхность общей площадью около 50 кв. м, способны осадить за вегетационный период около 44 кг пыли, тополя белого — 53 кг, ивы белой — 34 кг, клена ясенелистного — 30 кг. Подчитано также, что посадки из 400 молодых тополей задерживают за лето около 400 кг пыли.

Пылеудерживающая способность листьев зависит не только от состава пыли, метеорологических факторов, морфолого-биологических особенностей листьев (опушенность, клейкость, наличие воскового налета), но и в значительной степени определяется облиственностью крон. Плотные кроны деревьев (степень облиственности от 96,5 до 99,8 %) поглощают за вегетационный период наибольшее количество пыли: тополь черный — 1177,2 мг/м<sup>2</sup> — занимает первое место, ясень зеленый — 1168,0 мг/м<sup>2</sup>, вяз гладкий — 1111,4 мг/м<sup>2</sup>. При создании санитарно-защитных насаждений, устойчивых к выбросам автотранспорта и промышленных примесей, целесообразно

использовать растения, имеющие высокую облиственность крон (не ниже 96,8 %).

Многие древесные и кустарниковые растения выделяют в окружающую среду особые вещества — фитонциды, являющиеся одним из факторов их иммунитета и играющие роль во взаимоотношениях в биоценозах. По данным многих авторов, все виды тополей обладают фитонцидными свойствами. Наибольшая активность наблюдается у тополя пирамидально-осокоревого Камышинского, затем — у «Советского», далее по степени убывания — черного осокоря, лавролистного и осины.

Особенно сильно развиты пылеулавливающие качества у хвойных, которые задерживают пыль в 30 раз сильнее, чем, например, тополь. В городе степень запыленности листьев и хвои в 5—7,5 раза выше, чем в лесу. Даже в крупных парковых массивах на листьях и хвое древесных пород пыли в 1,5—2,6 раза больше, чем за пределами города.

Наличие на поверхности листьев загрязнений угнетает процессы роста и развития деревьев. Закупоривая полностью или частично устьица, пылевые частицы резко ухудшают фотосинтетическую деятельность, водный режим растений.

### ***Ход работы***

1. Проведите сбор листьев одного вида растений из различных мест исследуемой территории: у дороги, в парке, во дворе школы и своего дома на высоте 2 м.

2. Сложите листья в бумажные пакеты.

3. Определите пылеудерживающую способность растений.

Вариант 1. На кусочке фильтровальной бумаги, смоченной водой, сделайте пылевые отпечатки с листьев растений.

Вариант 2:

— Загрязненный лист приложите к ленте широкого скотча, которая переклеивает частицы на себя.

— Фрагмент скотча приклейте на бумагу, пыль оставляет хорошо различимый отпечаток.

4. Площадь этого отпечатка оцените визуально и выразите загрязненную его часть в процентах.

5. Сравните и оцените степень запыленности листьев растений.

6. Возьмите пылевые отпечатки с разных видов растений. На каких видах растений оседает больше пыли (сфотографируйте полученные результаты)?

7. Сделайте вывод о наиболее запыленных участках исследуемой территории, о пылезащитной роли зеленых растений и предложениях по озеленению изучаемой территории.

### ***Контрольные вопросы***

1. Растения с какой поверхностью листьев обладают большей пылеудерживающей способностью?
2. Какие растения рекомендуют высаживать вдоль дорог?
3. Какие растения обладают наибольшей устойчивостью к загрязнению?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания о загрязнении атмосферы, его причинах;
- формируют навыки оценки пылеудерживающей способности листьев растений;
- развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### ***Применение***

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, на уроках биологии в 6 классе в теме «Клеточное строение листьев», на уроках экологии в 11 классе «Современное состояние атмосферы», во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Двоеглазова, А.А. Эколого-биологические особенности древесных и травянистых растений в насаждениях урбаноэкосистемы крупного промышленного центра на (примере г. Ижевска) [Текст] : автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Уфа : Институт биологии УНЦ РАН, 2009. — 21 с.
2. Колбовский, Е.Ю. Изучаем природу в городе [Текст]. — Ярославль : Академия развития, 2006. — 256 с.
3. Петунин, О.В. Изучение экологии в школе. Программы элективных курсов, конспекты занятий, лабораторный практикум, задания и упражнения [Текст]. — Ярославль : Академия развития ; Владимир : ВКТ, 2008. — 192 с.



## 41. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПЫЛЬЮ И ЕЕ НАКОПЛЕНИЕ НА ЛИСТОВЫХ ПЛАСТИНКАХ РАСТЕНИЙ

**Цель:** научиться определять загрязнение атмосферы с помощью листьев тополя.

**Задачи:**

— освоить метод оценки загрязнения атмосферы по пылеудерживающей способности листьев тополя;

— ознакомиться с понятием изолиния.

**Оборудование:** бумажные пакеты, весы, вата, пинцет, калька.

**Новые понятия:** изолиния.

**Учебные дисциплины:** биология, экология, физика, география.

**Классы:** 6, 8, 11.

**Комментарии**

См. предыдущую работу.

**Ход работы**

1. Для обследования выберите городской микрорайон с тополями, расположенными в различных функциональных зонах: транспортной, жилой, возле автостоянок, во внутреннем пространстве дворов, на пришкольном участке и т.д.

2. Точки отбора листьев тополя отметьте на карте микрорайона.

3. Отбор листьев проведите на высоте 1,5—2,0 м, то есть приблизительно в зоне дыхания взрослого человека. Отобранные листья поместите в бумажные пакеты (полиэтилен для этой цели лучше не использовать, так как он обладает свойством притягивать на свои стенки часть пылевидных частиц).

4. Для определения количества пыли в лабораторных условиях взвесьте кусочек влажной ваты, завернутый в кальку (до 0,001 г).

5. Лист тополя тщательно оботрите этой ваткой с двух сторон (разворачивать кальку следует с помощью пинцета), после чего ватку взвесьте в кальке повторно.

6. Массу пыли рассчитайте как разницу между вторым и первым взвешиванием ( $P = P_2 - P_1$ ).

7. Площадь листа высчитайте путем обмера листовых пластинок вдоль (а) и поперек (б) и умножением на переводной коэффициент (К), равный приблизительно 0,66 для листьев тополя.

Конечный результат подсчитывается по формуле:

$$M = P/S \text{ мг/см}^2$$

8. Полученные данные наносите на карту микрорайона.

9. Сходные по степени загрязненности участки соедините изолиниями и раскрасьте в разные цвета:

красный — зона наибольшего загрязнения;

оранжевый — сильного;

розовый — среднего;

желтый — слабого;

зеленый — условно чистая зона.

### ***Контрольные вопросы***

1. В каких метлах на листьях оседает большее количество загрязняющих веществ и почему?

2. Почему тополь рекомендуют высаживать вдоль дорог?

3. Какие особенности строения тополя делают его хорошим пылеуловителем?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

— расширяют знания о загрязнении атмосферы, его причинах;

— формируют навыки оценки пылеудерживающей способности листьев тополя;

— развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### ***Применение***

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, на уроках биологии в 6 классе в теме «Клеточное строение листьев», на уроках географии в 6 классе «Изменение лика Земли в результате природных процессов и деятельности человека», на уроках физики в 8 классе в теме «Масса веществ», экологии в 11 классе «Современное состояние атмосферы», во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Древесные растения г. Воронежа (биоразнообразие и устойчивость) [Текст] : учеб. пособие для вузов / сост. А.И. Федорова, М.А. Михеева. — Воронеж : Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2008. — 100 с.

2. Колбовский, Е.Ю. Изучаем природу в городе [Текст]. — Ярославль : Академия развития, 2006. — 256 с.

3. Романов, С.А. Основные направления экологических исследований и использование их результатов в преподавании школьного курса географии [Текст] // Современная экология — наука XXI века : матер. междунар. науч.-практ. конф. (17—18 октября 2008 г.) / отв. ред. Е.С. Иванов. — Рязань : РГУ, 2009. — Т. 2. — 108 с.

4. URL : [http://window.edu.ru/window\\_catalog/pdf2txt?p\\_id=36822&p\\_page=5](http://window.edu.ru/window_catalog/pdf2txt?p_id=36822&p_page=5)

## **42. БИОИНДИКАЦИЯ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПО ШКАЛЕ КРАЕВЫХ НЕКРОЗОВ ЛИСТЬЕВ**

**Цель:** научиться проводить биоиндикацию антропогенного воздействия с помощью краевых некрозов листьев.

**Задачи:**

— изучить влияние антропогенного воздействия на листья древесных растений;

— освоить методику оценки антропогенного воздействия по шкале краевых некрозов листьев;

— познакомиться с новыми понятиями в экологии.

**Время проведения:** с середины июля по август.

**Новые понятия:** бонитировочная шкала, краевой некроз, хлороз.

**Учебные дисциплины:** экология, география, биология.

**Классы:** 6, 11.

### **Комментарии**

У ряда растений отмечается отмирание ограниченных участков ткани листьев (точечные, пятнистые, краевые, верхушечные некрозы). У табака, например, под воздействием озона появляются серебристые пятна, а у картофеля пятна серого цвета с металлическим оттенком.

Во многих европейских странах наблюдается повреждение листвы липы под действием соли, применяемой для таяния льда. Сначала появляются ярко-желтые неравномерно расположенные краевые зоны, затем край листа отмирает, а желтая зона продвигается к середине основания листа. Эта характерная желтая кайма наблюдается при действии соли, применяемой для таяния льда, и у других деревьев.

Изучение *краевых некрозов* (омертвения) листьев позволяет установить степень антропогенного воздействия на лес, выявить

местонахождение источников загрязнения, а иногда и состав загрязнений.

*Бонитировочная шкала* краевых некрозов листьев (рис. 6) показывает виды повреждений.

### **Ход работы**

1. Заложите пробную площадку размером 400 м<sup>2</sup> в близлежащем лесу или парке.

2. Используя бонитировочную шкалу краевых некрозов листьев, обследуйте все взрослые деревья (при размере пробной площадки 1 га обследуют выборочно 25 взрослых деревьев на каждой из них).

3. Составьте картосхему по результатам обследования, выявите источники загрязнения.

4. Проведите аналогичную работу для защитных лесополос вдоль крупных автомагистралей. Результаты обследования занесите в тетрадь.

5. Сравните данные, полученные для парковой зоны и лесозащитных полос.

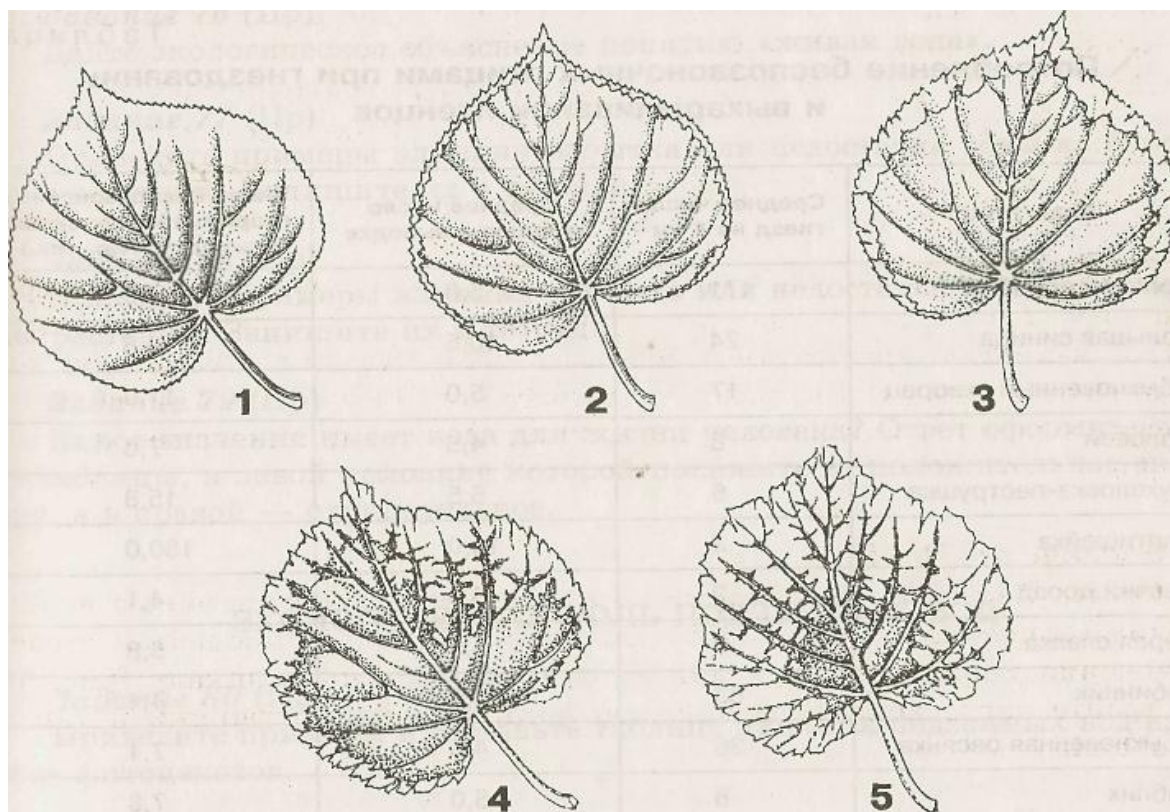


Рис. 6. Бонитировочная шкала краевых некрозов листьев лип, поврежденных солью для таяния льда:

- 1 — повреждения отсутствуют; 2 — краевой хлороз;  
3 — сильный хлороз листовой пластинки, желтое окрашивание края листа;  
4 — обширный краевой некроз с желтой пограничной зоной;  
5 — большая часть листовой пластинки отмерла.

### ***Контрольные вопросы***

1. Что такое бонитировочная шкала? Для чего ее применяют?
2. Что такое некроз? Какие бывают некрозы?
3. Назовите причины некрозов.
4. Почему у дорог количество некрозов больше по сравнению с удаленными от них зонами?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания о некрозах и хлорозах листьев, о растениях своего региона, знакомятся с новыми понятиями: «бонитировочная шкала», «краевой некроз», «хлороз»;
- формируют навыки оценки антропогенного воздействия с помощью краевых некрозов листьев;
- развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### ***Применение***

Данную работу удобно использовать в летней полевой практике, на уроках экологии в 11 классе в теме «Современное состояние атмосферы», на уроках биологии в 6 классе в теме «Поглощение воды и минеральных веществ», на уроках географии в 6 классе «Изменение природы своей местности под влиянием хозяйственной деятельности человека», во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Биоиндикация загрязнения наземных экосистем [Текст] / под ред. Р. Шуберта. — М. : Мир, 1988. — 350 с.
2. Вронский, В.А. Антропогенное загрязнение атмосферы и растения [Текст] // Биология в школе № 3—4. — М. : «Школа-Пресс» : «Биология в школе», 1992. — С. 7—11.
3. Зверев, А.Т. Экология. Практикум. 10—11 кл. [Текст] : учеб. пособие для общеобразовательных учреждений. — М. : ООО «Издательский дом «ОНИКС 21 век», 2004. — 176 с.
4. Романов, С.А. Основные направления экологических исследований и использование их результатов в преподавании школьного курса географии [Текст] // Современная экология — наука XXI века : матер. междунар. науч.-практ. конф. (17—18 октября 2008 г.) / отв. ред. Е.С. Иванов. — Рязань : РГУ, 2009. — Т. 2. — 108 с.
5. Черненкоова, Т.В. Реакция лесной растительности на промышленное загрязнение [Текст]. — М. : Наука, 2002. — 191 с.

### 43. ОПРЕДЕЛЕНИЕ АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ ПО ДОЛЕ ПОРАЖЕННОЙ ТКАНИ ЛИСТА

**Цель:** научиться определять антропогенное загрязнение воздушной среды по доли пораженной ткани листа.

**Задачи:**

— ознакомиться с методом оценки загрязнения атмосферы по доли пораженной ткани листа;

— оценить уровень загрязнения атмосферы.

**Оборудование:** весы, линейки, листы кальки.

**Учебные дисциплины:** геометрия, экология.

**Классы:** 7, 11.

#### **Комментарии**

Из широчайшего спектра грязи, выбрасываемой в воздух заводами, рудниками и автомобилями, для деревьев наиболее опасны соединения серы, фтора и пресловутый городской смог. Самое распространенное загрязнение —  $SO_2$ . Этот газ, проникнув в лист через устьица, вступает в реакцию с железом, входящим в состав хлоропластов, и сначала нарушает их каталитическую активность, а потом вызывает распад хлорофилла и гибель клетки.

Омертвевшая часть листа желтеет, затем появляется коричневая окраска. В листе идет процесс окисления сульфитов в сульфаты. Повреждения, наносимые сульфатами, выглядят уже по-иному: это белые или красновато-коричневые пятна со вздутиями. Они появляются на листьях после распада клеток или хлоропластов. В этой стадии поражения дерево частично теряет листву.

К двуокиси серы растения наиболее чувствительны в первую половину дня: по утрам в листьях гораздо меньше сахаров, чем после полудня. Яркий солнечный свет и высокая влажность тоже способствуют «усвоению»  $SO_2$  и, следовательно, отравлению растений. Деревья и травы с тонкими сочными листьями более чувствительны к двуокиси серы, чем растения с мясистыми листьями или иглами. Это и понятно, физиологическая активность кактуса куда меньше, чем одуванчика.

Конечно, действие двуокиси серы не сводится к изменению внешнего вида листа. Это куда более сложный процесс, и он вызывает массу неприятностей: некрозы, хлорозы и, самое главное, нарушение газового обмена.

Крепкие деревья, хорошо снабженные минеральными веществами (прежде всего азотом), более устойчивы к воздушной грязи. У

них больше сил и, следовательно, больше шансов выжить. Кроме того, устойчивость различных видов деревьев зависит от строения листа. Как ни странно, растения с большими листьями лучше переносят загрязнение воздуха двуокисью серы. А из листьев одного и того же размера старые менее выносливы, чем молодые. Доказано, что при кратковременном воздействии газа больше всего  $SO_2$  поглощает дуб, меньше — сосна,

а еще меньше — ель. При длительном воздействии  $SO_2$  больше всего двуокиси серы накапливает береза, потом сосна и дуб.

Промышленная пыль обычно менее вредоносна, чем двуокись серы и другие токсические соединения, постоянно витающие в воздухе. Однако, чем больше в пыли окисей металлов (меди, цинка, олова), тем она вреднее для деревьев. Бывает, что пылинки, падая на лист, соединяются с водой, образуются кислоты, которые поражают живую ткань. Если же этого не произойдет, то пыль все равно мешает жить дереву или траве: она забивает устьица, затрудняет газовый обмен между листом и атмосферой.

Лучше всего противостоят невгодам береза, бук, тополь и акации и первыми от загрязнения воздуха начинают страдать ели и сосны, а отсюда с неизбежностью вытекает, что вокруг предприятий, загрязняющих воздух, сажать ели бесполезно — они засохнут.

### ***Ход работы***

1. Возьмите 10—20 листьев с характеристикой места взятия образца (например: «крона дерева направлена в сторону дороги»; «интенсивность грузопотока — 3 машины в минуту» и т.п.).

2. Собранные листья расправьте, положите на квадрат кальки, у которого измерьте длину и ширину.

3. Кальку взвесьте ( $P_{\text{кальки}}$ ). Лист очертите, его контуры на кальке вырежьте и также взвесьте ( $P_{\text{листа}}$ ). Определите площадь листа ( $S_{\text{листа}}$ ).

$$S_{\text{листа}} = P_{\text{листа}} \cdot S_{\text{кальки}} / P_{\text{кальки}}$$

4. Контур листа на кальке совместите с листом и очертите все поврежденные ( $S_{\text{повр}}$ ) участки, вырежьте, взвесьте ( $P_{\text{повр}}$ ). Вычислите процент поврежденной ткани:

$$S_{\text{повр}} = S_{\text{листа}} \cdot P_{\text{повр}} / P_{\text{листа}}$$

5. Сделайте выводы.

### ***Контрольные вопросы***

1. В каких местах повреждение листьев максимально? С чем это связано?

2. В какой части листьев наблюдается большее количество повреждений?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

— расширяют знания о растениях своего региона, о повреждениях листьев;

— формируют навыки оценки загрязнения атмосферы по доли пораженной ткани листа;

— развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### ***Применение***

Данную работу удобно использовать в летней полевой практике, на уроке геометрии в 7 классе при изучении темы «Площадь», на уроках экологии в 11 классе в теме «Современное состояние и охрана атмосферы», во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Вронский, В.А. Антропогенное загрязнение атмосферы и растения [Текст] // Биология в школе № 3—4. — М. : «Школа-Пресс» : «Биология в школе», 1992. — С. 7—11.

2. Дудкина, О.П. Основы экологии 10 класс: поурочные планы по учебнику Черновой Н.М., Галушина В.М., Константинова В.М. [Текст]. — Волгоград : Учитель, 2007. — 326 с.

3. Романов, Г.Н. Как грязный воздух губит деревья [Текст] // Химия и Жизнь. — 1972. — № 9. — С. 42—43.

## **44. ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА С ПОМОЩЬЮ РАСТЕНИЙ-БИОИНДИКАТОРОВ**

**Цель:** научиться давать оценку состояния загрязненности воздуха на основе изучения повреждений вегетативных органов.

### ***Задачи:***

— ознакомиться с типами повреждений растений;

— продолжить развивать навыки визуального определения растений.

**Оборудование:** микроскоп, фотоаппарат.

**Новые понятия:** некроз, хлороз, ожег поверхности листа, дефолиация.



**Учебные дисциплины:** экология, биология.

**Класс:** 6.

**Комментарии:**

Некроз — отмирание ограниченной части ткани листа.

Хлороз — бледная окраска ткани листа.

Дефолиация — опадение листвы.

Растения способны улавливать вещества, содержащиеся в атмосфере. Как показали исследования, чувствительность к загрязнениям различна у растений разных видов, при высокой концентрации загрязняющих веществ проявляются характерные симптомы (табл. 28).

Практическое использование индикаторных свойств растений требует решения целого ряда задач, в частности проведения целого ряда исследований в лабораториях и тщательных наблюдений за дикорастущими и культурными растениями в зонах загрязнения атмосферы.

Таблица 28

Растения-биоиндикаторы

Загрязняющие вещества	Биоиндикаторы	Симптомы
HF	Гладиолус, тюльпан, ирис, петрушка	Некрозы верхушек и краев листа
O <sub>3</sub>	Табак, шпинат, соя	Ожог поверхности листа, заболевание и гибель
Пероксиацетилнитрат (компонент смога)	Крапива, мятлик	Полосчатые некрозы на нижней стороне листьев
SO <sub>2</sub>	Люцерна, гречиха, подорожник, горох, клевер	Межжилковые хлорозы и некрозы
NO <sub>2</sub>	Шпинат, махорка, сельдерей	Межжилковые некрозы
Cl <sub>2</sub>	Шпинат, фасоль, салат, петунья, томат	Побледнение листьев, деформация хлоропластов
Фторид-ионы, ионы тяжелых металлов	Каштан, горчица, капуста, полевица	Накопление в сухом веществе
Фтор газообразный	Хвойная растительность	Хлорозы, некрозы, угнетение фотосинтеза
Сочетание вредных веществ в воздухе: HF, SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , HCl	Хвойная растительность	Снижение содержания хлорофиллов, уменьшение возраста живых игл, задержка роста, угнетение

Живые индикаторы имеют существенные преимущества перед дорогостоящими и трудоемкими физико-химическими методами, которые применяются сейчас для определения степени загрязнения окружающей среды. Растения-индикаторы как бы суммируют в себе все без исключения важные данные о загрязняющих веществах, указывают скорость происходящих изменений, пути миграции и места скопления их в экосистемах, позволяют судить о степени вредности тех или иных веществ, для живой природы и человека.

### ***Ход работы***

1. Осмотрите вегетативные органы растений в парке.
2. Отметьте характерные повреждения из таблицы 28.
3. Оцените характер загрязнения.

### ***Контрольные вопросы***

1. Дайте объяснения понятиям «хлороз», «некроз», «дефолиация».
2. Почему у разных видов растений повреждения проявляются в разных частях листьев?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания о влиянии загрязняющих веществ на растения;
- формируют навыки оценки степени загрязнения территории по повреждениям вегетативных органов;
- развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### ***Применение***

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, на уроках биологии 6 класса в теме «Строение вегетативных органов», на уроках краеведения «Природа родного края», во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Биоиндикация загрязнения наземных экосистем [Текст] / под ред. Р. Шуберта. — М. : Мир, 1988. — 350 с.
2. Вронский, В.А. Антропогенное загрязнение атмосферы и растения [Текст] // Биология в школе № 3—4. — М. : «Школа-Пресс» : «Биология в школе», 1992. — С. 7—11.

3. Горелик, Д.О. Мониторинг загрязнения атмосферы и источников выбросов. Аэроаналитические измерения [Текст] / Д.О. Горелик, Л.А. Конопелько. — М. : Изд-во стандартов, 1992. — 432 с.

## 45. ЛИХЕНОИНДИКАЦИЯ

**Цель:** ознакомиться с методом лишеноиндикации.

**Задачи:**

- расширить знания о лишайниках;
- продолжить развитие навыков визуального определения основных древесных пород, составления плана местности;
- продолжить формирование практических навыков работы в природе.

**Оборудование:** рамка 10x10 см.

**Новые понятия:** лишеноиндикация, биоиндикация, биомониторинг, накипные, листоватые, кустистые лишайники.

**Учебные дисциплины:** география, биология, теория вероятностей и математическая статистика.

**Класс:** 6.

### **Комментарии**

*Лишеноиндикация* (от лат. lichen-лишайник) — индикация с помощью лишайников позволяет оценить загрязнение больших и малых городов, территории вокруг предприятий-загрязнителей, транспортных магистралей, то есть загрязнение антропогенными источниками.

Многочисленные исследования в районах промышленных объектов, на заводских и прилегающих к ним территориях показало прямую зависимость между загрязнением атмосферы и сокращением определенных видов лишайников. У лишайников газообмен происходит через всю их поверхность. Большинство токсических веществ концентрируется в дождевой воде, а влагу лишайники в отличие от цветковых растений впитывают всей поверхностью. Наконец, они не могут выделять в среду поглощенные токсические вещества. Данные вещества вызывают физиологические нарушения и морфологические изменения.

Настоящим врагом для лишайников является диоксид углерода (сернистый газ): даже малейшее загрязнение воздуха, не влияющее на большинство высших растений, вызывает массовую гибель лишайников.

Многие лишайники, аккумулируя загрязнитель из атмосферы при его хроническом воздействии, гибнут от низких концентраций, зачастую не достигающих установленных для человека и теплокровных животных нормативов.

Распределение по характерным городским местообитаниям у лишайников мегаполисов отражает степень антропогенной нагрузки.

### *Ход работы*

1. Составьте карту территорий.
2. Отметьте на карте близлежащие дороги с интенсивным движением автотранспорта.
3. Разбейте выбранную территорию на равные квадраты 20x20 м.
4. В каждом квадрате выберите 10 отдельно стоящих старых, но здоровых деревьев.
5. На каждом дереве подсчитайте количество видов лишайников. Не обязательно знать, как точно называются виды, надо лишь различать их по цвету и форме слоевища. Можно использовать лупу. Желательно сфотографировать лишайники.
6. Все обнаруженные виды разделите на три группы: накипные, листоватые, кустистые.
7. Проведите оценку степени покрытия древесного ствола. Для этого на высоте 30—150 см на наиболее заросшую лишайниками часть коры наложите рамку. Подсчитайте, какой процент общей площади рамки занимают лишайники. Воспользуйтесь таблицей 29.

Полученные результаты занесите в таблицы 30 и 31:

Место сбора данных \_\_\_\_\_

Биотоп \_\_\_\_\_

Порода дерева \_\_\_\_\_ Дата \_\_\_\_\_

Автор \_\_\_\_\_

Таблица 29

Оценки частоты встречаемости  
и степени покрытия по пятибалльной шкале

Чистота встречаемости, %	Степень покрытия, %	Балл оценки
Очень редко — менее 5	Очень низкая — менее 5	1
Редко — 5—20	Низкая — 5—20	2
Редко — 20—40	Средняя — 20—40	3
Часто — 40—60	Высокая — 40—60	4
Очень часто — 60—100	Очень высокая — 60—100	5

Таблица 30

## Характеристика лишайникового покрова

Показатели	Категории и номера участков			
Накипные: встречаемость, % степень покрытия, % балл оценки				
Листоватые: встречаемость, % степень покрытия, % балл оценки				
Кустистые: встречаемость, % степень покрытия, % балл оценки				
Относительная чистота атмосферы (ОЧА)				

Таблица 31

## Оценка проектировочного покрытия

Признаки	Деревья									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Общее количество видов лишайников в том числе:										
— накипных										
— листоватых										
— кустистых										
Степень покрытия древесного ствола лишайниками, %										

8. Сделайте вывод о степени загрязнения воздуха на изучаемой территории.

**Контрольные вопросы**

1. Какая группа лишайников встречается только на самых чистых территориях?

2. Сколько разных видов лишайников обнаружено вами? К какой группе (листоватых, кустистых или накипных) они относятся?

3. Охарактеризуйте загрязненность атмосферы по видовому разнообразию лишайников.

4. Где степень покрытия лишайников больше (вдали или у дороги)? Почему?

5. Оцените состояние лишайников по толщине слоевища.

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания о лишайниках, знакомясь с методом лишеноиндикации;
- формируют навыки использования лишеноиндикации;
- развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### ***Применение***

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, на уроках географии 6 класса в качестве лабораторной работы «Составлении плана местности», на уроках биологии 6 класса в теме «Лишайники», во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Аргунова, М.В. Экологический мониторинг [Текст] : метод. рекомендации для учителей к курсу «Экология Москвы и устойчивое развитие» / М.В. Аргунова [и др.]. — М. : Центр «Школьная книга», 2008. — 144 с.
2. Биоиндикация загрязнения наземных экосистем [Текст] / под ред. Р. Шуберта. — М. : Мир, 1988. — 350 с.
3. Вронский, В.А. Антропогенное загрязнение атмосферы и растения [Текст] // Биология в школе № 3—4. — М. : «Школа-Пресс» : «Биология в школе», 1992. — С. 7—11.
4. Кавеленова, Л.М. Проблемы организации системы фитомониторинга городской среды в условиях лесостепи [Текст]. — Самара : Самарский Университет, 2003. — 124 с.
5. Мелеховой, О.П. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование [Текст] : учеб. пособие для студ. высш. учебн. заведений / О.П. Мелеховой, Е.И. Егоровой, Т.И. Евсеева. — М. : Академия, 2007. — 288 с.
6. Миронова, О.А. Практика лишеноиндикации в школьном экологическом мониторинге [Текст] // газ. Биология : Первое сентября. — 2007. — № 8.
7. Петров, В.В. Мир лесных растений [Текст]. — М. : Наука, 1978. — 168 с.
8. Рямова, А.М. Проведение школьных экологических исследований [Текст] : метод. реком. / А.М. Рямова, Г.В. Золотов, В.В. Панюков ; Ряз. обл. ин-т развития образования. — Рязань, 1997. — 33 с.

9. URL : <http://tele-conf.ru/problemyi-zhiznedeyatelnosti-organizma-i-ekologiya/lihenoidikatsiya-zagryazneniya-vozduha-v-g.-ivanovo.html>

## **№ 46. БИОИНДИКАЦИЯ СОСТОЯНИЯ ВОЗДУХА ПО ХВОЕ ЕЛИ**

**Цель:** научиться оценивать газодымовое загрязнение воздушной среды по состоянию хвои сосны.

**Задачи:**

- ознакомить с морфологическими и экологическими особенностями сосны и ели как объектов биомониторинга;
- освоить метод биоиндикации атмосферы по хвое ели;
- развивать навыки исследовательской деятельности.

**Оборудование:** лупа, пинцет, определительные карточки повреждений хвои.

**Новые понятия:** некроз, хлороз, суховершинность, биомониторинг, биоиндикация, хвоя.

**Учебные дисциплины:** экология, биология, география.

**Классы:** 6, 11.

**Комментарии:**

Под влиянием ухудшения качества атмосферного воздуха у отдельных особей или групп некоторых растений отмечаются различные изменения: необычная окраска листвы, опадение листвы, изменение формы роста, плотности популяции, ареала вида и т.д. Наблюдая эти изменения, можно констатировать избыточное присутствие в атмосфере какого-либо газа, то есть проводить биоиндикацию.

Как же происходят эти изменения? В результате воздействия загрязняющих веществ, находящихся в окружающей среде, в растениях происходит разрушение хлорофилла, что приводит к снижению фотосинтеза. Нарушение в фотосинтезе приводят к *некрозу* (отмиранию). При этом устанавливается такая последовательность его проявления в исследуемой экосистеме: *хлороз* (бледная или светлая окраска хвои, листьев); *некроз* (потемнение и отмирание частей хвои, листьев); *дефолиация* (опадение хвои, листьев). Различают краевой некроз, точечный, межжилковый. Критериями поражения могут быть: относительные потери в массе листьев; степень желтизны, синдром плакучести (обвисающие ветки); выступание смолы на ветвях и стволах; из-

менение формы кроны (разветвление без центрального побега при гибели верхушечной почки, нарушение роста боковых побегов, замедление роста в высоту).

Наличие оксидов азота и серы в атмосферном воздухе может вызывать у покрытосеменных растений межжилковые некротические пятна на листьях, у голосеменных — красно-коричневую сухoverшинность и некроз хвои и веток (табл. 31). Среди хвойных лиственница, ежегодно сбрасывающая хвою, значительно устойчивее к диоксиду серы.

Таблица 31

Признаки повреждения растений  
под влиянием химических веществ

Воздействующий газ	Растение	Внешние признаки повреждения растений
Диоксид серы	Ель европейская	Хвоя буреет и опадает

*Хвоя* — листовидные органы многих голосеменных (хвойных) растений — сосны, ели, туи и др.

***Ход работы***

1. Для работы выберите два участка насаждений, располагающихся как в условиях сильного загрязнения, так и на мало загрязняемой территории (более удаленной от источника выбросов в атмосферу).

На открытом месте подберите молодые ели высотой 1—1,5 м, отстоящие друг от друга на 20—25 м. Если деревья на выбранном участке высоки, то обследование можно проводить с использованием одного из боковых побегов четвертой сверху мутовки. При проведении работы внимательно осмотрите хвою второго сверху участка центрального побега (участок предыдущего года) и по шкале определите класс повреждения и усыхания хвои (при оценке степени повреждения хвои не обращайтесь внимание на более светлую окраску самого кончика хвоинки, поскольку он на самом деле более светлый).

Виды повреждения и усыхания хвои представлены на рисунке 7.

При проведении работы для получения достоверных результатов отберите 200 хвоинок.

2. Оцените продолжительность жизни хвои. Каждая мутовка сверху — год жизни дерева.



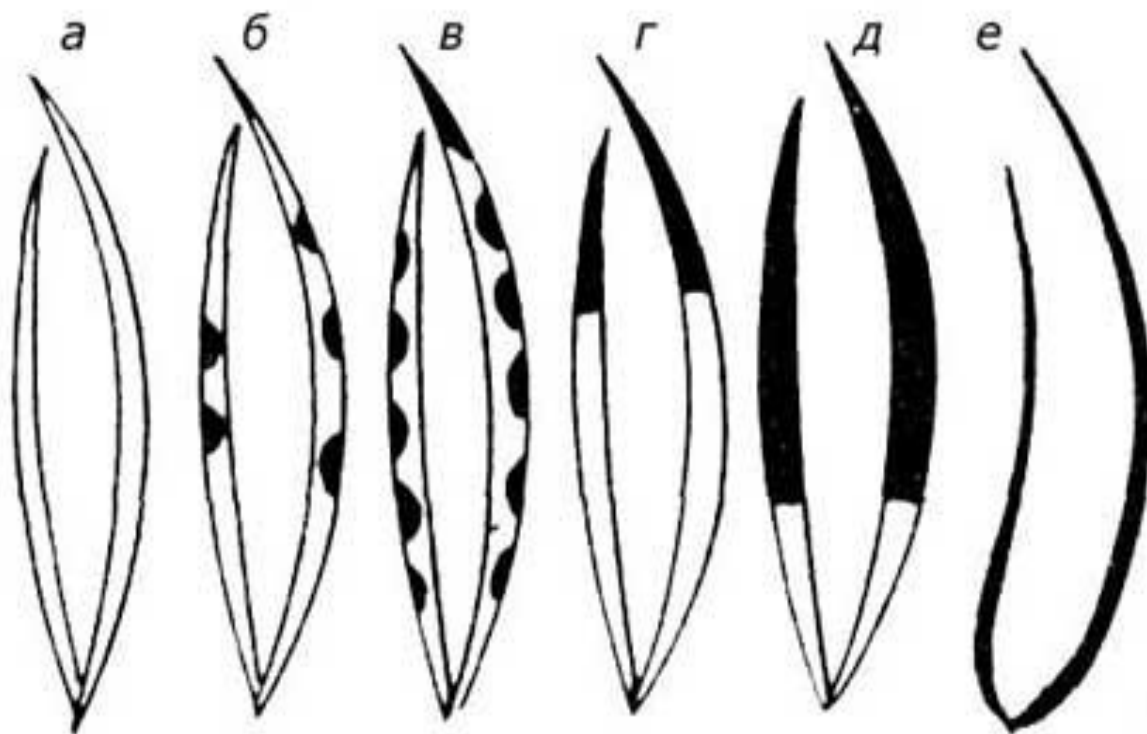


Рис. 7. Виды повреждения и усыхания хвои:

- а — хвоя без пятен (КП1), нет сухих участков (КУ1);  
 б — хвоя с небольшим числом мелких пятен (КП2), нет сухих участков (КУ1);  
 в — хвоя с большим числом черных и желтых пятен (КП3),  
 усох кончик 2—5 мм (КУ2); г — усохла треть хвои (КУ3);  
 д — усохло более половины длины хвои (КУ4); е — вся хвоя желтая и сухая (КУ4);  
 КП — класс повреждения (некрозы); КУ — класс усыхания хвои.

3. Все хвоинки поделите на группы в соответствии с вышеприведенными классами усыхания и повреждения.

4. Сравните полученные результаты из участков у обочины дорог и в глубине парка.

5. Определите класс повреждения и оцените класс загрязненности воздуха по таблице 32.

6. Предложите свои идеи улучшения состояния парка.

### **Контрольные вопросы**

1. Что такое хлороз, некроз, дефолиация? В чем причина таких изменений?

2. Обнаружены ли в парке такие повреждения? Где их больше вдали или на обочине дороги? Почему?

3. Какого возраста ели произрастают в парке? Предположите, какое они имеют происхождение (естественное или искусственное)?

4. Для уменьшения загрязнения парка выгоднее высаживать вечнозеленые или листопадные породы?

## Сводная таблица повреждения хвои

(место исследований)

Качество воздуха	Виды повреждений	КП — класс повреждения (некрозы)	КУ — класс усыхания	Процентное количество хвоинок с каждым типом повреждений	Прмечания
I	А	КП-1	КУ-1		
II	Б	КП-2	КУ-1		
III	В	КП-3	КУ-2		
IV	Г		КУ-3		
V	Д		КУ-4		
VI	Е		КУ-4		

*Примечание:* I- идеально чистый воздух, II- чистый, III — относительно чистый («норма»), IV- заметно загрязненный («тревога»), V — грязный («опасно»), VI — очень грязный («вредно»).

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания о хвойных породах (морфологические и экологические особенностями ели), о биоиндикации как методе оценки загрязнения атмосферы;
- формируют навыки биоиндикации атмосферы по хвое ели;
- развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### **Применение**

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, в курсе географии и краеведения в темах «Растительность родного края», на уроках биологии 6 класса в теме «Голосеменные», экологии 11 класса по теме «Современное состояние атмосферы», «Растительность и ее состояние», во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

Данную методику удобно использовать при работе со школьниками. В работе не требуются определители. Достаточно использовать карточки с изображением повреждений хвои.

## Список рекомендуемой литературы

1. Аргунова, М.В. Экологический мониторинг [Текст] : метод. рекомендации для учителей к курсу «Экология Москвы и устойчивое развитие» / М.В. Аргунова [и др.]. — М. : Центр «Школьная книга», 2008. — 144 с.
2. Биоиндикация загрязнения наземных экосистем [Текст] / под ред. Р. Шуберта. — М. : Мир, 1988. — 350 с.
3. Вронский, В.А. Антропогенное загрязнение атмосферы и растения [Текст] // Биология в школе № 3—4. — М. : «Школа-Пресс» : «Биология в школе», 1992. — С. 7—11.

### 47. БИОИНДИКАЦИЯ СОСТОЯНИЯ ВОЗДУХА ПО ЭПИФИТНЫМ МХАМ

**Цель:** освоить приемы выявления относительной загрязненности атмосферного воздуха с помощью эпифитных мхов.

**Задачи:**

- расширить знания о мхах;
- продолжить развитие навыков визуального определения основных древесных пород и навыков исследовательской работы в природе;
- закрепить приемы работы с картой.

**Оборудование:** фотоаппарат, определители растений, квадрат — сетка.

**Новые понятия:** эпифитные мхи, спорогон, мониторинг, урбанизация

**Учебные дисциплины:** биология, экология, география.

**Класс(ы):** 6,8

#### Комментарии

К числу оптимальных *тест-объектов* нарушения экосистем при техногенном воздействии через атмосферу относятся эпифитные мхи (*эпифиты* — растения, не связанные с почвой и обитающие на других растениях, но не питающиеся за счет них), имеющие широкое распространение, высокую встречаемость, продолжительный жизненный цикл и обладающие способностью значительной биологической аккумуляции различных атмосферных загрязнений.

Немаловажно и то, что эпифиты не соприкасаются с почвой, и, следовательно, на них практически не сказывается ее гетерогенный

химический состав (что особенно ярко проявляется именно на *урбанизированных территориях* (городских), влияние субстрата (коры деревьев) полностью снимается его единообразием, а тонкие листовые пластинки мхов позволяют им эффективно отфильтровывать и накапливать тяжелые металлы и радионуклиды. Именно поэтому эпифитные мхи используются для биоиндикации атмосферы.

Исследования показали, что эпифитные лишайники, по сравнению с мхами, накапливают больше свинца, а менее — кадмия, цинка и меди. Мхи являются хорошими аккумуляторами серы и тяжелых металлов, но эпифитные лишайники более предпочтительны как биоиндикаторы аэротехногенного загрязнения. Накопление в них токсиантов в большинстве случаев имеет пространственную зависимость, особенно, что касается серы. Данное обстоятельство объясняется тем, что эпифитные лишайники в основном поглощают токсианты из атмосферного воздуха. Мхи же в значительной степени насыщаются талыми и дождевыми водами, на загрязнение которых сильное влияние оказывают дальние атмосферные переносы из соседних регионов.

### *Ход работы*

1. Заложите пробные площадки по 100 м<sup>2</sup> в различных участках парка (в глубине парка, на обочине дорог).

2. Опишите эпифитные мхи на стволах 10 деревьев по выбору в каждом квадрате (стволы обследуются на высоте 130 см): количество видов, жизненность мохового покрытия, наличие спорогонов. Зарисуйте или сфотографируйте различные мхи.

Для оценки жизненности мхов используйте 3-х балльную шкалу:

1 балл — жизненность хорошая (полная) — мох хорошо развивается, имеет достаточную на ощупь увлажненность;

2 балла — жизненность удовлетворительная (угнетение) — растение угнетено, что выражается в меньших размерах взрослых особей;

3 балла — жизненность неудовлетворительная (сильное угнетение) — мох угнетен так сильно, что наблюдается резкое отклонение во внешнем облике взрослых особей.

1. Определите площадь покрытия каждого исследуемого древесного ствола эпифитными мхами с помощью квадрат-сетки 20\*20 см.

2. Оформите результаты наблюдений. Составьте карту распространения эпифитных мхов в районе практики.

3. Сопоставьте данные, полученные в результате проведения лишайникового мониторинга и мониторинга с помощью эпифитных мхов.

### ***Контрольные вопросы***

1. Кто такие эпифиты?
2. Почему их используют для оценки состояния атмосферы?
3. Почему при оценке состояния мхов смотрят на наличие спорогонов?
4. Сходны ли результаты, полученные с помощью лишеноиндикации и биоиндикации по мхам?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания о мхах, о биоиндикации, как методе оценки загрязнения атмосферы;
- формируют навыки биоиндикации, с помощью эпифитных мхов;
- развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### ***Применение***

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, в курсе краеведения, на уроках географии 8 класса — «Растительность России», биологии 6 класса в теме «Мхи», во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Биоиндикация загрязнения наземных экосистем [Текст] / под ред. Р. Шуберта. — М. : Мир, 1988. — 350 с.
2. Борисенко, А.Л. Бриофлора г. Северска как показатель экологического состояния территории [Текст] // Экологические проблемы и пути их решения : сб. науч. тр. аспирантов и студентов. — Томск, 2001. — С. 90—106.
3. Борисенко, А.Л. Вид *Pylaisia polyantha* (Hedw.) (пилезия многоцветковая) как объект экологического мониторинга загрязнения атмосферы [Текст] / А.Л. Борисенко, Н.К. Рыжакова, В.Г. Меркулов // Современная экология — наука XXI века : матер. междунар. науч.-практ. конф. (17—18 октября 2008 г.) / отв. ред. Е.С. Иванов. — Рязань : РГУ, 2009. — Т. 2. — 108 с.
4. URL : <http://portfolio.1september.ru/work.php?id=578279>
5. URL : <http://flowerlib.ru/books/item/f00/s00/z0000037/st003.shtml>

## 48. МОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ И ВОЗДУХА С ПОМОЩЬЮ КРЕСС-САЛАТА

**Цель:** определить степень загрязнения почвы и воздуха с помощью кресс-салата.

**Задачи:**

— освоить метод оценки загрязнения почвы и воздуха с помощью кресс-салата;

— познакомиться с новыми понятиями «антидетонатор», «всхожесть семян», «биомасса»;

— оценить загрязнение почвы и воздуха.

**Оборудование:** чашки Петри.

**Материалы:** семена кресс-салата.

**Новые понятия:** адсорбент, антидетонатор.

**Учебные дисциплины:** биология.

**Класс:** 6.

**Комментарии:**

Рост численности автотранспорта привел к возникновению и обострению различных социально-экономических и экологических проблем, среди которых можно выделить загрязнение почвы свинцом.

Свинец (Рь) — один из наиболее токсичных элементов, содержащихся в автомобильных выхлопах по международной классификации. Он является топливной добавкой, повышающей детонационную стойкость и переходит в выхлопные газы в тех количествах, в которых добавляется в бензин в качестве антидетонатора.

*Антидетонаторы* — химические соединения, добавляемые в небольших количествах к моторным топливам для уменьшения детонации (взрывчатых свойств).

В организме человека свинец влияет на синтез белка, энергетический баланс клетки и ее генетический аппарат, а также вызывает хроническую интоксикацию (отравление наступает, если в организм человека попадает от 1 до 3-миллионных долей грамма свинца в сутки). Поступая в организм с вдыхаемым воздухом или пищей, свинец образует соединения с органическими веществами. Большинство таких соединений нейротропны и способны вызывать энцефалопатию и нейропатию. Особенно опасны скрытые хронические отравления свинцом у детей, проявляющиеся в виде неврологических расстройств, нарушений психомоторики, деконцентрации внимания. Почва является адсорбентом и поэтому способна очень активно накапливать свинец. Большую часть свинца из почвы поглощают растения и накапливают его в своих тканях.

У растений, высаженных в открытом грунте в городских центрах с интенсивным движением транспорта, под влиянием газовых выбросов отчетливо снижается длина проростков. Кресс-салат чувствителен к газообразным выбросам автотранспорта, а также загрязнению почв ионами свинца.

*Всхожесть семян* — способность растений давать проростки, выражается в процентах.

*Биомасса* — общая масса особей одного вида, группы видов или сообщества в целом (растений, микроорганизмов и животных) на единицу поверхности или объема местообитания; чаще всего выражается в массе сырого или сухого вещества.

### ***Ход работы***

1. Семена прорастите в чашках Петри на фильтрах.
2. Высадите семена в почву у дороги.
3. Наблюдение длится 10 дней. При наличии вредных примесей снижается процент всхожести семян и уменьшается скорость роста зародышевых корешков.
4. Сделайте выводы.

### ***Контрольные вопросы***

1. Почему происходит одновременная оценка почвы и воздуха?
2. Какие еще тест-объекты применяют в биологии?
3. Какими свойствами должны обладать тест-объекты?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания о биотестировании в биологии;
- развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### ***Применение***

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, на уроках биологии в 6 классе в теме «Условия прорастание семян», во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Борздыко, Е.В. Методы биологического контроля: биоиндикация и биотестирование [Текст] : учеб.-метод. пособие / Е.В. Борздыко, Л.Н. Анищенко. — Брянск : Няда, 2008. — 70 с.

2. Высоцкая, И.Ф. Оценка загрязнения выбросами автотранспорта урбанизированного ландшафта методом биотестирования [Текст] / И.Ф. Высоцкая, Е.Е. Прочухан // Современная экология — наука XXI века : матер. междунар. науч.-практ. конф. (17-18 ноября 2008 г.) / отв. ред и сост. Е.С. Иванов. — Рязань. : РГУ, 2008. — 680 с.

## 49. ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ВОЗДУХА ПО СНЕЖНОМУ ПОКРОВУ

**Цель:** сформировать представление о загрязнении атмосферы, научить оценивать степень загрязнения по снежному покрову.

**Задачи:**

- освоить метод оценки загрязнения по снежному покрову;
- познакомиться с новым понятием «депонирующая среда»;
- научить выявлять источники загрязнения.

**Оборудование:** снегомер для взятия проб снега, стеклянные банки по количеству образцов, фильтровальная бумага, аналитические весы.

**Реактивы:** 30 % соляная кислота, хлорид бария, нитрат серебра, концентрированная серная кислота, медная проволока, ферроцианид калия, гидроксид натрия.

**Новые термины:** депонирующая среда.

**Учебные дисциплины:** экология, химия, физика.

**Классы:** 8, 11.

### **Комментарии**

Большая часть зимнего пылевого потока имеет промышленное происхождение (это выбросы труб предприятий, котельных, выхлопы от движущегося транспорта, стройки и др.). При этом снег представляет собой почти идеальную среду для захоронения пыли— *депонирующую среду*.

Снег переносит большое количество мельчайших частиц, особенно над городскими территориями, вблизи промышленных предприятий. Поскольку снежинки и снежные хлопья падают медленно, со скоростью в среднем 0,5 м/с, то частицы примесей в атмосфере могут переноситься на 15—20 км от точки начала падения. На каплях с размерами 10—20 мкм мельчайшие частицы могут переноситься на расстояние до 400—500 км, прежде чем они выпадут в виде снега или дождя.



После отложения снежинок их форма претерпевает значительные изменения. Кристаллы распадаются на отдельные части, более крупные частицы растут за счет более мелких. Ведущую роль в процессах перекристаллизации играет миграция молекул воды в виде водяного пара. Подавляющая часть снега, проходя через газообразную форму, откладывается в виде новых кристаллов — глубинной изморози. Поскольку большая часть снежной толщи претерпевает процесс метаморфизма, следует ожидать, что химические вещества, захороненные в снегу, будут постепенно «оседать» вниз, что подтверждается цветом нижнего слоя снега. Он имеет более серый оттенок, чем верхние слои. С началом процессов снеготаяния снежная толща становится однородной: кристаллы приобретают форму снежных зерен от 1 до 3 мм.

Снеговой покров накапливает в своем составе практически все вещества, поступающие в атмосферу. Это свойство снегового покрова позволяет провести эколого-геохимическое исследование: определение запыленности атмосферы города в зимний период по данным снеговой съемки. Ценность такого рода исследования заключается в том обстоятельстве, что получается некая усредненная картина, которая в известной степени «подытоживает» все атмосферные «события» зимы, поскольку в течение зимы неоднократно меняется погода, направление ветров, переносающих загрязнение, интенсивность и характер выбросов предприятий и т.д.

Снеговая вода может нести и много специфической информации о загрязнении, особенно информативным оказывается показатель величины рН (кислотно-щелочной реакции) снеговых вод. В обычно незагрязненном состоянии он изменяется от 5,5 до 5,8. Вблизи металлургических заводов, около ТЭЦ, котельных рН, как правило, имеет более высокие значения, то есть обозначает слабощелочную или щелочную среду, что связано с выпадением зольных частиц, содержащих соединения гидрокарбонатов калия, кальция, магния, повышающих рН снеговой воды. Вблизи автомобильных трасс, а также в местах выбросов промпредприятиями продуктов сгорания с преобладанием оксидов серы, азота, углерода рН снегового покрова уменьшается, что свидетельствует о «подкислении» осадков. Выпадение соединений металлов, ароматических углеводов защелачивает снег.

### ***Ход работы***

1. Выберите несколько точек в разных участках парка. В каждом пункте отбор проведите не менее чем три раза (зимой, осенью, весной) (к весне количество загрязненных веществ накапливается

и средние показатели по 2—3 исследованиям окажутся наиболее точными).

2. Возьмите пробу снега с 1 квадратного метра (до самого грунта). Снег разложите в пронумерованные пакеты. Хранить пакеты можно за окном, на балконе, в холодильнике.

3. Содержимое пакетов растопите, доведите до комнатной температуры.

4. Проверьте загрязнение снега на водородный показатель (рН). Смочите индикаторную бумагу водой и сравните ее цвет со шкалой цветности.

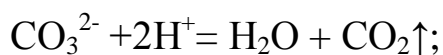
5. Сравните полученные пробы воды по цвету и запаху.

6. Пробу отфильтруйте, оставьте на фильтре твердую часть.

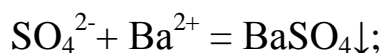
7. Взвесьте полученный осадок на аналитических весах.

8. Проверьте вытяжки на содержание анионов:

— на  $\text{CO}_2$ : добавьте к раствору 30 %-ную соляную кислоту — выделение углекислого газа:

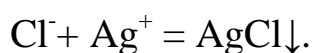


— на  $\text{SO}_4^{2-}$ : добавить к исследуемой вытяжке раствор хлорида бария — осадок белого цвета:



— на нитрат-ион  $\text{NO}_3$ : кусочки медной проволоки опустите в испытуемый раствор и добавьте по каплям концентрированной серной кислоты;

— на хлорид-ион  $\text{Cl}^-$ : добавьте раствор нитрата серебра — осадок белого цвета:



8. Исследование фильтрата на содержание катионов:

— на катионы свинца: в подкисленный раствор добавьте 3—4 капли раствора сульфида натрия или пропустите сероводород до выпадения осадка черного цвета, при небольшом нагревании реакция идет гораздо быстрее;

— на наличие катионов меди: в исследуемый раствор добавьте раствор  $\text{NaOH}$  — осадок голубого цвета;

— на наличие катионов цинка: реактивом является ферроцианид калия, при его добавлении к раствору выпадает осадок белого цвета.

9. На основе полученных результатов составьте карту загрязненности снежного покрова.

10. Определите источники загрязнения воздуха, а также степень и границы их влияния.

**Анализ запыленности снегового покрова  
(на один квадратный метр)**

№ п/п	Район исследования	Кол-во воды	Уровень загрязнения			Кислотность		
			ноябрь	январь	март	ноябрь	январь	март
1								
2								
3								

***Контрольные вопросы***

1. В какое время года снег более чистый?
2. Где больше загрязнение (в глубине парка или на обочине дороги)? Объясните почему.
3. Какие загрязняющие вещества обнаружены в снеге? Чем это вызвано?
4. Какой рН имеет снег? Попробуйте предположить почему.

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания о причинах загрязнений, о химических методах оценки загрязнений;
- формируют навыки оценки степени загрязнения по снежному покрову;
- развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

***Применение***

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, на уроках химии 11 класса в теме «рН», экологии 11 класса «Современное состояние атмосферы», физики 8 класса «Тепловые реакции», во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

Это один из доступных методов исследования для школьников. Наиболее легко выявляются такие источники загрязняющих веществ, как котельные, автомобильный транспорт, предприятия тяжелой и топливно-энергетической промышленности.

***Список рекомендуемой литературы***

1. Буйволов, Ю.А. Физико-химические методы изучения качества природных вод [Текст] : метод. пособие. — М. : Экосистема, 1997.

2. Колбовский, Е.Ю. Изучаем природу в городе [Текст]. — Ярославль : Академия развития, 2006. — 256 с.

3. Петунин, О.В. Изучение экологии в школе. Программы элективных курсов, конспекты занятий, лабораторный практикум, задания и упражнения [Текст]. — Ярославль : Академия развития ; Владимир : ВКТ, 2008. — 192 с.

4. Попова, З.И. Исследование химического состава снежного покрова некоторых районов г. Рязани [Текст] / З.И. Попова, О.В. Гландова // Экологические и социально-гигиенические аспекты среды обитания человека : матер. республ. науч. конф. — Рязань : изд. РГПУ, 2002. — 198 с.

## **50. ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА ПО ИНТЕНСИВНОСТИ ПОТОКА АВТОТРАНСПОРТА**

**Цель:** научиться определять загрязнение атмосферы по потоку автотранспорта.

**Задачи:**

— оценить степень загрязнения атмосферы транспортом;  
— развить творческие и исследовательские умения и навыки, способности делать обоснованные выводы по результатам изучения материала.

**Оборудование:** данные, отражающие выбросы различных загрязнителей в атмосферу разными типами автомобилей.

**Новые понятия:** децибелы, канцерогенность.

**Учебные дисциплины:** экология, химия, математика.

**Классы:** 6, 10, 11.

### **Комментарии**

Автотранспорт — основной загрязнитель атмосферы больших городов. Опасность этого загрязнения обусловлена непосредственной близостью источников загрязнения к жилым районам, их расположением вблизи земной поверхности — в зоне дыхания людей. Особенно высокое содержание отработавших газов автотранспорта на уличных перекрестках перед светофором, где двигатели автомобилей работают на богатых смесях. В районах с узкими улицами и высотными домами выхлопные газы рассеиваются медленно и вызывают хронические отравления людей, длительное время находящихся на воздухе.

Загрязнение происходит по трем основным направлениям:

- отработанные газы через выхлопные трубы;
- картерные газы;
- испарение топлива.

В отработанных газах двигателей содержится более 200 химических элементов и соединений (табл. 34, 35).

Таблица 34

Показатели работы автотранспорта.  
Нормы расхода топлива

Тип автотранспорта	Удельный расход топлива, л/км
Легковые автомобили	0,11—0,13
Грузовые автомобили	0,29—0,33
Автобусы	0,41—0,44
Дизельные грузовые автомобили	0,31—0,34

Таблица 35

Коэффициенты выброса  
загрязняющих веществ в атмосферу

Вид топлива	К		
	Угарный газ	Углеводороды	Диоксид азота
Бензин	0,6	0,1	0,04
Дизельное топливо	0,1	0,03	0,04

Самая неприятная специфика воздействия транспортных выбросов заключается в том, что они совершаются на небольшой высоте: до 0,5 м у легковых автомобилей, до 1,0 м у грузовиков и до 1,5 м у больших автобусов и большегрузных автомобилей. Таким образом, выбросы автотранспорта оказываются непосредственно в зоне дыхания человека. Загрязнение воздуха отработанными газами автомобилей отличается значительной неравномерностью в пространстве и времени, поэтому очень важен оперативный и детальный учет интенсивности и структуры транспортных потоков, особенно в городах и крупных населенных пунктах.

В городских условиях от 30 до 40 % общего движения транспорта составляют режимы разгона и торможения, когда увеличивается расход топлива и выбросов в атмосферу. При интенсивном движении 1500—2000 машин в час создаются опасные условия для загрязнения воздуха. Санитарные требования по уровню загрязнения и шума допускают поток транспорта в жилой зоне не более 200 автомашин при уровне шума от 35 до 45 децибел.

По характеру воздействия на организм человека вещества, составляющие отработанные газы, разделяются на нетоксичные и токсичные. К нетоксичным веществам относятся азот, кислород, пары воды, диоксид углерода, к токсичным веществам — оксид углерода, углеводороды, оксиды азота, диоксид серы, альдегиды, свинец, бензопирен и др. Загрязняющие вещества автотранспорта имеют различный токсикологический эффект. Оксид углерода (СО) обладает выраженным отравляющим действием. Он нарушает окислительные процессы в организме, так как вступает во взаимодействие с гемоглобином крови, замещая в нем кислород. Часто наступает отравление даже незначительными дозами оксида углерода. При больших дозах (свыше 1 %) наступает потеря сознания и смерть.

Оксид азота (NO) превращается в атмосферном воздухе в диоксид азота (NO<sub>2</sub>). При контакте диоксида азота с влажной поверхностью (слизистые оболочки глаз, носа, бронхов) образуется азотная и азотистая кислоты, которые разрушают слизистые оболочки и поражают ткань легких. Воздействие оксидов азота нельзя ослабить никакими нейтрализующими действиями. Кроме того, они участвуют в фотохимических реакциях образования смога.

Сажа — твердые частицы углерода — также очень опасный компонент отработанных газов. Она является носителем канцерогенных ароматических углеводородов, которые адсорбируются на ее поверхности и сохраняются долгое время.

Около 70—80 % свинца, добавленного к бензину с этиловой жидкостью в виде тетраэтилсвинца, вместе с отработанными газами попадает в атмосферный воздух. Соединения свинца накапливаются в организме, вызывают изменения кроветворных органов, костной ткани и нарушения в обмене веществ.

Оксиды серы угнетающе действуют на кроветворные органы человека, способствуют заболеванию дыхательных путей.

*Канцерогенность* — способность данного фактора (физической, химической, биологической природы) вызывать мутации, то есть изменения генетической структуры клетки, которые в последующем могут привести к процессу развития опухоли.

### ***Ход работы***

1. Выберите удобный пункт наблюдения около автотрассы длиной около 0,5—1 км. Измерьте длину участка по обочине в километрах.

2. Определите число единиц автотранспорта разного типа (автобусов, легковых и грузовых автомобилей), проходящих по участку в течение 15 минут.

3. В таблице 36 отметьте каждую проехавшую машину в ту и другую сторону.

4. Укажите число и месяц, период наблюдений, фамилии наблюдателей, место наблюдения.

Таблица 36

Учет транспортных потоков

Время наблюдения	Легковые автомобили	Грузовые автомобили	Трамваи	Мотоциклы	Автобусы	Трактора	Всего

5. Умножьте полученное число автомобилей на 4, вычислите  $N$  — число единиц автотранспорта, проходящих по участку за 1 час. Рассчитать общий путь ( $L$ ), пройденный автомобилями каждого типа за 1 час, умножить  $N$  на длину участка.

6. Рассчитайте объем топлива ( $Q$ , л), сжигаемого за 1 час автомобилями каждого типа, по формуле:

$$Q=L*Y,$$

где  $Y$  — удельный расход топлива на 1 км.

7. Рассчитайте общие объемы ( $V_{CO}$ ,  $V_{C_nH_n}$ ,  $V_{NO_2}$ , л) выделившихся в атмосферу загрязнителей (угарного газа, углеводородов, диоксида азота) при сгорании топлива по формуле:

$$V=K*Q,$$

где  $K$  — эмпирический коэффициент, определяющий зависимость величины выброса вредных веществ от вида горючего.

8. Рассчитайте массу каждого из выделившихся вредных веществ ( $m_{C_nH_n}$ ,  $m_{NO_2}$ , г) по формуле:

$$M=V*M/22,4,$$

где  $M$  — молекулярная масса каждого из оцениваемых загрязнителей.

9. Определите по справочным таблицам ПДК каждого из загрязнителей и сравните с опытными данными.

10. После проведенного подсчета сделайте анализ, постройте график или диаграммы, обобщите данные.

Наблюдение необходимо провести со всех сторон парка, чтобы учесть, на какой из них интенсивность движения больше. Кроме того, подсчет на нескольких улицах даст возможность более точно учесть количество автотранспорта (в среднем), проходящего по улицам города. Учет можно проводить несколько раз на одной

и той же улице, потому что в разное время года поток транспорта изменяется.

### ***Контрольные вопросы***

1. Почему необходимо изучать потоки автотранспорта в городе?
2. Какие вещества попадают в атмосферу из движущегося транспорта?
3. Какой тип транспортных средств наносит наибольший вред?
4. В какое время суток интенсивность движения наибольшая?
5. Что вы предлагаете для уменьшения загрязнения атмосферы исследуемой территории?
6. Понятие «канцерогенность». Какие загрязнители относятся к канцерогенным, а какие нет?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания о загрязнении атмосферы, его причинах;
- формируют навыки оценки степени загрязнения атмосферы автотранспортом;
- развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### ***Применение***

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, на уроках математики 6 класса в теме «Проценты», экологии 11 класса «Современное состояние атмосферы», на уроках химии 10 класса «Бензол и его производные», во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Барановская, Е.П. Экология человека [Текст] : прогр. дисц. и учеб.-метод. реком. / Е.П. Барановская, Т.В. Кременецкая ; Ряз. гос. ун-т им. С.А. Есенина. — Рязань, 2009. — 40 с.
2. Губарева, Л.И. Экология человека [Текст] / Л.И. Губарева, О.М. Мизирева, Т.М. Чурилова. — М. : Владос, 2003. — С. 112.
3. Гуляева, В.И. Эксперимент и исследовательская работа по экологии [Текст] // Экология: проблемы, поиски, находки. — М. : Синь, 1999.
4. Козяева, Е.А. Пик автомобильных проблем [Текст] // Волна № 3—4 (20—21). — Иркутск : Иркутская областная типография № 1, 1999. — С. 19—23.



5. Колбовский, Е.Ю. Изучаем природу в городе [Текст]. — Ярославль : Академия развития, 2006. — 256 с.

6. Кузьмина, М.М. Транспорт и городская среда [Текст] / М.М. Кузьмина, И.Н. Рыжов // Биология в школе. — 1995. — № 2. — С. 68.

7. Петунин, О.В. Изучение экологии в школе. Программы элективных курсов, конспекты занятий, лабораторный практикум, задания и упражнения [Текст]. — Ярославль : Академия развития ; Владимир : ВКТ, 2008. — 192 с.

8. Федорос, Е.И. Экология в экспериментах [Текст] : учеб. пособие для учащихся 10—11 классов общеобразовательных учреждений / Е.И. Федорос, Г.А. Нечаева. — М. : Вентана-Граф, 2007. — 384 с.

9. Хомич, В.А. Экология городской среды [Текст] : учеб. пособие. — М. : Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006. — 240 с.

## 51. ИЗУЧЕНИЕ ШУМОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

**Цель:** оценить шумовое загрязнение окружающей среды вблизи автомагистралей, перекрестков, в учебных аудиториях, студенческой столовой, на дискотеках.

### **Задачи:**

- определить понятие «шум»;
- ознакомиться с понятием шумового загрязнения и его влиянием на организм человека;
- оценить уровень шума в различных местах;
- выделить основные способы борьбы с шумом.

**Новые понятия:** шум, шумовое загрязнение, акустический дискомфорт, децибел, Бел.

**Учебные дисциплины:** экология, физика, география.

**Классы:** 8, 10.

### **Комментарии**

**Шум** — это звук любого рода, воспринимаемый людьми как неприятный, мешающий или даже вызывающий болезненные ощущения. В наши дни шум стал одним из наиболее опасных факторов, наносящих вред окружающей среде. В крупных городах свыше 60 % жителей жалуются на чрезмерный шум или шумовое загрязнение. Единица громкости называется Белом, по имени изобретателя телефона А. Бела (1847—

1922). Громкость же измеряется в децибелах (степень звукового давления): 1 дБ = 0,1 Б (Бел).

*Шумовое загрязнение* — тип физического загрязнения, характеризующийся превышением естественного уровня шумового фона.

В крупных городах России, в частности в Москве, эквивалентные уровни шума на магистралях достигают 78—85 дБ (децибел), на жилых территориях — 66—72 дБ, в жилых помещениях — 55—63 дБ и выше, что приводит к *акустическому дискомфорту* (ухудшению состояния здоровья, снижению трудоспособности жителей города и населенных пунктов). Как показывают исследования, для слуха вреден шум, интенсивность которого превышает 90 дБ. Уровень в 110—120 дБ считается болевым порогом, уровень свыше 130 дБ — разрушительный для органа слуха предел, а в 150 дБ становится для него непереносимым. Звук в 180 дБ вызывает усталость металла, а в 190 вырывает заклепки из конструкции. Неспроста в средние века существовала казнь «под колокол». Шум колокольного звона медленно убивал человека. Наиболее чувствительны к действию шума лица старших возрастов: так в возрасте до 27 лет на шум реагируют около 46 % людей, в возрасте 28—37 лет — 57 %, в возрасте 38—57 лет — 62 %, а в возрасте 58 лет и старше — 72 %. Данное обстоятельство должны учитывать молодые люди, когда слушают дома популярную музыку, смотрят телепередачи, видеофильмы и др. В соответствии с принятыми санитарными нормами допустимый шум в жилых помещениях не должен быть более 30 дБ в ночное время и 40 дБ в дневное время.

Источник шумового загрязнения воздушной среды города — это в первую очередь автомобильный транспорт, а также железнодорожный, авиационный и электротранспорт. Свой вклад в шумовое загрязнение вносят промышленные, строительные, дорожные, погрузочно-разгрузочные, бытовые и прочие машины и агрегаты.

Шум автотранспортного потока зависит от шума, создаваемого одиночным автомобилем; состава автотранспортного потока (автомобилей различного типа в потоке); интенсивности движения автомобилей; режима движения автомобилей (скорость, ускорение, замедление, равномерное движение); технического состояния автомобилей; характера и состояния дорожного покрытия; рельефа местности; атмосферных условий.

Пути снижения шума:

- оптимизация работы двигателя и модернизация двигателя;
- применение вибропоглощающих слоистых материалов типа «металл — пластик — металл»;

- создание барьеров, которые не должны иметь просветов и отверстий;
- удаление жилых зданий от магистралей;
- применение зеленых насаждений;
- рациональное расположение домов, рациональное расположение спальных комнат в квартирах;
- применение перекрытий, стен и окон с хорошей звукоизоляцией.

Из-за большого количества переменных для системных количественных оценок уровней шума, генерируемых автотранспортными средствами, применяют два основных метода испытаний: оценка шума одиночного автомобиля и измерение шума автотранспортного потока.

### ***Ход работы***

1. Выберите места измерения уровня шума вне учебного заведения (улицы, перекрестки, скверы, детские площадки и т.п.) и внутри здания. Выбранные пункты занесите в таблицу.
2. Измерьте величину шума в децибелах (дБ) в выбранных пунктах.
3. Проведите сравнение уровня зарегистрированного шума с предельно допустимыми значениями.
4. Полученные результаты занесите в таблицу:

№ п/п	Характеристика обследуемой территории	Уровень шума, дБ	Предельно допустимый уровень шума, дБ	Доля от предельно допустимого уровня шума
	Среднее для улицы $M \pm SO$			
	Среднее для помещения $M \pm SO$			

**Выводы** по результатам работы должны содержать:

- оценку степени шумового загрязнения учебных помещений, столовой, улицы, скверов;
- рекомендации по снижению интенсивности шума.

### ***Контрольные вопросы***

1. Каков допустимый уровень шума в жилых помещениях?
2. Каковы методы снижения шума в помещениях и на улицах?
3. Назовите основные источники шума.
4. В каком частотном диапазоне человек воспринимает акустические колебания?

5. Приведите классификацию шумов в зависимости от их происхождения.

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания о шумовом загрязнении атмосферы, его причинах;
- формируют навыки оценки шумового загрязнения;
- развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### ***Применение***

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, на уроках физики 8 класса «Звуковые волны», географии 10 класса «Загрязнение окружающей среды и экологические проблемы», во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Баклашев, А. Влияние шума на организм человека [Текст] / А. Баклашев, А. Астахова // Первая городская молодежная конференция «Экология Москвы и молодежная экологическая политика» (6 декабря 2008г., Московская городская Дума) : сб. матер. и докл. — М. : Российский зеленый крест, 2009. — 310 с.

2. Барановская, Е.П. Экология человека [Текст] : прогр. дисц. и учеб.-метод. реком. / Е.П. Барановская, Т.П. Кременецкая ; Ряз. гос. ун-т им. С.А. Есенина. — Рязань, 2009. — 40 с.

3. Голубкина, Н.А. Лабораторный практикум по экологии [Текст]. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : ФОРУМ, 2009. — 64 с.

4. Древесные растения г. Воронежа (биоразнообразие и устойчивость) [Текст] : учеб. пособие для вузов / сост. А.И. Федорова, М.А. Михеева. — Воронеж : Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2008. — 100 с.

5. Романов, С.А. Основные направления экологических исследований и использование их результатов в преподавании школьного курса географии [Текст] // Современная экология — наука XXI века : матер. междунар. науч.-практ. конф. (17—18 октября 2008 г.) / отв. ред. Е.С. Иванов. — Рязань : РГУ, 2009. — Т. 2. — 108 с.

6. Хомич, В.А. Экология городской среды [Текст] : учеб. пособие. — М. : Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006. — 240 с.

## Применение работ главы III

№	Название работы	Предмет	Класс	Тема
1	2	3	4	5
38	Микроклиматические наблюдения	географии	6	Погода
		физика	7	Скорость
		физика	10	Влажность воздуха
39	Комплексная оценка городского микроклимата	географии	7	Движение воздушных масс
		география	6	Температура воздуха
		физика	7	Давление
		физика	7	Скорость
40	Изучение запыленности воздуха летом	биологии	6	Клеточное строение листьев
41	Определение загрязнения окружающей среды пылью и ее накопление на листовых пластинках растений	физика	7	Масса
		биология	6	Клеточное строение листьев
		география	6	Изменение лика Земли в результате природных процессов и деятельности человека
42	Биоиндикация антропогенного воздействия по шкале краевых некрозов листьев	биология	6	Поглощение воды и минеральных веществ
		география	6	Изменение природы своей местности под влиянием хозяйственной деятельности человека
43	Определение антропогенного загрязнения воздушной среды по доли пораженной ткани листа	геометрия	7	Площадь
		экология	11	Современное состояние охраны атмосферы
44	Оценка состояния загрязнения воздуха с помощью растений-биоиндикаторов	биология	6	Строение вегетативных органов
		краеведение		Природа родного края

1	2	3	4	5
45	Лихеноиндикация	география	6	Составление плана местности
		биология	6	Лишайники
46	Биоиндикация состояния воздуха по хвое ели	география	8	Растительность родного края
		биология	6	Голосеменные
47	Биоиндикация состояния воздуха по эпифитным мхам	география		Растительность России
		биология	6	Мхи
48	Мониторинг загрязнения почвы и воздуха с помощью крест-салата	биология	6	Условия прорастания семян
49	Оценка степени загрязнений воздуха по снежному покрову	химия	11	pH
		экология	11	Современное состояние атмосферы
		физика	8	Тепловые реакции
50	Оценка степени загрязнения воздуха по интенсивности потока автотранспорта	химия	10	Бензол и его производные
		математика	6	Проценты
51	Изучение шумового загрязнения окружающей среды	физика	8	Звуковые волны
		география	10	Загрязнение окружающей среды и экологические проблемы

## IV. Экологические исследования почв

*Почва* — особое органо-минеральное естественноисторическое природное образование, возникшее в результате воздействия живых организмов на минеральный субстрат и разложения мертвых организмов, влияния природных вод и атмосферного воздуха на поверхностные горизонты горных пород в различных условиях климата и рельефа в гравитационном поле Земли. Почва характеризуется *плодородием* — способностью удовлетворять потребности растений в питательных веществах, воздухе, биотической и физико-химической среде, включая тепловой режим, и на этой основе обеспечивать урожай сельскохозяйственных культур, а также биологическую продуктивность диких форм растительности. Плодородие почвы бывает как естественным (определяется природными запасами минеральных и органических питательных веществ и естественным гидротермическим режимом), так и искусственным (определяется внесением удобрений и проведением комплекса агротехнических мероприятий, включая севообороты, мелиорацию и т.д.). Естественное и искусственное плодородие в сумме формируют так называемое экономическое плодородие почвы. Мощность почв изменяется от первых сантиметров до 2—3 метров.

*Эдафические факторы* — почвенные факторы. Их воздействие сказывается на возникновении адаптации у почвенных животных. Основное влияние эдафические факторы оказывают на растительность и через нее — на мир животных. Поэтому эдафические факторы являются связующим звеном между абиотическими факторами и биотическими компонентами окружающей среды.

### 4.1. Почвенно-экологические исследования

Показатели почвенно-экологических исследований можно разделить на показатели ранней, кратко- и долгосрочной диагностики.

1. Показатели ранней диагностики негативных изменений свойств почв позволяют обнаружить и остановить неблагоприятные процессы на начальных стадиях их развития. Это прежде всего показатели биологической *активности почв* — численность и видовой состав микроорганизмов и беспозвоночных животных, их биомасса, ферментативная активность почв, интенсивность выделения углекислого газа почвой, активность азотфиксации и денитрификации, нитрификационная способность почв. Их использование при мониторинге промышленного загрязнения почв позволяет обнаружить тенден-

ции и скорость происходящих в почве изменений, судить о степени опасности поллютантов. Однако неблагоприятные эффекты не являются строго специфичными, одинаковая реакция может вызываться разными факторами. Интегральный характер этих показателей, их высокое природное варьирование и сезонная динамика, неоднозначность реакций и большая приспособленность живых организмов к воздействию токсикантов делают необходимым одновременные прямые определения других свойств почв для указания причин неблагополучия.

В качестве этих диагностических свойств целесообразно использование характеристик кислотно-основного, ионно-солевого, окислительно-восстановительного режимов почв. Анализам могут подвергаться почвенные растворы, лизиметрические воды, водные вытяжки, в которых определяются рН и активность других ионов, содержание азота, фосфора, серы, кальция, магния, тяжелых металлов, органического вещества. Частота измерения — несколько раз за сезон.

2. Показатели средней устойчивости, характеризующие краткосрочные изменения свойств почв и обеспечивающие текущий контроль за ее состоянием. С этой целью целесообразно использовать катионно-обменные свойства почв, содержание доступных для растений форм элементов питания, кислоторастворимых форм соединений кальция, магния, железа и алюминия, подвижных форм соединений тяжелых металлов, скорость деструкционных процессов, мощность и запасы подстилки, фракционный состав гумуса. Измерения должны проводиться через 2—5 лет.

3. Показатели долгосрочной диагностики нарушений почвообразования при промышленном загрязнении. Это валовой состав почв, включая содержание тяжелых металлов, состав почвенных минералов, содержание и запасы гумуса, морфологические и физические свойства почв (плотность, структурное состояние, водопроницаемость, гранулометрический состав), то есть фундаментальные свойства почв. Оценка их необходима как точка отсчета, как исходная характеристика почв на предварительном этапе мониторинга. Эти свойства формируются в результате относительно длительных однонаправленных процессов и поэтому требуют измерений через 10 лет и более.

## **4.2. Правила работы с почвой**

### **4.2.1. Техника отбора образцов для лабораторных исследований**



Почвы изучаются в специально вырытых ямах — шурфах, на защищенных обрывах, канавах и других естественных и искусственных разрезах почвенного слоя. Если для изучения почвы применяются специально вырытые шурфы, то снятая дерновина откладывается в сторону, а после выполнения работ шурф закапывается и закрывается снятой дерновиной. Чтобы не тревожить почвенный слой, лучше всего использовать естественные разрезы почвы на обрывах и бортах оврагов. На ровных участках достаточно выкопать ямку глубиной на штык лопаты, изучить почву и затем закопать ямку. Механический состав почвы можно изучить по ее образцу в камеральных условиях, например в классе.

При работе с верхними горизонтами почв образцы следует отбирать в 4—5-кратной повторности. На расстоянии нескольких шагов (по сторонам воображаемого квадрата и посередине него) изымают 4—5 проб на глубину, равную штыку лопаты. Верхнюю часть, представленную подстилкой (дерном), обычно не используют для анализа. Если образцы отбирают из почвенного разреза, следует их изымать из средней части каждого горизонта и непременно записывать глубину взятия.

Когда работа с почвенной ямой завершена, ее необходимо засыпать. При этом вниз сбрасывают почвенную массу сначала из более глубоких горизонтов, а затем — верхних.

#### **4.2.2. Подготовка почвы к анализу**

Образцы, доставленные в лабораторию, необходимо подвергнуть анализу или довести до воздушно-сухого состояния (большинство опытов проводят на заранее собранных и высушенных образцах). Хранение сырых образцов не допускается, так как под влиянием жизнедеятельности микроорганизмов, обитающих в субстрате, и тех, которые заселились из воздуха, свойства почвы изменяются.

Для подготовки воздушно-сухого образца каждую взятую почву рассыпают тонким слоем на большом листе плотной бумаги, отбирают корни и другие растительные остатки и, прикрыв сверху плотным листом бумаги, оставляют на 2—3 дня. Помещение для подготовки образцов должно быть сухим и защищенным от доступа аммиака, паров кислот и других газов.

Высушенный образец делят по диагонали на четыре части. Две противоположные части берут для растирания, а две другие сохраняют в нетронутom состоянии. Почву растирают в фарфоровой ступке пестиком и просеивают через сито с отверстиями 1 мм. Растирание и просеивание повторяют до тех пор, пока на сите не останутся лишь твердые каменистые частицы крупнее 1 мм — скелет почвы. Почву, пропущен-

ную сквозь сито, хранят вместе с другими фрагментами в коробке или бумажном пакете.

Лесные подстилки и образцы торфа сушат в течение нескольких суток, так как благодаря высокой влагоемкости они содержат большое количество воды. Все пробы раскладывают тонким слоем на больших листах в вентилируемых помещениях, ежедневно многократно перемешивают. По окончании просушивания образцы измельчают растиранием в фарфоровых чашках, затем просеивают через сито с отверстиями диаметром 2—3 мм, берут один из образцов массой 50—200 г, вновь измельчают и просеивают через сито с отверстиями диаметром 1 мм. Частицы, оставшиеся на сите, растирают и просеивают до тех пор, пока не будут просеяны все собранные образцы. Образцы хранят так же, как и образцы почв.

### *Список рекомендуемой литературы*

1. Гришина, Л.А. Организация и проведение почвенных исследований для экологического мониторинга [Текст] / Л.А. Гришина, Г.Н. Копчик, Л.В. Моргун. — М. : Изд-во МГУ, 1991. — 82 с.

2. Гусаров, А.В. Аудиторно-практические работы по курсу «География почв с основами почвоведения» [Текст] : учеб.-метод. рук-во для студ. специальности «География». — Ч. 1: Определение основных морфологических признаков почвы. — Казань : КГУ, 2008. — 36 с.

3. Израэль, Ю.А. Мониторинг загрязнения природной среды [Текст] / Ю.А. Израэль, И.К. Гасилина, Ф.Я. Ровинский. — Л. : Гидрометеиздат, 1978. — 560 с.

4. Мотузова, Г.В. Принципы и методы почвенно-химического мониторинга [Текст]. — М. : Изд-во МГУ, 1988. — 101 с.

5. Экология. Юридический энциклопедический словарь [Текст] / под ред. С.А. Боголюбова. — М. : Издательство НОРМА, 2001. — 448 с.

## **52. ИЗУЧЕНИЕ ПОЧВЕННОГО ПРОФИЛЯ**

**Цель:** научиться описывать почвенный профиль.

**Задачи:**

- познакомиться с методикой закладки почвенного разреза;
- научиться закладывать почвенный разрез;
- познакомиться с методикой описания почвенного разреза.

**Оборудование:** лопата штыковая, лопата совковая, три куска полиэтиленовой пленки (примерно 2х2 м), почвенный нож, совковая лопата, сантиметровая лента, булавка, ручка или карандаш, типовой бланк для описания почвенного разреза.

**Реактивы:** 10 % соляная кислота.

**Новые понятия:** почвенный профиль, почвенный горизонт, «генетические» горизонты.

**Учебные дисциплины:** география, экология.

**Классы:** 7, 10.

### **Комментарии**

При рассмотрении достаточно глубокого почвенного разреза можно увидеть, что почвенная толща имеет слоистое строение. Эта псевдослоистость обусловлена разделением почвенной толщи на *почвенные горизонты*, каждый из которых более или менее однороден по механическому, минералогическому, химическому составу, физическим свойствам, структуре, цвету и другим признакам. Почвенные горизонты обособляются постепенно в процессе формирования почвы, отсюда их другое название — «генетические» *горизонты*. Однако даже в окончательно сформированных почвах горизонты, как правило, не имеют резкой границы и постепенно переходят один в другой. Совокупность генетических горизонтов образует почвенный профиль. Принцип расчленения почвенной толщи на генетические горизонты установлен впервые В.В. Докучаевым, им же были введены для них первые буквенные обозначения.

A0 — лесная подстилка;

A1 — перегнойно-аккумулятивный;

A2 — горизонт вымывания (подзолистый);

B — горизонт вымывания (иллювиальный);

C — материнская почвообразующая порода.

**Агрегаты.** У агрегатов призмовидной структуры размеры по вертикальной оси (то есть в направлении «верх—низ» при расположении в почвенном профиле) превышают размеры по двум другим осям (то есть образуют «столбики»). Агрегаты плитовидной структуры, наоборот, «сжаты» по горизонтальной оси (они выглядят как отдельные пластинки, чешуйки и т.д.).

Хорошо выраженные кубические агрегаты присутствуют в пахотной почве и являются признаком высокого плодородия. Агрегаты призмовидной структуры часто формируются при засолении почв, а плитовидной — при интенсивном вымывании минералов из почвенного горизонта (рис. 8).

*Сложение.* может быть слитным (очень плотным), плотным, рыхлым и рассыпчатым. При слитном сложении почвенный нож очень трудно воткнуть в горизонт, а сухой образец невозможно разломить руками. В горизонт с плотным сложением почвенный нож входит с усилием на 2—5 см, в рыхлый — на глубину 10—15 см. При рассыпчатом сложении отдельные почвенные частицы почти не связаны между собой и практически не создают препятствий для ножа.

*Новообразования.* В результате естественных процессов в почве формируются новообразования, отличающиеся от основной массы почвы по цвету и химическому составу. Например, часто встречаются новообразования, состоящие из соединений железа и марганца. Они имеют ржаво-бурый, охристый и черный цвет и встречаются в виде пятен, «зерен» темного цвета или даже в виде почти сплошных, очень твердых прослоек. Еще один распространенный тип новообразований — белые образования карбонатов. Они встречаются в виде пятен или заполняют почвенные поры, повторяя их форму.

*Оглеение.* Глеевый горизонт выявляют по наличию сизоватых или голубоватых пятен.

*Включения.* Под включениями понимают инородные тела в профиле почв, например каменные включения, остатки животных и растений (раковины, корни и т.д.), следы деятельности человека (обломки кирпича, кусочки угля, черепки посуды и т.п.).

*Механический состав.* Этим термином называют относительное содержание в почве почвенных частиц (механических элементов) различных размеров — от нескольких микрометров до нескольких миллиметров.

*Мощность почвенных горизонтов.* Толщину почвенных слоев, различаемых по вышеперечисленным признакам, определяют с помощью сантиметровой ленты.

*Вскипание.* Этот показатель свидетельствует о наличии в почве карбонатов (солей углекислого кальция), разрушающихся при взаимодействии с кислотой:



Углекислый газ выделяется из почвы в виде пузырьков с характерным шипением, а при небольшом количестве — с потрескиванием.

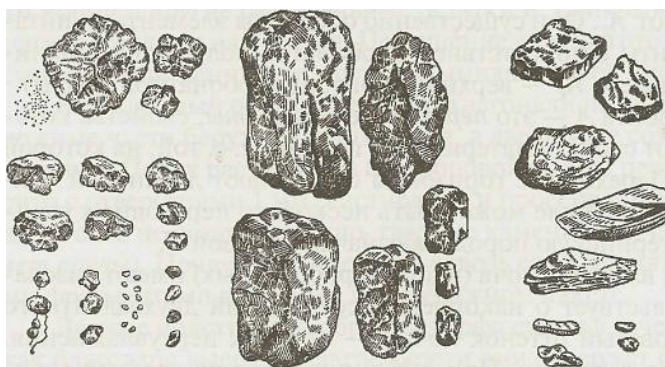


Рис. 8. Основные типы почвенной структуры:  
а — кубовидная; б — призмовидная; в — плитовидная

### **Ход работы**

#### **I. Заложите почвенный разрез.**

1. Почвенный разрез заложите в типичных для исследуемого участка условиях, в стороне от дорог, канав, бугров или западин, не характерных для данного участка.

2. В начале работы наметьте штыковой лопатой контур разреза (прямоугольник) длиной 90—100 см и шириной 60—70 см. Одна короткая сторона разреза служит лицевой стороной, по которой будет проводиться описание почвы. Эта сторона должна быть обращена к солнцу.

3. Квадратиками выньте дерн и отложите на заранее подготовленное место (на полиэтиленовую пленку). По сторонам разреза поместите остальные два куска пленки.

4. Углубите разрез на длину штыка лопаты, остатки почвы выньте совковой лопатой. Гумусовый горизонт сложите по одну сторону разреза, нижние горизонты — по другую.

5. Лицевую стенку, а также две боковые сделайте совершенно отвесными. Со стороны, противоположной лицевой, оставьте ступеньку шириной примерно 30 см. На остальном пространстве разреза продолжите работу.

6. Когда разрез достигнет желаемой глубины, зачистите (подровняйте с помощью лопаты) лицевую стенку.

#### **II. Опишите почвенный разрез.**

1. Осуществите привязку почвенного разреза к местности: зафиксируйте в бланке область, район, румб по сторонам света, расстояние в километрах (метрах) от населенного пункта, реки, озера. Расстояние измерьте шагами, заранее установив длину шага.

2. Охарактеризуйте особенности рельефа:

— мезорельеф — равнина, часть полого склона, западина и т.п.;

— микрорельеф — элементы рельефа диаметром 2—50 м и высотой 1—1,5 м (бугры, блюдца и т.д.);

— нанорельеф — элементы рельефа диаметром 10—200 см и высотой до 1 м (кочки осок, кротовины, припневые и приствольные возвышения и т.д.);

— степень каменистости (определите визуально): если на поверхности пашни валуны (камни) составляют менее 10 %, каменистость считается слабой, при 10—20 % — средней, более 20 % — сильной.

3. Составьте схему расположения разреза по рельефу: начертите профиль участка и крестиком покажите местоположение разреза.

4. Прикрепите к верхней части лицевой стенки разреза сантиметровую ленту так, чтобы ее нулевое деление совпадало с верхним уровнем почвы, и измерьте общую мощность профиля.

5. По цвету, сложению и другим признакам определите почвенные горизонты. Очертите их границы ножом. Измерьте мощность каждого горизонта и зафиксируйте результат в бланке.

6. Проведите описание каждого горизонта по форме. Для оценки структуры, механического состава и других характеристик почвы из середины каждого горизонта отберите небольшой образец (на ладонь). Для оценки присутствия карбонатов капните на образец несколько капель соляной кислоты. Отметьте присутствие новообразований и оглеения.

7. На бланке описания выполните мазки: из каждого горизонта отберите щепоть почвы и разотрите ее по бумаге в месте, соответствующем описанию горизонта. В результате на бумаге получится схематическое изображение профиля с естественной окраской горизонтов.

III. Закопайте разрез: засыпьте нижние горизонты, затем верхние и утрамбуйте почву. После этого разместите в прежнем порядке снятый дерн.

IV. Определите рабочее название почвы при помощи специальной литературы, в которой описаны основные типы почвенных профилей.

### ***Контрольные вопросы***

1. Что такое почвенные разрезы?
2. Как определяется сложение почв?
3. От чего зависит сложение почв?
4. Перечислите и опишите различные типы сложения почв.
5. Что такое почвенные горизонты?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания о структуре почв;
- формируют навыки оценки почвенных разрезов;
- развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### ***Применение***

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, в курсе экология 10 класса «Среды жизни», на уроках географии 7 класса в разделе «Почвоведение», во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Прокашев, А.М. Руководство по полевой диагностике и экологической оценке почв Кировской области: для учителей географии, биологии и экологии [Текст]. — Киров : Изд-во ВГПУ, 2000. — 68 с.

2. Федорос, Е.И. Экология в экспериментах [Текст] : учеб. пособие для учащихся 10—11 классов общеобразовательных учреждений / Е.И. Федорос, Г.А. Нечаева. — М. : Вентана-Граф, 2007. — 384 с.

3. URL : [http://www.krugosvet.ru/enc/nauka\\_i\\_tehnika/biologiya/MORFOLOGIYA\\_POCHV.html](http://www.krugosvet.ru/enc/nauka_i_tehnika/biologiya/MORFOLOGIYA_POCHV.html)

## **№ 53. ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПОЧВЫ**

***Цель:*** научить измерять параметры почвы и проводить картирование.

### ***Задачи:***

- сформировать представление о параметрах почвы;
- закрепить навыки пользования термометром-щупом, определения цвета почв;
- освоить методы оценки параметров почвы;
- научить проводить картирование территории;
- развить творческие и исследовательские умения и навыки, способности делать обоснованные выводы по результатам изучения материала.

***Оборудование:*** термометр, лакмусовая бумага, полиэтиленовые пакеты.

***Учебные дисциплины:*** экология, география, физика.

***Классы:*** 7, 10.

### ***Комментарии***

*Морфологические признаки почвы* — внешние, доступные наблюдению, признаки, являющиеся результатом процессов формирования почвы и отражающие ее химические и физические свойства. По ним можно отличить почву от почвообразующей породы, одну почву от другой. Зная взаимосвязь между отдельными процессами при формировании почвы и проявлением этих процессов в виде ее морфологических особенностей, можно непосредственно в полевых условиях на основании визуальных наблюдений делать обоснованные выводы

о процессах, сформировавших почву, и о свойствах, приобретенных почвой в результате действия этих процессов. Для определения морфологических признаков используются как простые приспособления, так и достаточно сложные приборы. В зависимости от целей исследования можно описать морфологические особенности почвенного профиля более или менее подробно, используя до 100 морфологических показателей. Однако в большинстве случаев в столь подробных описаниях нет необходимости.

Основными морфологическими признаками почвы являются: окраска, механический (гранулометрический) состав, структура, новообразования и включения, вскипание от 10 %-ного раствора HCl, кислотность, влажность, липкость, прочность, твердость, характер пористости, тиксотропность и пływунность, растительные остатки и животные останки, густота корневой системы, строение профиля, мощность почвы в целом и отдельных ее генетических горизонтов (подгоризонтов), характер переходов (границ) между генетическими горизонтами (подгоризонтами) и др.

*Температура почвы.* При температуре почвы ниже 10° все процессы подавлены. В интервалах от 10 до 25° процессы активизируются. Поэтому даже незначительное повышение температуры благоприятно влияет на минеральное питание растений.

*Особенности измерения температуры почвы.* При проведении наблюдений термометр-щуп заглубляют в почву вертикально и выдерживают на заданной глубине в течение 5 минут. Показания снимают, не вынимая термометр из почвы. При переносах или наблюдениях термометр надо предохранять от нагревания прямыми солнечными лучами: для этого носить его надо в чехле, при наблюдениях стоять так, чтобы термометр был в тени.

*Цвет.* Основными соединениями, обуславливающими цвет почвы, являются: черные или коричневые гумусовые соединения; окисные соединения железа и марганца, окрашенные в красные или оранжевые тона; закисные соединения железа (соединения двухвалентного железа),



имеющие сизоватую или голубоватую окраску; кремнезем, углекислая известь и каолинит, окрашенные в белый цвет. Например, верхние горизонты почв почти всегда темно-серые или коричневые, что свидетельствует о накоплении гумуса.

В результате вымывания происходит перенос питательных веществ в почвенном профиле, что приводит к изменению цвета: верхние горизонты осветляются до приближения к белому цвету или его производных: желтый, светло-желтый, палевый цвет. Выделяют следующие градации процесса: сильный (белесые), средний (желтые), слабый (палевый). Белый цвет почв также может обуславливаться карбонатным процессом. Где много кальция, там и карбонатный процесс. Красный цвет дает много оттенков: бурый, светло-, темно-оранжевый, каштановый и др. Голубой цвет — болотный процесс, зависящий от избытка влаги, анаэробных условий, деятельности анаэробных микроорганизмов. Производные: синий, светло-, темно-, просто голубой, фиолетовый. Оттенок связан с интенсивностью протекания процесса.

### ***Ход работы***

1. Возьмите несколько проб почвы из различных участков парка. Составьте план, на котором укажите точки взятия проб.

2. Проведите измерения параметров почвы и почвенной суспензии (раствор почвы в дистиллированной воде), результаты занесите в таблице 38.

Таблица 38

Результаты измерений параметров почвы

№ п/п	Параметры	Результаты измерений
1	Температура	
2	Цвет (усл. ед.)	
3	Запах (усл. ед.)	
4	Микроорганизмы, наличие	

3. Сравните результаты измерений и объясните причины возможных различий между ними.

### ***Контрольные вопросы***

1. Как правильно брать почвенные пробы?
2. От чего зависит цвет почвы?

3. В каком случае цвет более темный (в почве богатой гумусом или бедной)?
4. От чего зависит запах почвы?
5. От чего зависит количество микроорганизмов в почве?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:  
— расширяют знания о почвах, параметрах почвы;  
— формируют навыки оценки параметров почвы;  
— развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### ***Применение***

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, при изучении географии 7 класса по теме «Почвы», в курсе экологии 10 класса — «Среды жизни», физики 7 класса «Температура», во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Брежнев, Д.Д. Человек и мир растений [Текст] / Д.Д. Брежнев [и др.]. — М. : Колос, 1982. — 303 с.
2. Гусаров, А.В. Аудиторно-практические работы по курсу «География почв с основами почвоведения» [Текст] : учеб.-метод. рук-во для студ. специальности «География». — Ч. 1: Определение основных морфологических признаков почвы. — Казань : КГУ, 2008. — 36 с.
3. URL : <http://all-aboutall.narod.ru/Soil.html>

## **54. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОЧВЫ**

***Цель:*** определить механический состав почв

***Задачи:***

- познакомиться с понятием «механический состав почв»;
- выяснить взаимосвязь между плодородием почвы и ее механическим составом;
- научиться определять механический состав почв.

***Учебные дисциплины:*** география, химия, экология.

***Классы:*** 7, 8, 10.

### ***Комментарии***

Твердая фаза почв и почвообразующих пород состоит из частиц различной размерности, которые называются *механическими элементами*. Эти элементы имеют минеральное, органическое и органо-минеральное происхождение, представляя собой обломки горных пород, отдельные зерна первичных и вторичных минералов, гумусовые вещества, соединения органических и минеральных веществ. Механические элементы находятся в почве или в почвообразующей породе как в свободном состоянии (например, в песке), так и соединенными в структурные отделности — агрегаты (комки) различной величины, формы и прочности. Близкие по размеру и свойствам частицы объединяются во фракции, а все механические фракции — в две большие группы: физическая глина (размерность частиц менее 0,01 мм) — ил, мелкая и средняя пыль и физический песок (размерность частиц более 0,01 мм).

Фракции механических элементов слагают почвы или породы в различных количественных соотношениях. Относительное содержание в почве или почвообразующей породе (высушенной при температуре +105 °С) фракций механических элементов называется *механическим (гранулометрическим) составом*, который оказывает большое влияние на почвообразование. От механического состава почв и почвообразующих пород в большой степени зависит интенсивность многих почвообразовательных процессов, связанных с превращением, перемещением и накоплением минеральных и органических соединений в почве. В результате в одних и тех же природных условиях из пород разного механического состава формируются почвы с неодинаковыми свойствами.

Механический состав оказывает существенное влияние на водно-физические, физико-механические, воздушные, тепловые свойства, окислительно-восстановительные условия, поглонительную (сорбционную) способность, накопление в почве гумуса, зольных элементов, азота и, как следствие, на сельскохозяйственное использование почв.

Так, почвы с большим содержанием глинистых (иловато-пылеватых) частиц отличаются более высокой связностью и влагоемкостью, лучше обеспечены питательными элементами и богаче гумусом. Однако агрикультурная обработка этих почв требует больших энергетических затрат, поэтому такие почвы принято называть тяжелыми. Почвы с большим содержанием песчаных частиц (легкие почвы), напротив, имеют высокую водопроницаемость (из-за большей пористости) и низкую влагоемкость, обеднены гумусом и элементами питания растений, обладают незначительной поглонительной способностью, но легко поддаются обработке.

Все многообразие почв и почвообразующих пород по механическому составу можно объединить в группы с характерными для них физическими, физико-химическими и химическими свойствами. В основу этого группирования положено соотношение физического песка и физической глины:

песок — глины менее 10 % (песка не более 90 %);

супесь — глины 10—20 % (песка 80—90 %);

легкий суглинок — глины 20—30 %;

средний суглинок — глины 30—40 %;

тяжелый суглинок — глины 40—50 %.

Глина — глины более 50 %. При этом нередко различают легкую глину — глины 50—60 %, среднюю глину — глины 60—70 % и тяжелую глину — глины более 70 % (песка не менее 30 %).

Иногда выделяют скелетный механический состав, когда почвенная масса состоит из обломков плотных пород (хрящ, щебень, галька, валуны), смешанных с мелкоземом. Если отбросить крупные (скелетные) элементы, то оставшая почвенная масса обнаруживает свойства одной из перечисленных в таблице 40 групп.

Соотношение обломочных частиц в почвообразующих породах разного происхождения определяет механический состав развитых из них почв. Из супесчаных (например, аллювиальных (речных) или эоловых, образованных деятельностью ветра) почвообразующих пород образуются супесчаные почвы, из суглинистых (аллювиальных, делювиальных, образованных при плоскостном смыве на склонах или иного происхождения) пород — суглинистые почвы.

Существует несколько способов определения механического (гранулометрического) состава почв и почвообразующих пород — от относительно сложных методов с использованием специального оборудования (седиментационный анализ, основанный на обособлении частиц вследствие неодинаковой скорости осаждения (седиментации) их в воде в зависимости от массы и величины: скорость осаждения частицы ( $V$ ) пропорциональна ее радиусу ( $R$ ) во второй степени, то есть  $V = f(R^2)$  (закон Стокса); ситовый гранулометрический анализ, широко применяемый для определения механического состава песчаных и супесчаных почв при помощи стандартного набора сит с последующим взвешиванием выделенных фракций; анализ по методу Рутковского, позволяющий выделить глинистую, пылеватую и песчаную фракции, основываясь на способности частиц почв и почвообразующих пород набухать в воде, и другие методы до предельно простых приемов (на ощупь; метод раскатывания) для отнесения почвы и почвообразующей породы к глинистой, суглинистой, супесчаной или песчаной группе. Последние методы широко применяются в полевых исследованиях (в том числе на полевых учебных

практиках) в силу их простоты и быстроты проведения, однако их результаты дают лишь ориентировочное представление о механическом составе почвы или почвообразующей породы.

При сухом методе сухой комочек почвы испытывают на ощупь, кладут на ладонь и тщательно растирают пальцами. При необходимости плотные агрегаты раздавливают в ступке. Гранулометрический состав почвы или породы определяют по ощущению при растирании, состоянию сухой почвы, по количеству песка (табл. 40).

Таблица 40

Определение механического состава почвы сухим методом

Механический состав	Состояние сухого образца, выраженность структуры	Ощущение при растирании сухого образца
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Песок	Сыпучая масса, без комочков	Состоит почти полностью из песка
Супесь	Комочки слабые, легко раздавливаются, округлой формы	Преобладают песчаные частицы, мелкие частицы являются примесью
<i>Окончание таблицы</i>		
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Легкий суглинок	Комочки разрушаются с небольшим усилием, округлой формы	Преобладают песчаные частицы, глинистых частиц 20—30 %
Средний суглинок	Структурные отдельности разрушаются с трудом, намечается угловатость их формы	Песчаные частицы еще хорошо различимы, глинистых частиц примерно половина
Тяжелый суглинок	Агрегаты плотные, угловатые	Песчаных частиц почти нет, преобладают глинистые частицы
Глина	Агрегаты очень плотные, угловатые	Тонкая однородная масса. Песчаных частиц нет

***Ход работы***

1. Возьмите 3 почвенные пробы из различных участков вашей местности.

2. Пользуясь таблицей, на ощупь определите механический состав почв.

***Контрольные вопросы***

1. Что такое механический состав почв?
2. Какие компоненты выделяют при оценке механического состава почв?

3. Чем суглинки отличаются от глинистых почв?
4. Какой тип почв распространен в Рязанской области?
5. Что необходимо делать с глинистыми почвами для улучшения их механического состава?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания о механическом составе почв;
- развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### ***Применение***

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, в курсе экология 10 класса — «Среды жизни», на уроках химии 8 класса «Ознакомление с веществами, материалами, минералами и горными породами», на уроках географии 7 класса в разделе «Почвоведение», во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Гузей, Л.С. Химия 8 кл. [Текст] : учеб. для общеобразоват. учреждений / Л.С. Гузей, В.В. Сорокин, Р.П. Суровцева. — 6-е изд., перераб. и доп. — М. : Дрофа, 2001. — 288 с.
2. Зверев, А.Т. Экология. Практикум. 10—11 кл. [Текст] : учеб. пособие для общеобразовательных учреждений. — М. : ООО «Издательский дом «ОНИКС 21 век», 2004. — 176 с.
3. Федорос, Е.И. Экология в экспериментах [Текст] : учеб. пособие для учащихся 10—11 классов общеобразовательных учреждений / Е.И. Федорос, Г.А. Нечаева. — М. : Вентана-Граф, 2007. — 384 с.
4. Хлебосолов, Е.И. Методы системного экологического мониторинга [Текст] / Е.И. Хлебосолов [и др.] ; Ряз. обл. ин-т развития образования. — Рязань, 2000. — 70 с.

## **55. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ**

***Цель:*** познакомить и научить определять влажность почвы.

***Задачи:***

- сформировать представление о влажности почвы;

— освоить методы оценки влажности почвы и приемы картирования;

— развить творческие и исследовательские умения и навыки, способности делать обоснованные выводы по результатам изучения материала.

**Оборудование:** мерный шнур, рулетка.

**Новые понятия:** влажность почв.

**Учебные дисциплины:** физика, экология, география, химия.

**Классы:** 7, 8, 10.

### **Комментарии**

*Влажность почвы* — важный морфологический признак: она влияет на цвет, структуру, плотность почв. По степени влажности почвы подразделяют на:

- мокрые — из стенок ямы сочится вода;
- сырые — вытекает вода при сжимании в руке;
- влажные — на руке остается мокрый след;
- свежие — холодит руку, почва мажется;
- сухие — не мажется, на ощупь кажется теплой.

### **Ход работы**

1. Заложите три пробные площадки на обочине дороги, на опушке, в глубине парка. Размер площадки — 1 м<sup>2</sup>.

2. Определите влажность почвы. Для этого сожмите почву в ладони.

3. Определите температуру почвы на глубине 5 или 10 см с помощью почвенного термометра — щупа.

4. Измерьте величину верхнего почвенного слоя (гумусового). Определите механический состав почвы (глинистая, суглинистая, песчаная, супесчаная).

5. Результаты наблюдений запишите в таблицу 39.

Таблица 39

### Характеристика почвы

Местонахождение — \_\_\_\_\_ Дата — \_\_\_\_\_

№ участка	Вид почвы	Толщина почвенного слоя	Степень влажности	Температура на глубине 5 см	Температура на глубине 10 см

6. Нанесите полученные данные на карту местности.

7. Сделайте вывод о влажности почвы в зависимости от местонахождения участка и строения почвы.

### ***Контрольные вопросы***

1. Что такое влажность почвы?

2. От чего зависит механический состав почв? Почему температуру почвы определяют на глубине 5—10 см?

3. Где температура почвы выше — на опушке или на обочине дороги? Почему?

4. На какой из пробных площадок гумусовый слой больше? Аргументируйте свой ответ.

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

— расширяют знания о почвах, их строении, о физических свойствах почвы (гумусовый слой; типы почв: глинистая, суглинистая, песчаная, супесчаная; влажность почвы);

— формируют навыки оценки физических свойств почвы (тип почвы, толщина почвенного слоя, степень влажности, температура почвы);

— развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### ***Применение***

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, в курсе экология 10 класса — «Приспособительные формы организмов», химии 8 класса «Описание физических свойств веществ», на уроках географии в разделе «Почвоведение» во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Гузей, Л.С. Химия 8 кл. [Текст] : учеб. для общеобразоват. учреждений / Л.С. Гузей, В.В. Сорокин, Р.П. Суровцева. — 6-е изд., перераб. и доп. — М. : Дрофа, 2001. — 288 с.

2. Зверев, А.Т. Экология. Практикум. 10—11 кл. [Текст] : учеб. пособие для общеобразовательных учреждений. — М. : ООО «Издательский дом «ОНИКС 21 век», 2004. — 176 с.

3. Хлебосолов, Е.И. Методы системного экологического мониторинга [Текст] / Е.И. Хлебосолов [и др.] ; Ряз. обл. ин-т развития образования. — Рязань, 2000. — 70 с.



## 56. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТРУКТУРЫ ПОЧВ

**Цель:** научиться описывать структурные компоненты почв

**Задачи:**

- ознакомиться с понятием структура почв;
- определить структуру почвы.

**Материалы:** почвенные пробы.

**Новые понятия:** структура почв.

**Учебные дисциплины:** география, экология.

**Классы:** 7, 10.

### **Комментарии**

*Структурой почвы* называют совокупность почвенных отдельных (агрегатов), состоящих из соединенных между собой частиц. Структура почвы является одним из основных морфологических и диагностических признаков. Механические элементы почвы могут находиться в свободном состоянии или быть объединены под влиянием различных причин в структурные отдельные разной формы и размеров.

В песчаных и супесчаных почвах механические элементы находятся преимущественно в свободном (раздельно-частичном) состоянии. Суглинистые и глинистые почвы могут быть структурными или бесструктурными.

В формировании структуры почвы следует различать два основных процесса: механическое разделение почвенной массы на агрегаты (комки) и образование прочных, не размываемых в водной среде отдельных. Указанные процессы протекают под воздействием физико-механических, физико-химических, химических и биологических процессов структурообразования.

Физико-механические процессы: изменение объема (давления) при переменном высушивании и увлажнении, замерзании и оттаивании воды в почве, деятельность роющих и копающих животных, рыхлящее воздействие почвообрабатывающих орудий и т.д. Созданные этими процессами структурные отдельные не являются водопрочными.

Физико-химические процессы: скрепление механических элементов и микроагрегатов коллоидными веществами (органическими и минеральными). Чтобы отдельные, скрепленные коллоидами, не расплывались от действия воды, коллоиды должны быть необратимо

скоагулированы. Такими коагуляторами в почве чаще всего являются двух- и трехвалентные катионы  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$  и  $\text{Al}^{3+}$ .

При наличии одновалентных катионов (особенно  $\text{Na}^+$ ) необратимая коагуляция не происходит и водопрочной структуры не образуется. Наиболее прочно скрепляющими веществами являются органические коллоиды, в частности гуматы кальция. Водопрочная структура образуется и при взаимодействии гуминовых кислот с минералами монтмориллонитовой группы (монтмориллонит и его разновидности — нонтронит, бейделит, сапонит и др.) и гидрослюдами (гидромусковит, гидробиотит и др.), менее водопрочная — при взаимодействии с кварцем, аморфной кремнекислотой и др.

Химические процессы: образование труднорастворимых химических соединений (углекислый кальций, гидроксиды железа, силикаты магния и др.), которые при пропитывании агрегатов почвы цементируют их.

Биологические процессы: им принадлежит основная роль в структурировании почвы (деятельность растений и животных). Наиболее сильное оструктурирование почвы производит многолетняя травянистая растительность, обладающая густой корневой системой (механическое уплотнение и разделение почвенной массы на агрегаты), которая образует при своем разложении большое количество гумуса, связанного с кальцием растительного опада — гумата кальция — прекрасного коагулятора в почве. Большое оструктурирующее влияние оказывают также, к примеру, дождевые черви, пропускающие почвенную массу через свой организм.

В описании разреза отмечают размеры и форму агрегатов (рис. 10).

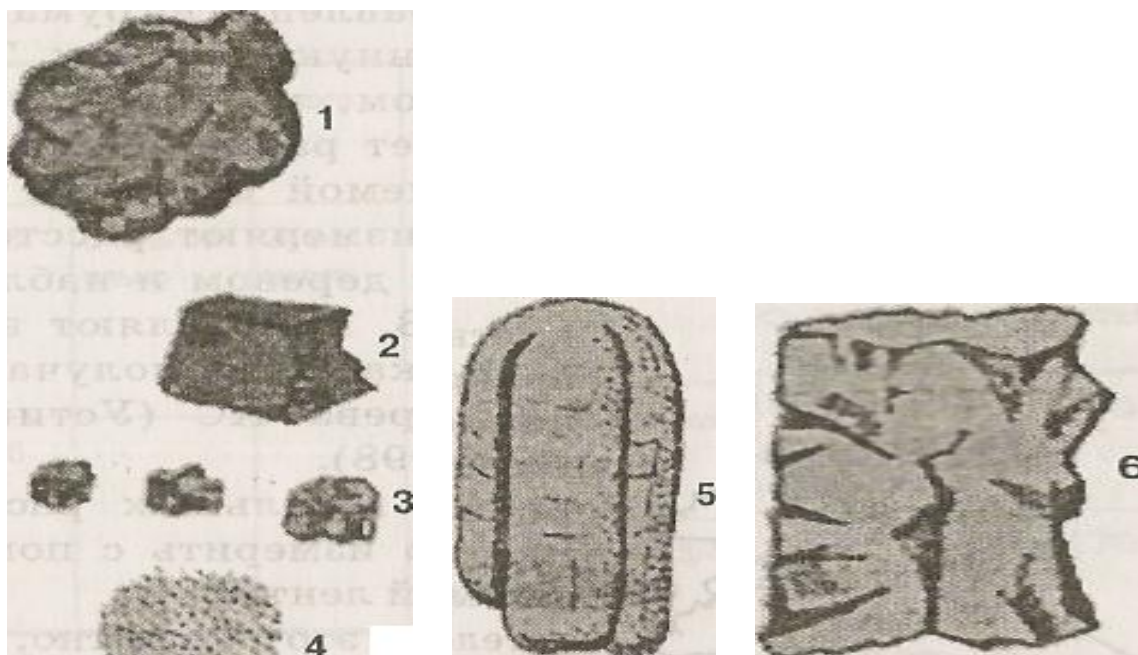


Рис. 10. Структурные отдельности почв:

1 — комковатая; 2 — ореховатая; 3 — зернистая; 4 — пылеватая;  
5 — столбчатая; 6 — призматическая, 7 — пластинчатая; 8 — листоватая

Структурные отдельности развиты равномерно по трем направлениям:

1. Грани и ребра выражены неясно, отдельности плохо оформлены.

Глыбистая структура	крупноглыбистая	больше 10 см
	мелкоглыбистая	10—5 см
Комковатая структура	крупнокомковатая	5—3 см
	комковатая	3—1 см
	мелкокомковатая	1—0,5 см

2. Грани и ребра хорошо выражены, отдельности ярко оформлены.

Ореховатая структура	крупноореховатая	20—30 мм
	ореховатая	7—10 мм
	мелкоореховатая	5—7 мм
Зернистая структура	крупнозернистая	3—5 мм
	мелкозернистая	1—3 мм
	пороховидная	0,5—1 мм

3. Структурные отдельности более развиты по вертикальной оси.

Плитчатая структура (с хорошо развитыми горизонтальными плоскостями спайности)	сланцеватая	больше 5 мм
	плитчатая	3—5 мм
	пластинчатая	1—3 мм
	листоватая	меньше 1 мм
Чешуйчатая (небольшие, отчасти изогнутые горизонтальные плоскости)	скорлуповатая	больше 10 мм
	грубчешуйчатая	3—10 мм
	мелкочешуйчатая	меньше 3 мм
Линзовидная (отдельности сверху и снизу ограничены сферическими поверхностями)	крупнолинзовая	больше 10 мм
	мелколинзовая	3—10 мм
	чечевичная	меньше 3 мм

### ***Ход работы***

Пользуясь описанием структурных компонентов почв, дайте характеристику образцов.

### ***Контрольные вопросы***

1. Что такое структура почв?
2. Как правильно брать почвенные образцы?
3. Перечислите тип структурных отдельностей почв.
4. Какая структура почв наиболее благоприятна для сельского хозяйства?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:  
— расширяют знания о структуре почв;  
— формируют навыки оценки структуры почв;  
— развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### **Применение**

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, в курсе экология 10 класса — «Среды жизни», на уроках географии 7 класса в разделе «Почвоведение», во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### **Список рекомендуемой литературы**

1. Михайлов, А.А. Морфологическое описание почвы [Текст]. — М. : Наука, 1974. — 72 с.
2. Федорос, Е.И. Экология в экспериментах [Текст] : учеб. пособие для учащихся 10—11 классов общеобразовательных учреждений / Е.И. Федорос, Г.А. Нечаева. — М. : Вентана-Граф, 2007. — 384 с.
3. Хлебосолов, Е.И. Методы системного экологического мониторинга [Текст] / Е.И. Хлебосолов [и др.] ; Ряз. обл. ин-т развития образования. — Рязань, 2000. — 70 с.

## **57. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМНОЙ МАССЫ ПОЧВЫ**

**Цель:** научиться определять объемную массу почвы.

**Задачи:**

- ознакомиться с понятием «объемная масса почвы»;
- научиться определять объемную массу почвы.

**Оборудование:** металлические бюксы для отбора почвенных образцов, лопата, нож с широким лезвием, технические весы, термостат.

**Новые понятия:** объемная масса почвы.

**Учебные дисциплины:** физика, география.

**Класс:** 7.

### **Комментарии**

*Объемная масса почвы* — масса 1 см<sup>3</sup> сухой не нарушенной порционным вмешательством почвы. Данный показатель зависит от обилия органического вещества и пористости почвы, а также от соотношения в ней различных по составу и размеру частиц фракций (песка, глины).

Песчаные почвы содержат малое количество органического вещества, они более плотные и состоят из мелких однородных частиц. Поэтому объемная масса таких почв всегда больше, чем суглинков с большим содержанием перегноя и хорошо выраженной разнородной структурой. Слой почвы, подвергшийся ежегодному рыхлению (так называемый пахотный горизонт), имеет меньшую объемную массу, чем более плотные (менее пористые) подпахотные горизонты.

Объемная масса почвы колеблется в пределах 1—1,8 г/см<sup>3</sup>. Богатые гумусом почвы имеют объемную массу около 1,2—1,4 г/см<sup>3</sup>, безгумусные слои — 1,6—1,8 г/см<sup>3</sup>. Объемная масса торфяных горизонтов — менее 1 г/см<sup>3</sup>.

### ***Ход работы***

1. В лаборатории бюксы взвесьте, определите их объем и подпишите цилиндры и крышки к ним.

2. В поле отберите образец почвы. Для этого лопатой очистите почву от растений и обнажите верхний почвенный горизонт. На его поверхность установите открытый, перевернутый вверх дном бюкс и постепенно добейтесь его полного погружения в почву. Лопатой снимите слой почвы вокруг бюкса и осторожно ножом «срежьте» цилиндр с почвой. Закройте его крышкой, чтобы почва не высыпалась по пути. Таким образом, отберите 3—4 пробы на одном участке (предположительно с одним типом почв).

3. В лаборатории откройте крышки, взвесьте бюксы с почвой и поместите их в термостат для высушивания до тех пор, пока масса бюксов при каждом следующем взвешивании не перестанет уменьшаться (допустимы незначительные колебания на 0,01—0,02 г).

4. Рассчитайте объемную массу почвы ( $d$ ) по формуле:

$$D=m/V,$$

где  $m$  — масса сухой почвы в цилиндре, г;

$V$  — объем цилиндра, см<sup>3</sup>.

### ***Контрольные вопросы***

1. Что такое объемная масса почв?
2. От чего зависит объемная масса почв?
3. Зачем нужно определять объемную массу почвы?
4. Какая объемная масса благоприятна для сельского хозяйства?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

— расширяют знания об объемной массе почв;

- формируют навыки оценки объемной массы почвы;
- развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### ***Применение***

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, на уроках географии 7 класса в теме «Почвы», физики 7 класса в теме «Масса», во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Глазовская, М.А. Общее почвоведение и география почв [Текст]. — М., 1981. — 398 с.
2. Добровольский, В.В. Практикум по географии почв с основами почвоведения [Текст] : учеб. пособие для вузов. — М. : Гуманитарный центр ВЛАДОС, 2001. — 144 с.
3. Захаров, С.А. Курс почвоведения [Текст]. — М. ; Л. : ОГИЗ-Сельхозгиз, 1931. — 550 с.
4. Федорос, Е.И. Экология в экспериментах [Текст] : учеб. пособие для учащихся 10—11 классов общеобразовательных учреждений / Е.И. Федорос, Г.А. Нечаева. — М. : Вентана-Граф, 2007. — 384 с.

## **58. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СЛОЖЕНИЯ ПОЧВ**

***Цель:*** научиться определять сложение почв.

***Задачи:***

- ознакомиться с понятием сложение почв;
- определить сложение почв.

***Оборудование:*** лопата, нож.

***Новые термины:*** сложение почв, порозность или скважность почв.

***Учебные дисциплины:*** география, экология.

***Классы:*** 7, 10.

### ***Комментарии***

*Сложение* почвы характеризует ее плотность и пористость. Сложение оказывает большое влияние на сопротивление почвы почвообра-

батывающим орудиям, на ее водопроницаемость и в значительной степени на глубину проникновения в нее корней растений.

*Порозность почвы.* Почвенные частички и структурные элементы, входящие в состав почвы, прилегают друг к другу не всеми своими плоскостями, а лишь отдельными точками или гранями, вследствие чего сама почва приобретает характер пористого тела, пронизанного целой системой трещин, пор, ячеек, пустот. Общий объем всех этих воздушных пор, полостей, трещин и прочее в определенном объеме почвы называют порозностью или *скважностью почвы*. Суммарный объем почвенных пор составляет от 25 до 60 % объема почвы.

На порозность почвы большое влияние оказывает прежде всего структурное строение почвы: чем почвы структурнее, тем общая порозность больше (поскольку, помимо заключенных в комках пор, эти почвы имеют промежутки, находящиеся между структурными отдельностями). Всякое разрушение почвенной структуры, могущее произойти в результате воздействия на почву природных факторов или вследствие неправильной обработки почв, ведет за собой уменьшение общей порозности почвы. Заметное влияние на порозность почв оказывает также органическое вещество почв: чем органического вещества больше, тем больше порозность (так, например, порозность песка около 30 %, а торфа — около 85 %). Порозность заметно меняется в зависимости от глубины почвенного слоя: в верхних слоях она больше, в нижних — меньше. Объясняется это большим содержанием гумуса и лучшей структурой верхних горизонтов, большим воздействием на верхние слои почвы корней растений и роющих животных, а также меньшим давлением вышележащих слоев.

Размеры почвенных полостей различны, начиная от тончайших, так называемых капилляров, и кончая порами с диаметром 10 мм и крупнее. В связи с этим, помимо общей скважности, различают еще капиллярную и некапиллярную скважность почвы. Во всякой почве всегда есть оба вида скважности, причем преобладание того или иного вида зависит от механического и структурного состава почв. Каждый вид скважности имеет различное значение в почвообразовательных процессах: капиллярная порозность, обычно заполненная водой, затрудняет свободный доступ воздуха в почву и продвижение атмосферной влаги из верхних горизонтов в нижние. Наличие же некапиллярной скважности устраняет эти нежелательные явления, создавая благоприятные условия, как для почвообразовательных процессов, так и для развития растений.

*Плотность почвы* — это интегрированная плотность всех компонентов ее твердой фазы — различных минералов и органических веществ.

Степени плотности почв в сухом состоянии:

— Рассыпчатое сложение — почва обладает сыпучестью, отдельные частицы не сцементированы между собой.

— Рыхлое сложение — лопата легко входит в почву на полный «штык», почва хорошо оструктурена, но структурные агрегаты плохо сцементированы между собой.

— Уплотненное сложение — лопата легко входит в почву на «полштыка», нож легко входит в стенку разреза, почва рассыпается на структурные и механические составляющие, во влажном состоянии обладает слабой связанностью.

— Плотное сложение — лопата или нож с трудом входят в почву на глубину 4—5 см, почва с трудом разламывается руками; в сухом состоянии монолитна, выбивается крупными глыбами, во влажном состоянии — вязкая масса.

— Очень плотное (слитое) сложение — почти не поддается копанию лопатой (входит в почву не глубже 1 см), нужны лом, кирка. В сухом состоянии монолитна, крупноглыбиста, нож не входит в стенку разреза, во влажном состоянии очень вязкая и упругая.

Сложение почв зависит от ее механического и химического состава и от ее влажности. Это свойство имеет большое практическое значение в сельском хозяйстве и характеризует ее с точки зрения трудности обработки.

В пределах почвенного профиля сложение почвы может сильно изменяться. Верхнему горизонту чаще всего бывает присуще рыхлое сложение и большая меж- и внутрискучурная порозность. Сложение нижнего горизонта, как правило, более плотное, трещиноватое.

### ***Ход работы***

1. Выберите точки, расположенные в различных участках (у дороги, тропинки, забора).

2. Определите сложение почв, для этого попытайтесь вставить лопату в почву.

### ***Контрольные вопросы***

1. Что такое почвенные разрезы?

2. Как определяется сложение почв?

3. От чего зависит сложение почв?



4. Перечислите почвенные горизонты и дайте им характеристику.

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

— расширяют знания о сложении почв;

— осваивают методы оценки сложения почв;

— развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### ***Применение***

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, в курсе экология 10 класса — «Среды жизни», на уроках географии 7 класса в разделе «Почвоведение», во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Семенов, А.А. Полевой практикум по экологии [Текст] : учеб. пособие для студ. вузов и уч-ся старших классов / А.А. Семенов, В.М. Астафьев, З.И. Чердымова ; под ред. А.А. Семенова. — М. : Тайдекс Ко, 2003. — 144 с

2. Федорос, Е.И. Экология в экспериментах [Текст] : учеб. пособие для учащихся 10—11 классов общеобразовательных учреждений / Е.И. Федорос, Г.А. Нечаева. — М. : Вентана-Граф, 2007. — 384 с.

3. URL : [http://www.krugosvet.ru/enc/nauka\\_i\\_tehnika/biologiya/MORFOLOGIYA\\_POCHV.html](http://www.krugosvet.ru/enc/nauka_i_tehnika/biologiya/MORFOLOGIYA_POCHV.html)

4. URL : <http://all-aboutall.narod.ru/Soil.html>

## **59. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАЛИЧИЯ ВКЛЮЧЕНИЙ**

***Цель:*** научиться описывать включения в почвенном образце.

***Задачи:***

— ознакомиться с понятием «почвенные включения»;

— определить наличие и тип включений в почвенном образце.

***Материалы:*** почвенные образцы.

***Учебные дисциплины:*** экология, география.

***Классы:*** 7, 10.

***Комментарии***

*Включениями* называют предметы, чисто механически вовлеченные в основную массу почвы и, как правило, не связанные с почвообразованием. К ним относят: раковины и кости животных, валуны, гальку, предметы антропогенного происхождения (обломки кирпича, керамики, стекла, археологические находки и др.).

При формировании почвы в ней возникают разнообразные химические соединения. Некоторые из них распределяются в почвенной массе сравнительно равномерно, другие — в виде разного рода скоплений, сгущений. Морфологически хорошо оформленные, четко обособленные от остальной почвенной массы химические соединения, возникшие в процессе гипергенеза (выветривания) и почвообразования, называются *новообразованиями*. Различают почвенные новообразования химического и биологического (биогенного) происхождения.

Новообразования формируются в определенных условиях и поэтому является индикатором почвенных процессов, либо протекавших ранее, либо идущих сегодня — это делает новообразования важными диагностическими признаками для классификации почв. Почвенные новообразования очень разнообразны и различаются по форме, цвету, химическому и минералогическому составу. Могут быть представлены налетами, пятнами, примазками, потеками, прожилками по ходам землероев и корням растений, а также более плотными формами — конкрециями или стяжениями, плотными сцементированными железистыми прослойками и др.

К новообразованиям относят и так называемую кремнеземистую присыпку, образующуюся при энергичном вымывании из верхних горизонтов почвы. Эта присыпка, особенно характерная для подгумусовой толщи кислых лесных (дерново-подзолистых, серых лесных и др.) почв, представляет собой тонкий белесоватый налет на структурных отдельностях почвы. Она сложена мелкими зернами обломочных минералов, главным образом кварца, «отмытыми» от тонкодисперсных частиц.

### ***Ход работы***

1. Выкопайте почвенный разрез или воспользуйтесь ранее сделанным.

2. Из каждого генетического горизонта (подгоризонта) возьмите представительную часть почвенного материала и высыпьте на лист бумаги.

3. Почвенный материал тщательно исследуйте, в том числе и с использованием увеличительного стекла, на наличие новообразований, имеющих как экзогенное (поверхностное), так и эндогенное (внутреннее) расположение по отношению к структурным отдельностям. В последнем случае, если есть подозрение на наличие эндогенных новообразований, то вскройте (разломите на части) структурные отдельности и опишите обнаруженные новообразования.

4. Все обнаруженные в горизонте новообразования охарактеризуйте с точки зрения их состава, морфологии, размеров и частоты встречаемости (единичные, очень редкие, редкие, частые, очень частые, господствующие). Правильность визуального (по окраске) выделения новообразований можно проверить дополнительными способами, например: карбонатные новообразования устанавливаются не только своей беловатой окраской, но и вскипанием от воздействия на них 10 %-ного раствора соляной кислоты (HCl); гипсовые новообразования имеют также беловатую окраску, но не реагируют на соляную кислоту, однако имеют солоновато-горьковатый привкус.

5. Почвенный материал тщательно исследуется на наличие включений (их количество, размеры и морфологические особенности). В случае, если новообразования и включения не обнаруживаются в горизонте, то данный факт фиксируется в бланках описания образца почвы как «не обнаружены» или «не встречены».

#### ***Контрольные вопросы***

1. На какие группы можно разбить включения?
2. От чего зависит содержание включений?
3. Когда включения могут выходить на поверхность почвы?
4. Какие включения не влияют на сельское хозяйство?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания о почвах, включениях почв;
- развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

#### ***Применение***

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, в курсе экология 10 класса — «Среды жизни», на уроках географии 7 класса в разделе «Почвоведение», во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### Список рекомендуемой литературы

1. Гусаров, А.В. Аудиторно-практические работы по курсу «География почв с основами почвоведения» [Текст] : учеб.-метод. рук-во для студ. специальности «География». — Ч. 1: Определение основных морфологических признаков почвы. — Казань : КГУ, 2008. — 36 с.
2. Семенов, А.А. Полевой практикум по экологии [Текст] : учеб. пособие для студ. вузов и уч-ся старших классов / А.А. Семенов, В.М. Астафьев, З.И. Чердымова ; под ред. А.А. Семенова. — М. : Тайдекс Ко, 2003. — 144 с
3. URL : [http://www.krugosvet.ru/enc/nauka\\_i\\_tehnika/biologiya/MORFOLOGIYA\\_POCHV.html](http://www.krugosvet.ru/enc/nauka_i_tehnika/biologiya/MORFOLOGIYA_POCHV.html)

## 60. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОДОПРОЧНОСТИ СТРУКТУРЫ ПОЧВЫ

**Цель:** определить водопрочность структуры почвы.

**Задачи:**

- познакомиться с понятием водопрочности структуры почв;
- определить водопрочность структуры почвы.

**Новые понятия:** водопрочность

**Оборудование:** фильтровальная бумага или ткань 15X15 см, расчерченная на квадраты со стороной 1 см, подставка (например, перевернутое сито), кристаллизатор.

**Материалы:** воздушно-сухой образец почвы.

**Учебные дисциплины:** химия, биология.

**Классы:** 6, 7.

### Комментарии

Чрезвычайно важным свойством почвенной структуры является *водопрочность* — устойчивость почвенных агрегатов против воздействия воды. Водопрочная структура почвы обеспечивает благоприятные для растений — достаточное количество влаги, воздуха и питательных веществ. Если структура почвы неводопрочная, то при осадках возникают (в просторечии — образуется «грязь непролазная»), а при высыхании может даже растрескиваться (табл. 41).

Таблица 41

Динамика разрушения агрегатов при разыскании в воде  
(по Андрианову-Качинскому)

Время отсчета, мин.	$k$	$n_p$	$n_p * k$
1	5		
2	15		
3	25		
4	35		
5	45		
6	55		
7	65		
8	75		
9	85		
10	95		
$\Sigma$			

*Примечание:* Поправочный коэффициент ( $k$ ) позволяет сравнивать агрегаты, распадающиеся в разное время. Например, если  $k$  равно 100, это означает, что агрегат, который не распался после 10 минут замачивания, в 100 раз прочнее того, который распался сразу.

***Ход работы***

1. Отберите 100 почвенных агрегатов примерно одинаковых размеров и поместите по одному в каждый квадратик на ткань или бумагу, уложенную на подставку так, чтобы края свисали.

2. Подставку поместите в кристаллизатор, наполненный водой, таким образом, чтобы смачивались свободные края ткани. Подождите три минуты, чтобы почвенные агрегаты насытились влагой.

3. Долейте в кристаллизатор воды так, чтобы агрегаты были покрыты слоем толщиной 0,5 см. С этого момента начинается учет водопрочности агрегатов.

4. На странице рабочей тетради, где расчерчена такая же сетка, как на ткани (бумаге), в соответствующих клетках проставьте процесс расплывания того или иного агрегата. Общая продолжительность опыта — 10 минут. Пометкой «10 мин.» обозначьте и выпавшие на 10-й минуте агрегаты, и частично растворившиеся.

5. Для каждой минуты опыта подсчитайте распавшиеся агрегаты, а также агрегаты, не распавшиеся в опыте ( $n_c$ ), и занесите данные в таблицу. За общее число агрегатов, распавшихся на 10-й минуте, примите сумму распавшихся за это время агрегатов и половины частично распавшихся.

6. Рассчитайте показатель водопрочности (ПВ). Он равен отношению общего числа распавшихся в опыте агрегатов с учетом попра-

вочного коэффициента к изначальному числу агрегатов  $n$  (согласно предлагаемой методике  $n$  равно 100):

$$ПВ = \sum n_p * k / n.$$

Водопрочность почвенных агрегатов выражают в процентах, при ПВ, равном 50, говорят, что наблюдается 50 %-ная водопрочность агрегатов, при ПВ, равном 40, — что 40 %-ная, и т.д.

### ***Контрольные вопросы***

1. Что такое водопрочность почв?
2. От чего зависит водопрочность?
3. Зачем нужно определять водопрочность почвы?
4. В каких областях находит применение показатель водопрочности?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания о водопрочности почв;
- формируют навыки оценки водопрочности почвы;
- развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### ***Применение***

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, на уроках географии 7 класса в теме «Почвы», биологии в 6 классе в теме «Условия жизни растений», во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Еремин, Г.Г. Как исследовать почвы в поле и лаборатории [Текст]. — М. : Изд-во МГУ, 1955. — 80 с.
2. Кауричев, И.С. Почвоведение [Текст] / И.С. Кауричев, Н.П. Панов, Н.Н. Розов. — М. : Агропромиздат, 1989. — 719 с.
3. Федорос, Е.И. Экология в экспериментах [Текст] : учеб. пособие для учащихся 10—11 классов общеобразовательных учреждений / Е.И. Федорос, Г.А. Нечаева. — М. : Вентана-Граф, 2007. — 384 с.

## **61. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИСЛОТНОСТИ ПОЧВЫ**

***Цель:*** научить определять кислотность почвы.

***Задачи:***

- сформировать понятие кислотности почвы;
- определить кислотность почвы;
- освоить приемы картирования;
- развить творческие и исследовательские умения и навыки, способности делать обоснованные выводы по результатам изучения материала.

*1 вариант:*

**Оборудование:** стаканы химические (50 мл) или чашка фарфоровая, палочка стеклянная с резиновым наконечником, ложечка-дозатор (шпатель), мерный цилиндр (10 мл) или мерная пробирка, почва (в банке, стакане).

**Реактивы:** 10 %-ный р-р хлорида калия, универсальная индикаторная бумага со шкалой значений рН.

*2 вариант:*

**Оборудование:** длинная пробирка (145 мм) с пробкой, штатив для пробирок, раствор универсального индикатора и цветная таблица, шпатель, пипетка на 10 см<sup>3</sup>.

**Материалы:** почвенный образец, дистиллированная вода.

**Реактивы:** сульфат бария.

**Новые понятия:** почвенная вытяжка.

**Учебные дисциплины:** химия, экология, география.

**Классы:** 6, 7, 11.

### **Комментарии**

*Кислотность* — чрезвычайно важное свойство, определяющее многие генетические и производственные (в том числе плодородие) почвенные качества. Это также и один из диагностических признаков почвы. Всем этим объясняется важность изучения кислотности почвы.

*Кислотность почвы* — это способность почвы подкислять почвенный раствор или раствор солей вследствие наличия в составе почвы кислот, а также обменных ионов водорода и катионов, образующих при их вытеснении гидролитически кислые соли (преимущественно  $Al^{3+}$ ).

Различают кислотность актуальную и потенциальную (обменную и гидролитическую). Рассмотрим в качестве примера первую из них.

*Актуальная кислотность* определяется значением рН почвенного раствора или водной вытяжки и зависит от концентрации ионов водорода ( $H^+$ ) в почвенном растворе. Как известно, вода — слабый электролит, диссоциирующий по следующему уравнению реакции:



Это уравнение характеризует так называемое ионное равновесие воды. Концентрация ионов  $H^+$  и  $OH^-$  в почвенном растворе имеет ничтожно малые величины:

$$[H^+] \times [OH^-] = 10^{-14}.$$

В абсолютно чистой воде (к ней в наибольшей степени приближена дистиллированная вода) отмечается указанное ионное равновесие:

$$[H^+] = [OH^-] = 10^{-7}.$$

Благодаря особенностям молекулярного строения вода обладает свойством хорошо растворять различные химические соединения. Поэтому почвенная вода представляет собой слабый раствор. В зависимости от состава и концентрации растворенных в почвенном растворе веществ ионное равновесие смещается в ту или иную сторону. Так, присутствующие в почвенном растворе кислоты повышают концентрацию  $H^+$  ( $[H^+] > 10^{-7}$ ), создавая *кислую реакцию* среды. Присутствие оснований и щелочей повышает концентрацию  $[OH^-]$ , что создает щелочную реакцию среды ( $[H^+] < 10^{-7}$  и  $[OH^-] > 10^{-7}$ ).

Водородный показатель кислотности (рН) представляет собой десятичный логарифм концентрации водородных ионов (моль/л), взятый с обратным знаком:

$$pH = -\lg [H^+].$$

В нейтральных растворах  $pH = 7$ , в кислых —  $pH < 7$ , в щелочных —  $pH > 7$ . С величиной кислотности генетически связан солевой состав почвенного раствора.

При значениях рН:

- от 1 до 3 — почва сильнокислая;
- от 4 до 5 — почва кислая;
- от 5,5 до 6,5 — слабокислая;
- от 6,5 до 7 — нейтральная;
- от 7 до 8 — слабощелочная;
- выше 8 — щелочная.

При исследовании почвы рН является одной из наиболее важных характеристик. Несмотря на простоту определения, значение рН зависит от множества взаимодействующих факторов и служит хорошим показателем содержания питательных веществ в почве; кроме того, величина рН указывает на то, какие виды растений (и соответственно животных) могут успешно развиваться на данных почвах. Кислые почвы, как правило, менее богаты питательными веществами, поскольку в меньшей степени способны удерживать катионы.



Для нормального роста и развития сельскохозяйственные растения требуют определенного уровня кислотности почвы, который зависит от природных факторов, а также от внесенных удобрений. Большая часть растений хорошо растет и развивается на щелочных, нейтральных и слабокислотных почвах.

В сильно кислых почвах содержится мало необходимых растениям минеральных солей; слабощелочные и нейтральные почвы благоприятны для возделывания культурных растений, произрастающих на почвах с различных рН. Если почва кислая, она требует известкования (внесения в нее известняка или золы).

Анализ уровня кислотности солевой вытяжки ( $pH_{КС1}$ ) полезен в научных и в прикладных целях, так как аналогичный обменный процесс протекает в природе при увлажнении засоленных почв или почв, обогащенных минеральными удобрениями. Кроме того, по величине  $pH_{КС1}$  косвенно судят об условиях образования торфа: верховой торф имеет  $pH_{КС1}$ , равный 2,5—4,0, для переходного торфа характерно значение 4,0—6,0, для нижнего торфа — 4,5—7,5.

Существует несколько способов определения кислотности почвы. Самый простой и быстрый — определение с помощью индикаторной бумаги.

### ***Ход работы***

#### *1 вариант*

1. Возьмите три почвенные пробы на обочине дороги, на опушке, в глубине парка.

2. Приготовьте почвенную вытяжку: в стакан (чашку фарфоровую) поместите 2—3 см<sup>3</sup> почвы, прилейте 10 мл раствора хлорида калия, содержимое хорошо перемешайте стеклянной палочкой и дайте отстояться.

3. Определите значение рН: возьмите полоску индикаторной бумаги и опустите в вытяжку, выньте индикаторную бумагу через 1—2 сек, сравните полученную окраску бумаги со шкалой значений рН, определите тип образца почвы (кислотная, щелочная, нейтральная).

4. Нанесите полученные данные на карту местности.

5. Сделайте вывод о необходимости известкования исследуемой почвы.

#### *2 вариант*

1. Возьмите три почвенные пробы на обочине дороги, на опушке, в глубине парка.

2. Поместите в пробирку примерно 1 см<sup>3</sup> почвы и 1 см<sup>3</sup> сульфата бария, в результате чего коллоидная глина выпадет в виде хлопьев.

3. Добавьте 10 см<sup>3</sup> дистиллированной воды и 5 см<sup>3</sup> раствора универсального индикатора. Закройте пробирку пробкой, энергично встряхните и дайте содержимому отстояться в течение 5 мин.

4. По цветной таблице сравните цвет жидкости в пробирке с цветами индикатора и определите соответствующее значение pH.

5. Повторите эксперимент с оставшимися почвенными образцами.

### ***Контрольные вопросы***

1. Где еще вы сталкивались с понятием кислотности?

2. От чего зависит кислотность среды?

3. Зачем нужно определять кислотность почвы?

4. Почему почвенные пробы на обочине дороги и в глубине парка имеют разную кислотность?

5. Предложите способы уменьшения кислотности почвы.

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

— расширяют знания о кислотности почв;

— закрепляют навыки работы с определителями, формируют навыки определения кислотности почвы с помощью индикаторной бумаги;

— развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### ***Применение***

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, на уроках географии 7 класса в теме «Почвы», химии 11 класса — «pH», биологии 6 класса в теме «Условия жизни растений», во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Грин, Н. Биология [Текст] : в 3 т. — Т. 3 / Н. Грин, Р. Стаут, Д. Тейлор ; под ред. Р. Сопера. — М. : Мир, 1993. — 325 с.

2. Зверев, А.Т. Экология. Практикум. 10—11 кл. [Текст] : учеб. пособие для общеобразовательных учреждений. — М. : ООО «Издательский дом «ОНИКС 21 век», 2004. — 176 с.

3. Рямова, А.М. Проведение школьных экологических исследований [Текст] : метод. реком. / А.М. Рямова, Г.В. Золотов, В.В. Панюков ; Ряз. обл. ин-т развития образования. — Рязань, 1997. — 33 с.

4. Федорос, Е.И. Экология в экспериментах [Текст] : учеб. пособие для учащихся 10—11 классов общеобразовательных учреждений / Е.И. Федорос, Г.А. Нечаева. — М. : Вентана-Граф, 2007. — 384 с.

## 62. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ КАРБОНАТА КАЛЬЦИЯ В ПОЧВАХ

**Цель:** научиться определять содержание карбоната кальция в почвах.

**Задачи:**

- сформировать понятие о карбонатах кальция;
- определить содержание карбоната кальция в почвах;
- развить творческие и исследовательские умения и навыки, способности делать обоснованные выводы по результатам изучения материала.

**Реактивы:** 10 %-ный раствор соляной кислоты (HCl).

**Учебные дисциплины:** химия, география.

**Классы:** 7, 8.

### Комментарии

Определение содержания карбоната кальция (CaCO<sub>3</sub>) в почвах важно для установления необходимости известкования почвы и норм внесения извести (или доломитовой муки) для понижения кислотности почвы. Наличие вскипания после поливания почвы 10 %-ной соляной кислотой говорит о том, что почва в известковании не нуждается. И наоборот, чем меньше почва отзывается на соляную кислоту, тем больше ей необходимо известкование (табл. 42).

Таблица 42

Полевое определение содержания карбоната кальция (CaCO<sub>3</sub>) в почвах при помощи 10 %-ного раствора соляной кислоты (HCl)

Почва	СэСО <sub>3</sub> , %	Звуковые эффекты	Визуальные проявления
Некарбонатная	<0,5	Нет	Нет
Очень слабокарбонатная	0,5—1,0	Едва слышны	Нет
Слабокарбонатная	1,0—2,0	Умеренно слышимы	Едва видимое слабое вскипание
Умеренно карбонатная	2,0—5,0	Отчетливо слышимы	Вскипание хорошо заметное
Карбонатная	5,0—10,0	Легко слышны	Умеренное вскипание, пузырьки достигают 3 мм
Сильнокарбонатная	> 10	Легко слышны	Сильное общее закипание; легко различимые крупные пузырьки

### *Ход работы*

1. Определите содержание карбоната кальция в почвах с помощью таблицы, составленной на основе наблюдения за реакциями почвы с 10 %-ным раствором соляной кислоты.
2. Сделайте предположение о необходимости известкования почв.

### *Контрольные вопросы*

1. Зачем определяют содержание карбонатов в почвах?
2. Как можно определить содержание карбонатов в почвах?
3. Назовите причины увеличения содержания карбонатов в почве.
4. Какие природные объекты содержат карбонаты?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания о карбонатах почвы;
- формируют навыки оценки содержания карбонатов в почвах;
- развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### *Применение*

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, в курсе географии 7 класса при изучении темы «Почвы», химии 8 класса «Соли», во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### *Список рекомендуемой литературы*

1. Глазовская, М.А. Общее почвоведение и география почв [Текст]. — М., 1981. — 398 с.
2. Добровольский, В.В. География почв с основами почвоведения [Текст]. — М. : Гуманитарный центр ВЛАДОС, 2001. — 384 с.
3. Зверев, А.Т. Экология. Практикум. 10—11 кл. [Текст] : учеб. пособие для общеобразовательных учреждений. — М. : ООО «Издательский дом «ОНИКС 21 век», 2004. — 176 с.

## **63. ИЗУЧЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПОЧВЫ**

**Цель:** определить биологическую активность почвы.

**Задачи:**

- научиться определять биологическую активность почвы;

— ознакомиться с новыми понятиями: микробиоценоз, биологическая активность почв, протеазы, эмульсионный слой;

— научиться пользоваться фотоувеличителем и люксметром.

**Оборудование:** коробки или банки для компостирования образцов, неиспользованная засвеченная фотопленка, дистиллированная вода, фотоувеличитель и люксметр или палетка (прозрачная пленка, расчерченная на равные квадраты со стороной 0,5 см).

**Материалы:** воздушно-сухой образец почвы.

**Новые понятия:** микробиоценоз, биологическая активность почв, протеазы, эмульсионный слой.

**Учебные дисциплины:** экология, физика, география.

**Классы:** 7, 10.

### **Комментарии**

Почва является средой обитания для макро- и микроорганизмов. Для макроорганизмов почва выступает как целостная среда обитания. Для микроорганизмов почву следует рассматривать как сложную гетерогенную систему микросред с резко различными условиями обитания в каждом отдельном микролюксе. Так, микроорганизмы, поселяющиеся на поверхности почвенных агрегатов и внутри их, развиваются в совершенно разных условиях по доступности компонентов питательного субстрата, аэрации, влажности, температуры, pH и т.д. Вся масса микроорганизмов составляет так называемый пул почвы или ее микробный запас.

Состав, разнообразие и активность почвенных микробиоценозов — важная характеристика почвы. Жизнедеятельность микроорганизмов, обитающих в почве, обеспечивает ее плодородие, а следовательно, и благоприятные условия для жизни растений.

Почвенные микробиоценозы очень чувствительны к изменению экологических условий, к наличию загрязнителей, внесению минеральных и органических удобрений. Уровень их активности и численность служат индикатором благополучия почвенной среды.

В отличие от таких свойств почвы, как, например, состав, структура, pH и содержание гумуса, биологическая активность почвы не зависит от происхождения и типа почвы, что позволяет сравнивать пробы, взятые с разных территорий. Эта особенность очень важна для исследования городских почв, так как в условиях городов даже небольшие участки существенно различаются по происхождению, физическим и химическим показателям.

Общую биологическую активность почвы можно оценить по активности ферментов, вырабатываемых почвенными грибами и микроорганизмами во внешнюю среду, то есть по так называемой *протеазной активности*. *Протеазы* — ферменты, вырабатываемые и выделяемые микроорганизмами во внешнюю среду для переработки (разложения) белков.

### ***Ход работы***

1. Отобранный образец (примерно 300—500 г) поместите в емкость для компостирования и доведите влажность почвы до оптимальной: вливайте дистиллированную воду частями и размешивайте до образования крупных почвенных комочков. В момент, когда они начнут распадаться на более мелкие агрегаты, прекратите добавление воды.

2. Нарезанную по 2—3 кадра фотопленку уложите на дно коробки (банки) эмульсионным (светлым) слоем вверх. Фотопленку сначала замочите в дистиллированной воде на 10—15 минут.

3. Произведите компостирование образца: выдержите емкость с образцом при комнатной температуре 10—14 дней, регулярно увлажняя почву. В течение этого времени эмульсионный слой пленки будет разрушаться под действием протеаз, выделяемых грибами и микроорганизмами в почву.

4. По окончании компостирования пленку осторожно выньте и промойте под струей воды (не тереть!), после чего высушите.

5. Произведите подсчет доли (в процентах) разрушенного протеазами эмульсионного слоя при помощи фотоувеличителя и люксметра (вариант «А») или палетки (вариант «Б»).

А. Включите приборы. При помощи люксметра измерьте освещенность стола под фотоувеличителем (желательно, чтобы помещение было затенено) при закрытом затворе (принять за 0 %) и при открытом затворе без пленки (принять за 100 %). Фрагменты фотопленки по одному поместите в кадродержатель фотоувеличителя, измерьте освещенность стола, рассчитайте долю разрушенного слоя.

Б. На каждый фрагмент пленки поочередно наложите палетку, подсчитайте количество светлых квадратов и вычислите (в процентах) долю разрушенного эмульсионного слоя.

### ***Контрольные вопросы***

1. Как правильно брать почвенные пробы?
2. Что такое биологическая активность, протеазы?
3. От чего зависит биологическая активность почвы?

#### 4. От чего зависит количество микроорганизмов в почве?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания о биологических параметрах почвы;
- формируют навыки оценки биологической активности почвы;
- развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

#### **Применение**

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, при изучении географии 7 класса по теме «Почвы», в курсе экологии 10 класса — «Среды жизни», во внеурочной деятельности, физики 7 класса «Свет»; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

#### **Список рекомендуемой литературы**

1. Журавлева, А.Г. Городские почвы как объект для оценки состояния окружающей среды [Текст] // Современная экология — наука XXI века : матер. междунар. науч.-практ. конф. (17—18 ноября 2008 г.). / отв. ред. и сост. Е.С. Иванов. — Рязань. : РГУ, 2008. — 680 с.
2. Масютенко, Н.П. Изучение изменения микробной биомассы чернозема типичного в пространстве [Текст] / Н.П. Масютенко, О.А. Гребенникова // Проблемы и перспективы современной науки / под ред. Н.Н. Ильинских. — Вып. 1. — Томск, 2008.
3. Федорос, Е.И. Экология в экспериментах [Текст] : учеб. пособие для учащихся 10—11 классов общеобразовательных учреждений / Е.И. Федорос, Г.А. Нечаева. — М. : Вентана-Граф, 2007. — 384 с.

### **64. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВ ПО БИОИНДИКАТОРАМ ВЛАЖНОСТИ**

**Цель:** определить влажность почв по растениям биоиндикаторам.

#### **Задачи:**

- познакомиться с понятием биоиндикация;
- продолжить знакомство с растениями своего региона;

- закрепить навыки пользования определителями;
- определить влажность почв по растениям биоиндикаторам.

**Оборудование:** определители растений.

**Новые понятия:** ксерофиты, гигрофиты, мезофиты.

**Учебные дисциплины:** география, экология.

**Класс(ы):** 7, 10.

### **Комментарии**

**Биоиндикатор** — вид или сообщество особей, присутствие которых указывает на особенности среды, наличие полезных ископаемых.

Таблица 43

Биоиндикаторы влажности почв

Местообитание	Биоиндикаторы
Сухое местообитание	Ксерофиты (сухотлюбы) — кошачья лапка, ястребинка волосистая, очиток, душица, ракитник, сон-трава, толокнянка, наземные лишайники, полевица белая
Обеспеченные влагой места, но не сырые / не заболоченные	Мезофиты — большая часть луговых трав: тимофеевка, лисохвост луговой, пырей ползучий, ежа сборная, клевер луговой, копытень, плаун, мелкие зеленые мхи, кислица, золотая розга, брусника, костяника
Влажные, иногда сырые и заболоченные почвы	Гигрофиты (влаголюбые) — белозор, калужница, камыш лесной, сабельник болотный, мята полевая, чистец болотный, багульник, голубика, росянка, сфагнум, тростник

### **Ход работы**

1. Выберите площадки вблизи водоема и вдали от них.
2. Пользуясь таблицей, определите влажность почв.

### **Контрольные вопросы**

1. Что такое влажность почв?
2. Какие существуют способы определения влажности почв?
3. Что такое биоиндикаторы?
4. Как можно объяснить биоиндикационные показатели растений?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания о растениях-биоиндикаторах;
- формируют навыки оценки влажности почв;



— развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### ***Применение***

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, в курсе экология 10 класса — «Среды жизни», «Взаимоотношения организмов», на уроках географии 7 класса в разделе «Почвоведение», во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Зверев, А.Т. Экология. Практикум. 10—11 кл. [Текст] : учеб. пособие для общеобразовательных учреждений. — М. : ООО «Издательский дом «ОНИКС 21 век», 2004. — 176 с.
2. Растительные индикаторы почв, горных пород и подземных вод [Текст]. — М. : Изд-во АН СССР, 1964. — 390 с.
3. Экология родного края [Текст] / под ред. Т.Я. Ашихминой. — Киров. : Вятка, 1996. — 720 с.
4. URL : <http://subscribe.ru/archive/job.education.ekologschool/200408/30011242.html>

## **65. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЛУБИНЫ ЗАЛЕГАНИЯ ГРУНТОВЫХ ВОД ПО РАСТЕНИЯМ-БИОИНДИКАТОРАМ**

***Цель:*** определить глубину залегания грунтовых вод по растениям-биоиндикаторам.

### ***Задачи:***

- познакомиться с понятием биоиндикация;
- продолжить знакомство с растениями своего региона;
- закрепить навыки пользования определителями;
- определить глубину залегания грунтовых вод по растениям-биоиндикаторам.

***Оборудование:*** определители растений.

***Учебные дисциплины:*** биология, экология.

***Классы):*** 7, 10.

### ***Комментарии***

Для индикации глубины залегания грунтовых вод можно использовать группы видов травянистых растений. В качестве биоинди-

катора может быть использован и один вид, если этот вид имеет массовое развитие в конкретном местообитании.

### **Ход работы**

1. Выберите площадки вблизи водоема и удаленные от него. Желательно, чтобы в сеть наблюдений попали точки, в которых ранее определялась влажность почвы.

2. Пользуясь таблицей 44, определите глубину залегания грунтовых вод.

3. Выявите взаимосвязь влажности почвы с глубиной залегания грунтовых вод.

Таблица 44

### **Биоиндикаторы глубины залегания грунтовых вод**

Глубина грунтовых вод, см	Индикаторная группа
0—10	Осока дернистая, осока пузырчатая, тростник
10—50	Осока лисья, осока острая, вейник Лангсдорфа
50—100	Таволга вязолистная, канареечник, манник
100—150	Полевица белая, овсяница луговая, горошек мышиный, чина луговая
Более 150	Костер безостый, клевер луговой, подорожник большой, пырей ползучий

### **Контрольные вопросы**

1. Что такое грунтовые воды?
  2. Какие существуют способы определения глубины залегания грунтовых вод?
  3. Перечислите биоиндикаторы залегания грунтовых вод.
- В процессе выполнения данной работы учащиеся:
- расширяют знания о растениях биоиндикаторах;
  - формируют навыки оценки глубины залегания грунтовых вод;
  - развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### **Применение**

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, в курсе экология 10 класса — «Среды жизни», «Взаимоотношения организмов», на уроках географии 7 класса в разделе «Почвоведение», во внеурочной деятельности, результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

## *Список рекомендуемой литературы*

1. Зверев, А.Т. Экология. Практикум. 10—11 кл. [Текст] : учеб. пособие для общеобразовательных учреждений. — М. : ООО «Издательский дом «ОНИКС 21 век», 2004. — 176 с.
2. Растительные индикаторы почв, горных пород и подземных вод [Текст]. — М. : Изд-во АН СССР, 1964. — 390 с.
3. Экология родного края [Текст] / под ред. Т.Я. Ашихминой. — Киров : Вятка, 1996. — 720 с.
4. URL : <http://subscribe.ru/archive/job.education.ekologschool/200408/30011242.html>

## **66. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИСЛОТНОСТИ И ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ ПО СОСТАВУ РАСТИТЕЛЬНОСТИ**

**Цель:** научиться определять кислотность почвы по составу растительности.

**Задачи:**

- сформировать понятие кислотности почвы;
- определить кислотность почвы;
- научиться проводить картирование территории;
- продолжить знакомство с растениями-биоиндикаторами;
- развить творческие и исследовательские умения и навыки, способности делать обоснованные выводы по результатам изучения материала.

**Оборудование:** определители растений, карта местности.

**Новые понятия:** ацидофилы, базифилы, нейтрофилы, кислотность.

**Учебные дисциплины:** география, химия, экология.

**Классы:** 6, 7, 10.

### **Комментарии**

*Кислотность* — одно из характерных свойств почвы зоны хвойных лесов. Повышенная кислотность отрицательно сказывается на росте и развитии ряда видов растений. Повышенная кислотность почв подавляет жизнедеятельность почвенных бактерий, участвующих в разложении органики и высвобождении питательных веществ, необходимых растениям.

В лабораторных условиях кислотность почв можно определить универсальной индикаторной бумагой, прибором Алямовского, рН-метром, а в полевых условиях — при помощи растений-индикаторов.

В процессе эволюции многие растения выработали адаптации к кислотности среды. Сформировались три группы:

- *ацидофилы* — растения кислых почв;
- *нейтрофилы* — обитатели нейтральных почв;
- *базифилы* — растут на щелочных почвах.

Зная растения каждой группы, можно в полевых условиях приблизительно определить кислотность почвы и использовать данные в характеристике эдафотопы.

Данные по растениям-биоиндикаторам приведены в таблице 45.

### *Ход работы*

1. Определите визуально по развитию вегетативных частей растений (хорошее, плохое) плодородие почвы.

2. По составу растительности определите степень кислотности почв (табл. 45).

3. По составу растительности определите, повышено ли содержание азота в почве (на это указывает наличие растений: чистотела, малины, крапивы).

Таблица 45

Растения-индикаторы кислотности почв

Группа	Биоиндикатор	Кислотность почвы (рН)
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
<i>I. Ацидофилы</i>	Сфагнум, зеленые мхи: гилокомиум, дикранум; плаун булавовидный, плаун годичный, плаун сплюснутый, ожика волосистая, пушица, подбел, кошачьи лапки, кассандра, белоус, щучка дернистая	3,0—4,5
1. Крайние ацидофилы		

*Окончание таблицы*

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
2. Умеренные ацидофилы	Черника, брусника, багульник, калужница болотная, сушеница, лютик едкий, толокнянка, седмичник европейский, белозор болотный, фиалка собачья, сердечник луговой, вейник наземный	4,5—6,0
3. Слабые ацидофилы	Щитовник мужской, ветреница лютичная, медуница неясная, зеленчук, колокольчики	5,0—6,7

	крапиволистный и широколистный, бор развесистый, осока волосистая, осока ранняя, малина, смородина черная, вероника длиннолистная, горец змеиный, орляк, иван-да-марья, кислица заячья	
4. Ацидофильно-нейтральные	Зеленые мхи: гилокомиум, плеврозиум; ива козья	4,5—7,0
<i>II. Нейтрофильные</i> 1. Околонейтральные	Сныть европейская, клубника зеленая, лисохвост луговой, клевер горный, клевер луговой, мыльнянка лекарственная, аистник цикутный, борщевик сибирский, цикорий, мятлик луговой	6,0—7,3
2. Нейтрально-базифильные	Мать-и-мачеха, пупавка красильная, люцерна серповидная, келерия, осока мохнатая, лядвенец рогатый, гусятная лапка	6,7—7,8
3. Базифильные	Бузина сибирская, вяз шершавый, бересклет бородавчатый	7,8—9,0

### ***Контрольные вопросы***

1. Что такое кислотность почв?
2. Как еще можно определить кислотность почвы?
3. Какой тип почв на исследуемом вами участке? Какие группы растений на это указывают?
4. Почему необходимо определять содержание азота в почве?
5. Повышено ли на исследуемом участке содержание азота в почве?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания о растениях своего региона, о кислотности почвы;
- формируют навыки оценки кислотности почвы по составу растительности; закрепляют навыки работы с определителями;

— развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### ***Применение***

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, в курсе природоведения, в курсе географии 7 класса при изучении темы «Почвы», 6 класс биология «Условия жизни растений», во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Добровольский, В.В. Практикум по географии почв с основами почвоведения [Текст] : учеб. пособие для вузов. — М. : Гуманитарный центр ВЛАДОС, 2001. — 144 с.

2. Мелеховой, О.П. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование [Текст] : учеб. пособие для студ. высш. учебн. заведений / О.П. Мелеховой, Е.И. Егоровой, Т.И. Евсеева. — М. : Академия, 2007. — 288 с.

3. Экология родного края [Текст] / под ред. Т.Я. Ашихминой. — Киров : Вятка, 1996. — 720 с.

4. URL : <http://subscribe.ru/archive/job.education.ekologschool/200408/30011242.html>

## **67. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ ПО БИОИНДИКАТОРАМ**

***Цель:*** научиться определять плодородие почв по биоиндикаторам.

### ***Задачи:***

- сформировать понятие о плодородии почв;
- определить плодородие почв по биоиндикаторам;
- продолжить знакомство с растениями-биоиндикаторами;
- развить творческие и исследовательские умения и навыки, способности делать обоснованные выводы по результатам изучения материала.

***Оборудование:*** определители растений.

***Новые понятия:*** плодородие почв, гумус, эффективное и потенциальное плодородие.

***Учебные дисциплины:*** биология, экология.

**Классы:** 6, 10, 11.

### **Комментарии**

*Плодородие почвы* — способность почвы удовлетворять потребность растений в элементах питания, влаге и воздухе, а также обеспечивать условия для их нормальной жизнедеятельности.

*Гумус* — совокупность органических соединений, находящихся в почве, но не входящих в состав живых организмов или их остатков, сохраняющих анатомическое строение.

Различают потенциальное (естественное) и эффективное плодородие. *Потенциальное плодородие* определяется общим запасом в почве питательных веществ, влаги, а также другими условиями жизни растений. *Эффективное* (или актуальное, экономическое) *плодородие* — возможность использования элементов плодородия растениями в данном году; зависит прежде всего от проведения всего комплекса агротехнических мероприятий. При большом потенциальном плодородии эффективное может быть небольшим и, наоборот, при соответствующем уровне агротехники можно обеспечить высокое эффективное плодородие малоплодородных почв.

Эффективное плодородие — очень динамичное свойство почвы, способное быстро изменяться под влиянием природных условий и агротехнических приемов. Важнейшие факторы плодородия: содержание необходимых для растений питательных веществ и их формы; наличие доступной для растений влаги, уровень устойчивости влажности; хорошая аэрация почвы как важное условие развития корневых систем, а также жизнедеятельности микроорганизмов, обеспечивающих разложение органических и накопление питательных веществ в форме, усвояемой для высших растений; механический состав, структурное состояние и строение; содержание токсических веществ; реакция и др. Сумма этих свойств определяет уровень культурного состояния почвы.

Все элементы потенциального плодородия взаимосвязаны, зависят от факторов почвообразования: климата, почвообразующих пород, естественной и культурной растительности, рельефа, но особенно большое значение для уровня плодородия имеет характер использования почвы. Главным прием регулирования запасов питательных веществ в почве, в особенности в доступных растениям подвижных формах, — внесение минеральных и органических удобрений.

Существенное значение имеют введение в севообороты бобовых культур и улучшение условий для жизнедеятельности азотобактера и других организмов, усваивающих азот из атмосферы. Устранение

повышенной кислотности достигается известкованием почв, а повышенной щелочности (солонцы) — гипсованием почв.

Важное условие плодородия почв — отсутствие в почве избыточного количества легкорастворимых солей, главным образом хлоридов и сульфатов натрия и отчасти магния, кальция и других катионов. Для устранения избытка солей применяют промывание почвы, а для предупреждения накопления солей — правильный поливной режим, дренаж и др. Плодородие сильно снижается при наличии в ней вредных химических соединений (закисных соединений железа, подвижных соединений алюминия), накапливающихся обычно в условиях застойного переувлажнения. Регулирование запасов влаги в почве достигается с помощью агротехнических и гидротехнических мероприятий (зяблевая вспашка, снегозадержание, ранневесеннее боронование, междурядная обработка посевов, орошение, осушение и др.). Наиболее высоким эффективным плодородием характеризуются почвы, которые наряду с достаточным количеством влаги имеют хорошую аэрацию. Низкое плодородие нередко зависит от наличия патогенных организмов. Устранение их химическими (стерилизация, внесение фунгицидов, нематоцидов и др.) и агротехническими средствами (севооборот, обработка) резко повышает эффективное плодородие. При правильном использовании почв их плодородие не только не снижается, но постоянно увеличивается.

Таблица 46

Биоиндикаторы плодородия почв

Плодородие почвы	Биоиндикаторы	
	на лугах	в лесах
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Очень высокое	Чина луговая, костер безостый, таволга, осока лисья	Малина, крапива, иван-чай, таволга, чистотел, копытень, кислица, валериана
<i>Окончание таблицы</i>		
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Умеренное переднее	Овсяница луговая, лисохвост луговой, щучка дернистая, упальница, вероника длиннолистная	Майник двулистный, медуница, дудник, грушанка, купальница, гравилат речной
Низкое	Белоус, ситник нитевидный, душистый колосок, кошачья лапка	Сфагновые мхи, наземные лишайники, черника, брусника, клюква

*Ход работы*



1. Используя биоиндикаторы (табл. 46), определите плодородие почв.
2. Объясните природно-исторические причины местонахождения почв, отличающихся разным плодородием.

### ***Контрольные вопросы***

1. Зачем определяют плодородие почв?
2. Как можно определить плодородие почв по биоиндикаторам?
3. Перечислите биоиндикационные организмы для оценки плодородия почв.
4. Что такое гумус и как он образуется?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания формируют представление о плодородии почв;
- формируют навыки оценки плодородия почв по биоиндикаторам;
- развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### ***Применение***

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, в курсе биологии 6 класса при изучении темы «Растительные сообщества», биологии 11 класса «Биогеоценоз», экологии 10 класса «Биогеоценоз», во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Зверев, А.Т. Экология. Практикум. 10—11 кл. [Текст] : учеб. пособие для общеобразовательных учреждений. — М. : ООО «Издательский дом «ОНИКС 21 век», 2004. — 176 с.
2. Экология родного края [Текст] / под ред. Т.Я. Ашихминой. — Киров : Вятка, 1996. — 720 с.
3. URL : <http://subscribe.ru/archive/job.education.ekologschool/200408/30011242.html>
4. URL : <http://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/>

## **68. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТАВА НАПОЧВЕННЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ**

**Цель:** научить определять состав беспозвоночных животных в сообществе.

**Задачи:**

— познакомить учащихся с особенностями почвы как среды обитания;

— научить проводить сбор и определение почвенных беспозвоночных;

— закрепить навыки работы с определителями;

— продолжить знакомство с почвенной фауной.

**Оборудование:** 10 банок (0,5 л), определители беспозвоночных, фотоаппарат.

**Новые понятия:** сообщество, пробы, метод «ловчих стаканов».

**Учебные дисциплины:** биология, экология, география.

**Классы:** 7, 10, 11.

**Комментарии**

Для учета численности беспозвоночных, обитающих на поверхности и в подстилке, пользуются так называемым методом «ловчих стаканов» или «банок».

Для этого метода берутся обычные граненые или пластиковые одноразовые стаканы или банки (отсюда название). Пользоваться стаканами удобнее, так как их при проверке легко вынимать. Проверять ловушки два раза в сутки — утром и вечером, тем самым можно узнать, какие животные ведут преимущественно дневной, а какие — ночной образ жизни. Минимальный срок, который должна простоять каждая ловушка, — сутки. Для получения сравнимых результатов по количественному и видовому составу животных время отлова рассчитывают в количестве ловушко-суток для каждого биотопа, учетной линии, уровня удаления. Например, в смешанном лесу 10 ловушек простояли 3 суток, поймали 60 жужелиц, а в сосновом лесу 12 ловушек простояли 2 суток, поймали 18 жужелиц. Получается  $10 \times 3 = 30$  ловушко-суток в смешанном лесу,  $12 \times 2 = 24$  ловушко-сутки в сосновом лесу. Чтобы сравнить данные, количество животных делим на количество ловушко-суток и получаем: в смешанном лесу —  $60 : 30 = 2$  жужелицы на 1 л/с и в сосновом лесу  $18 : 24 = 0,75$  жужелицы на 1 л/с.

Сравнительный анализ результатов изучения количества беспозвоночных в течение нескольких лет дает представление об изменениях плодородия почв, обеспеченностью влагой и запасами кислорода.

### ***Ход работы***

1. Выберите пробные площадки в центральной части парка и у дороги, в посадках и на открытом пространстве (луг).

2. Возьмите 10 банок (0,5 л) и закопайте их в почву так, чтобы край банки был на уровне почвы. Банки расставьте на расстоянии 1 м по одной линии. Аккуратно уложите вокруг банки дерн, чтобы сохранить почвенный покров.

3. Проверяйте банки по два раза в сутки (утром и вечером). Подсчитайте, определите и сфотографируйте попавших в банки животных.

4. Заполните таблицу 47.

5. Возьмите в разных участках парка прикопки, почвенные пробы и пробы лесной подстилки. Определите организмы. Результаты занесите в таблицу 48.

Таблица 47

#### **Напочвенные организмы**

Организмы	Количество особей за время наблюдения			
	Смешанные посадки		Луг	
	у дороги	в центральной части парка	у дороги	в центральной части парка

Таблица 48

#### **Сводная ведомость по почвенным организмам**

№ пробы	Время	Погода	Местоположение	Обитатели	Количество

### ***Контрольные вопросы***

1. Что такое сообщество?
2. Какие организмы относятся к группе беспозвоночных?
3. К каким условиям приходится приспосабливаться животным в почвенной среде обитания?
4. Есть ли различия и если есть, то какие — между сообществами почвенных организмов луга и леса?
5. Как влияют погодные условия на почвенные организмы?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания о сообществе почвы, о беспозвоночных своего региона;
- формируют навыки отлова почвенных беспозвоночных;
- развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### ***Применение***

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, в курсе географии 7 класса при изучении темы «Почвы», в курсе биологии 7 класса для закрепления темы «Беспозвоночные», в курсе экологии 10 класса при изучении темы «Биоценоз», биологии 11 класса «Биоценоз», во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Борздыко, Е.В. Методы биологического контроля: биоиндикация и биотестирование [Текст] : учеб.-метод. пособие / Е.В. Борздыко, Л.Н. Анищенко. — Брянск : Наяда, 2008. — 70 с.
2. Дунаев, Е.А. Методы эколого-энтомологических исследований [Текст]. — М. : МосгорСЮН, 1997. — 44 с.
3. URL : <http://subscribe.ru/archive/job.education.ekologschool/200408/18003822.html>

## **69. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ СРЕДЫ С ПОМОЩЬЮ БИОТЕСТА**

***Цель:*** научиться определять экологическое загрязнение среды с помощью биотеста.

### ***Задачи:***

- ознакомиться с методом биотестирования;
- изучить причины загрязнения почв;
- оценить степень загрязнения почвы.

***Оборудование:*** чашки Петри, фильтровальная бумага, мерные пипетки на 10 мл, маркер по стеклу, термостат с температурой 26 °С, весы, линейки, водопроводная вода, дистиллированная вода.

***Объект исследования:*** почва

***Реактивы:*** 1 %-ный раствор перманганата калия.

**Материалы:** семена огурца.

**Учебные дисциплины:** география, математика.

**Классы:** 7, 10.

### **Комментарии**

Среди загрязняющих веществ по масштабам загрязнения и воздействию на биологические объекты особое место занимают тяжелые металлы и радионуклиды.

Тяжелые металлы играют важную роль в обменных процессах, но при высоких концентрациях вызывают загрязнение почв. Опасность, вызываемая загрязнением тяжелыми металлами, усугубляется слабым выведением из почвы, биоаккумуляцией и миграцией по трофическим цепям.

Радионуклиды техногенного происхождения также загрязняют почву. Благодаря сорбционной способности почвы они накапливаются в верхних горизонтах почвы и могут мигрировать по сельскохозяйственным цепочкам.

Наибольшую опасность представляют подвижные формы токсичных веществ, то есть более доступные для растений.

Биотестирование разнообразных субстратов (воды, почвы и т.д.) с помощью растений является стандартным приемом в биоэкологических исследованиях и может быть использовано при оценке степени их загрязнения. В данной методике исследуют реакцию корней проростков, так как они очень чувствительны к загрязнению среды.

### **Ход работы**

1. Получите водную вытяжку почвы. Для этого навеску почвы (3—5 г) за сутки перед закладкой семян равномерно распределите по дну чашки Петри, закройте бумажным фильтром, залейте 20—30 мл дистиллированной воды и оставьте до следующего дня. Образовавшуюся вытяжку слейте в стакан и протестируйте на загрязненность.

2. Для однородности пробы семена прокалибруйте, то есть отберите примерно одинаковые по размеру и массе. Для трех вариантов опыта потребуется не менее 144 семян.

3. Семена на 10—20 минут поместите в 1 %-ный раствор перманганата калия (для обеззараживания), отмойте дистиллированной водой и разложите в 12 чашек Петри на фильтровальную бумагу по 12 штук: по 4 чашки для контроля и двух опытных вариантов. Чашки

подпишите.

4. В каждую чашку Петри введите по 10 мл жидкости: в контрольный вариант — дистиллированную воду, в первый опытный вариант — водопроводную воду, во втором опытном варианте испытуемой жидкостью является образовавшийся при заливании почвы раствор.

5. Чашки Петри с семенами поместите в термостат при температуре 26 °С на четверо суток.

6. По окончании четырех дней для каждой из четырех повторностей опыта составьте расчетную таблицу

7. Измерьте с помощью линейки длину главного корня и длину зоны боковых корней у 10 однородных проростков в каждой из чашек Петри. Данные занесите в расчетную таблицу 49.

Таблица 49

Промеры проростков в первой повторности

Вариант опыта	Длина главного корня, см											Длина зоны боковых корней, см													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	00	10	X	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	2	X
Контроль																									
Водопроводная вода																									
Вытяжка почвы																									

*Примечание.* 2 — сумма длин проростков;  $x$  — средняя длина проростков из одной чашки Петри.

8. В каждом варианте рассчитайте выборочную среднюю ( $x_B$ ) и ошибку выборочной средней ( $S_x$ ). Полученные данные занесите в расчетную таблицу 50.

9. Парно сравните выборочные средние каждого варианта с контролем и определите существенность различий между ними. Если различия существенные и полученные в опытных вариантах величины меньше контрольной более чем на 30 %, это позволяет сделать вывод: среды, использованные в опытных вариантах, действительно оказывают токсическое действие на проростки.

Таблица 50

Статистический анализ результатов

Вариант опыта	Длина главного корня			Длина зоны боковых корней		
	$X_B$	$S_x$	$X_B$ , % от контроля	$X_B$	$S_x$	$X_B$ , % от контроля
Контроль			100			100
Водопроводная вода						

### **Контрольные вопросы**

1. Что такое биотестирование и в каких случаях оно применяется?
2. Какими свойствами должны обладать тест-объекты?
3. Какие еще методы биооценки вам знакомы?
4. Чем биометоды отличаются от химических?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания о биотестировании;
- формируют навыки оценки экологического состояния почв;
- развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### **Применение**

Работа может быть использована на уроках географии 7 класса в теме «Почвы», 10 класса «Загрязнение окружающей среды и экологические проблемы», на уроках математики 7 класса «Среднее арифметическое», во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### **Список рекомендуемой литературы**

1. Романов, С.А. Основные направления экологических исследований и использование их результатов в преподавании школьного курса географии [Текст] // Современная экология — наука XXI века : матер. междунар. науч.-практ. конф. (17—18 октября 2008 г.) / отв. ред. Е.С. Иванов. — Рязань : РГУ, 2009. — Т. 2. — 108 с.

2. Федорос, Е.И. Экология в экспериментах [Текст] : учеб. пособие для учащихся 10—11 классов общеобразовательных учреждений / Е.И. Федорос, Г.А. Нечаева. — М. : Вентана-Граф, 2007. — 384 с.

3. URL :

[http://ecology.ostu.ru/index.php?option=com\\_content&task=view&id=184](http://ecology.ostu.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=184)

4. URL : <http://smallgarden.ru/pochvogrunty>

5. URL : [http://www.sad.ru/fev\\_09\\_1.php](http://www.sad.ru/fev_09_1.php)

## **70. БИОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПОЧВЕННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ**

**Цель:** научиться определять почвенные микроорганизмы.

**Задачи:**

- научиться готовить питательные среды;
- закрепить правила сбора почвенных образцов;

— научиться подсчитывать почвенные микроорганизмы и их определять.

**Оборудование:** чашки Петри, агар-агар, микроскоп, иммерсионное масло.

**Учебные дисциплины:** биология.

**Класс:** 7.

### **Комментарии**

*Почвенные микроорганизмы* оказывают непосредственное влияние на собственно образование и формирование почвы, на минерализацию (разложение) органических остатков и образование гумуса. Поэтому, не имея представления об основных экологических, физиологических, морфологических группах почвенной микрофлоры, невозможно объективно оценить санитарное состояние почвы, активность процессов ее самоочищения от патогенных микроорганизмов. При проведении санитарно-микробиологических исследований особое внимание уделяют физиологическим группам почвенных микроорганизмов.

*Физиологические группы почвенных микроорганизмов* включают виды, участвующие в круговороте азота, углерода, серы и фосфора. Однако для полномасштабной оценки санитарного состояния почвы и процессов ее самоочищения необходимо определять наличие не только видов, участвующих в круговороте веществ, но и отдельных групп микроорганизмов, способствующих быстрому разложению органических веществ: спорообразующих бактерий (прежде всего бацилл), актиномицетов, грибов (в первую очередь пенициллов и кандид).

*Группы почвенных микроорганизмов, патогенных для человека.* Как правило, в почве патогенные микроорганизмы длительно не выживают. Однако некоторые виды включаются в почвенные биоценозы, становясь ее постоянными обитателями.

Подобные микроорганизмы разделяют на три группы:

— Микроорганизмы, для которых почва служит природным биотопом, — возбудитель ботулизма, актиномицеты, возбудители глубоких микозов, образующие микотоксины аспергиллы.

— Микроорганизмы, попадающие в почву с выделениями человека, животных и сохраняющиеся там длительное время (годами и десятилетиями), — сибирязвенная палочка, возбудитель столбняка, газовой гангрены.

— Микроорганизмы, попадающие в почву с выделениями человека, животных, но сохраняющиеся в ней сравнительно недолго (недели и месяцы), — кишечная палочка (до 8 мес.), сальмонеллы (до го-



да при минусовой температуре), шигеллы (до 100 дней), холерный вибрион (2 мес.).

### ***Ход работы***

1. Соберите почвенные образцы.
2. Чашки Петри разделите тушью или черной пастой на секторы или сегменты.
3. Нанесите суспензию почвенных микроорганизмов на поверхность твердой питательной среды в четырехкратной повторности.
4. Определите количество микробных клеток (из одной микробной клетки) развивается одна колония. Подсчет, если питательная среда прозрачна, произведите в проходящем свете со дна чашки. Если питательная среда непрозрачна, то подсчет произведите непосредственно с поверхности питательной среды.
5. Определите родовой состав почвенных микроорганизмов, для этого приготовьте фиксированный окрашенный препарат и рассмотрите в иммерсионной системе.

### ***Контрольные вопросы***

1. Как правильно брать почвенные пробы?
2. От чего зависит многообразие микроорганизмов в почве?
3. От чего зависит количество микроорганизмов в почве?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания о почвах, ее биологических параметрах;
- формируют навыки учета почвенных микроорганизмов;
- развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### ***Применение***

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, при изучении биологии 7 класса по теме «Микроорганизмы»; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Душенков, В.М. Летняя полевая практика по зоологии беспозвоночных [Текст] / В.М. Душенков, К.В. Макаров. — М. : Академия, 2000. — 256 с.
2. Круглова, Е.П. Биоэкологический мониторинг активности почвенных микроорганизмов Ерлинского дендропарка [Текст] /

Е.П. Круглова, Е.А. Лупанов О.Е. Суровцева // Современная экология — наука XXI века : матер. междунар. науч.-практ. конф. (17—18 октября 2008 г.) / отв. ред. Е.С. Иванов. — Рязань : РГУ, 2009. — Т. 2. — 108 с.

3. Фасулати, К.К. Полевое изучение наземных беспозвоночных [текст]. — М. : Высшая школа, 1971. — 424 с.

4. Чернышев, В.Б. Экология насекомых [Текст]. — М. : МГУ, 1996. — 304 с.

Таблица 51

Применение работ главы IV

№	Название работ	Предмет	Класс	Тема
1	2	3	4	5
52	Изучение почвенного профиля	экология	10	Среды жизни
		география	7	Почвы
53	Измерение параметров почвы	экология	10	Среды жизни
		география	7	Почвы
		физика	7	Температура
54	Определение механического состава почвы	экология	10	Среды жизни
		география	7	Почвоведение
		химия	8	Ознакомление с веществами, материалами, минералами и горными породами
55	Определение влажности почвы	экология	10	Приспособительные формы организмов
		география	7	Почвы
		химия	8	Описание физических свойств веществ
56	Определение структуры почв	экология	10	Среды жизни
		география	7	Почвы

*Продолжение таблицы*

1	2	3	4	5
57	Определение объемной массы почвы	физика	7	Масса
		география	7	Почвы
58	Определение сложения почв	экология	10	Среды жизни
		география	7	Почвы

59	Определение наличия включений	экология	10	Среды жизни
		география	7	Почвы
60	Определение водопрочности структуры	география	7	Почвы
		биология	6	Условия жизни растений
61	Определение кислотности почвы	химия	11	pH
		география	7	Почвы
		биология	6	Условия жизни растений
62	Определение содержания карбоната кальция в почвах	география	7	Почвы
		химия	8	Соли
63	Изучение биологической активности почвы	география	7	Почвы
		экология	10	Среды жизни
		физика	7	Свет
64	Определение влажности почв по биоиндикаторам влажности	география	7	Почвы
		экология	10	Среды жизни
65	Определение глубины залегания грунтовых вод по растениям-биоиндикаторам	география	7	Почвы
		экология	10	Среды жизни
66	Определение кислотности и плодородия почв по составу растительности	география	7	Почвы
		биология	6	Условия жизни растений
67	Определение плодородия почв по биоиндикаторам	экология	10	Биогеоценоз
		биология	11	Биогеоценоз
		биология	6	Растительные сообщества
68	Определение состава напочвенных беспозвоночных	экология	10	Биогеоценоз

Окончание таблицы

1	2	3	4	5
		биология	11	Биогеоценоз
		география	7	Почвы
		биология	7	Беспозвоночные
69	Определение степени экологического загрязнения среды	география	7	Почвы

	с помощью биотеста			
		география	10	Загрязнение окружающей среды и экологические проблемы
		математика	7	Среднее арифметическое
70	Биоэкологический мониторинг почвенных организмов	биология	7	Микроорганизмы

## Глава V. Экологические исследования фитоценоза

Городская растительность по своему видовому составу, разнообразию, устойчивости к критическим условиям непохожа на растительность окрестных биоценозов. В ее составе широкое участие принимают как аборигенные виды, так и виды интродуцированные из различных районов мира. Изучение городской растительности поможет школьникам понять, как растения влияют на экологию города и как город отбирает, формирует и изменяет свою флору. Изучение растений городской среды способствует усвоению и глубокому пониманию учениками сущности законов экологии.

Знание флоры исследуемой территории — это лишь первый шаг в познании ее геоботанических закономерностей. Центральное же место занимает изучение собственно растительных сообществ — их видового состава, горизонтального и вертикального строения (иными словами, горизонтальной структуры и ярусности), продуктивности, функционирования в пространстве и во времени, изменений под влиянием деятельности человека, а также целого ряда более частных особенностей.

*Фитоценозом* называется совокупность высших и низших растений, обитающих на данном однородном участке земной поверхности, с только им свойственными взаимоотношениями, как между собой, так и с условиями местообитания, и поэтому создающими свою особую фитосреду. Результатом совместной жизни растений в конкретном фитоценозе является формирование особой *фитосреды*, отличной от экологических условий как на лишенном растительности пространстве, так и в соседних фитоценозах.

В общем смысле фитоценоз следует понимать как участок растительного покрова, качественно своеобразный и отличный от соседних. Имеются следующие основные критерии, которые должны использоваться в качестве диагностических признаков для оконтуривания фитоценозов. Во-первых, это постоянство структуры растительного покрова в пространстве (сюда входят число ярусов и их параметры, а также особенности горизонтального распределения видов в пределах ярусов). Во-вторых, общность *доминантов* (господствующих по численности растений) главных ярусов. В-третьих, сходная сравнительная роль разных экологических групп (в том числе жизненных форм) в составе сопутствующих видов, если таковые имеются.

Различные аспекты изучения структуры фитоценозов изложены в данной главе.

## **5.1. Практические рекомендации по осуществлению экологических исследований фитоценозов**

При проведении экологических исследований важнейшим условием их успеха является хорошее знание конкретных компонентов, составляющих структуру экосистемы. Особенно это важно при исследовании структуры биоценозов. Чаще всего при проведении студенческих экологических исследований их объектами являются растительные организмы. В связи с этим необходимо осуществлять правильную фиксацию информации об этих объектах.

## **5.2. Сбор и описание растительных организмов**

### **5.2.1. Сбор растений**

Необходимое оборудование:

— Бумага газетная, оберточная или фильтровальная. Листы в сложенном состоянии имеют размер  $45 \times 30$  см. Для сбора необходимо иметь в 2—2,5 раза больше листов, чем предполагается собрать растений.

— Гербарная папка состоит из двух прямоугольных кусков твердого картона или фанеры размером  $49 \times 32$  см. В углах каждой из двух створок делают 4 прорези для тесемок. Они не только должны соединять створки, но и быть такой длины, чтобы можно было повесить папку на плечо.

— Копалка представляет собой узкую стальную лопатку или стамеску шириной 2,5—3 см.

— Пресс состоит из двух рамок размером  $50 \times 30$  см, на которые натянута сетка из тонкой проволоки с ячейками 1—3 см. Растения спрессовывают между этими сетками, обвязывая пресс прочной веревкой.

— Этикетка представляет собой чистый лист бумаги размером  $14 \times 6$  см. Черновые этикетки укладывают вместе с растениями.

### **5.2.2. Правила сбора растений**

Сбор растений осуществляют в сухую погоду. Растение в момент сбора должно иметь хорошо развитые вегетативные органы, а также цветки и плоды.

Травянистые растения выкапывают с подземными органами. При сборе древесных растений берут с дерева или кустарника цветущие побеги. Если растение цветет до появления листьев, то сначала собирают цветущие безлистные побеги, а позже побеги — с листьями и желательно с плодами.

При сборе водных растений необходимо тщательно промыть корни, отжать воду и обтереть досуха остальные органы.

Собранные растения помещают на отдельный лист бумаги и расправляют таким образом, чтобы отдельные органы не лежали друг на друге.

Вместе с растениями в лист бумаги кладут черновую этикетку, в которой карандашом подробно указывают следующие данные:

- место сбора растения (ближайший населенный пункт, район, область);
- местообитание (сообщество, рельеф, субстрат и т.д.);
- степень распространения;
- дата сбора.

Для определения растения собирают в целлофановый пакет.

### **5.2.3. Засушивание**

Для засушивания растения помещают в пресс. Рамку пресса кладут сеткой вверх и на нее укладывают 2—3 пустых листа бумаги. Сверху укладывают листы с растениями, предварительно расправив части растений. Сочные подземные органы разрезают вдоль, а сочные хвойные растения предварительно опускают в кипяток, а затем высушивают фильтровальной бумагой.

Каждый пустой лист с растениями отделяют от другого 2—3 листами пустой бумаги — прокладками. Стопка гербарных листов в прессе вместе с прокладками не должна превышать толщину 15—20 см. После укладки пресс стягивают веревкой и вешают под навесом в хорошо проветриваемом месте.

В течение первых 3—4 дней прокладки ежедневно заменяют на сухие. В дальнейшем замену производят 1 раз в 2—3 дня. После первых 3 дней ослабляют степень стягивания пресса веревкой.

Готовность материала к монтировке в гербарий определяют следующим образом. Растение приподнимают за стебель, если все его органы располагаются горизонтально, то гербарный экземпляр готов. Нельзя пересушивать растения, так как они становятся ломкими.

### **5.2.4. Монтирование гербария**

Для монтирования используют лист плотной бумаги размером 42 × 30 см. На каждый лист монтируют только один вид растения. Монтируемый экземпляр располагают таким образом, чтобы он находился в центре листа. Если растения небольшие, то на листе можно расположить несколько экземпляров одного вида, собранного в одном местообитании.

Растения прикрепляют к гербарному листу тонкими полосками бумаги, клейкой лентой или пришивают.

В правом нижнем углу укрепляют постоянную этикетку, в которой указывают следующую информацию:

- учреждение, которому принадлежит гербарий;
- семейство и вид растения на латинском и русском языках;
- место сбора;
- местообитания;
- дата сбора;
- фамилия собравшего;
- фамилия определившего.

Высушенные растения можно и не монтировать, а просто вложить их с постоянной этикеткой в двойной лист бумаги.

### **5.2.5. Хранение гербария**

Подготовленные гербарные листы складывают в определенном порядке, в зависимости от целей гербария (систематический или экологический), в картонные коробки.

Экземпляры растений, собранные для определения, помещают в сосуд с водой. Затем приступают сначала к их описанию, а после к определению.

### **5.2.6. Описание растений**

#### **1. Описание представителей отдела Мохообразные (Bryophyta).**

##### **● Гаметофит:**

- однодомный или двудомный;
- форма побега: прямостоячий, приподнимающийся, стелящийся;
- внешний облик: древовидный, кустообразноразветвленный, перистоветвящийся, неветвящийся и т.д.;
- стебель (микроскопическое строение);
- лист: плоский, курчавый, поперечноволнистый; форма листа; микроскопическое строение.

##### **● Спорофит:**

- месторасположение (на верхушке гаметофита, на боковых разветвлениях);
- ножка (есть или нет);
- коробочка (с крышечкой, без крышечки; способ раскрытия);
- урночка (форма; наличие колонки и перистомы);
- крышечка (форма);
- перистом — простой или двойной (ряд зубцов по краю урночки).



2. Описание представителей отдела Плауновидные (Lycopodiophyta).

- Стебель:

- форма сечения (округлая, сплюснутая и др.).

- Листья:

- форма (одинаковые или разные);

- положение (прижаты к стеблю, отстают от стебля);

- расположение (спиральное, четырехрядное, многорядное или др.).

- Спорофиллы:

- форма (сходны с вегетативными листьями или отличаются от них);

- расположение (собраны в колосок или не образуют колосок).

- Спороносный колосок:

- расположение (на ножке, сидячий; по одному, по два, более двух);

- форма (удлиненно-цилиндрическая, овально-цилиндрическая или др.).

3. Описание представителей отдела Хвощеобразные (Equisetophyta).

- Побеги:

- форма (одинаковые или спороносные отличаются от стерильных);

- появление (одновременное; спороносные появляются раньше стерильных);

- продолжительность жизни (однолетние, многолетние).

- Влагалище:

- форма (воронковидная, цилиндрическая);

- расположение (отодвинуты друг от друга; придвинуты друг к другу);

- число листовых зубцов;

- срастание зубцов (спаянные, свободные);

- форма листовых зубцов (шиловидные, ланцетовидные, широколанцетные, тупые или др.);

- белая кайма (есть или нет).

- Спороносный колосок:

- верхушка (острая или тупая).

4. Описание представителей отдела Папоротникообразные (Polypodiophyta).

- Растение:

- продолжительность жизни (однолетнее или многолетнее).

- Корневище:

- толщина (толстое или тонкое);
- длина (короткое или длинное);
- расположение (вертикальное или горизонтальное).

- Листья:

- форма (одинаковые; спороносные отличаются от стерильных; цельные, разрезанные);

- форма очертания пластинки (треугольная, ланцетная, сердцевидная, овальная или др.);

- тип разрезанной пластинки (раздельная, рассеченная; пальчато-, перисто-, одиножды-, дважды- и т.д.);

- форма сегментов (линейная, ланцетная, клиновидная, яйцевидная, округлая и др.).

- Сорусы:

- расположение (по краям листа, по всему листу; удалены друг от друга, сливаются);

- форма (округлая, линейная, подковообразная и др.);

- индузий — пленчатое покрывало, прикрывающее группы спорангиев в сорусе (есть или нет; прикрепляется серединой или краями).

5. Описание представителей отдела Голосемянные (*Gymnospermae*, *Pinophyta*).

- Растение:

- побеги (только длинные, длинные и укороченные);

- вечнозеленое или листопадное.

- Листья:

- форма (игольчатые, чешуйчатые);

- форма сечения игольчатых (плоская, плоско-выпуклая, четырехгранная);

- верхушка (острая, выемчатая);

- длина;

- расположение (спиральное, супротивное, мутовчатое, пучками и т.д.).

- Шишка женская:

- расположение в пространстве (повисающая, прямостоячая);

- форма (цилиндрическая, овальная, округлая и т.д.);

- длина;

- опадение (сразу после высыхания семян, через 3—4 года; целиком или по частям);

- семенные чешуйки (есть, нет; деревянистые или сочные; форма).

6. Описание представителей отдела Покрытосемянные (Angiospermae, Magnoliophyta).

- Растение:
  - древесное, кустарниковое, травянистое;
  - однолетнее, двулетнее или многолетнее;
  - однодольное или двудольное.
- Корневая система:
  - происхождение (система главного корня, придаточных корней, смешанная и др.);
  - форма (стержневая, мочковатая, ветвистая);
  - видоизменения корней.
- Стебель:
  - прямостоячий, вьющийся, цепляющийся, стелющийся и др.;
  - ветвление (ветвится или не ветвится; тип ветвления);
  - опушенный или голый;
  - форма поперечного сечения (округлая, четырехгранная, трехгранная и др.);
  - видоизменения стебля.
- Листья:
  - простые (черешковые или сидячие; влагалищные или нет; с прилистниками или без прилистников; форма листовой пластинки; форма края листовой пластинки; жилкование);
  - сложные (с прилистниками или без прилистников; форма листа; форма листочка; форма края листочка; число листочков);
  - листорасположение;
  - наличие прикорневой розетки;
  - видоизменения листьев.
- Соцветия:
  - сложное (симподиальное или моноподиальное; вид соцветия);
  - простое (с удлиненной остью, с укороченной остью; вид соцветия).
- Цветок:
  - правильный или неправильный;
  - околоцветник (двойной или простой);
  - чашечка (свободная, сросшаяся; форма срастания);
  - венчик (свободный, сросшийся; форма срастания; число долей; окраска; шпорец, нектарий, шлем);
  - андроцей (двусильный, четырехсильный и др.; тычинки: свободные либо срастающиеся; андроцей: однобратственный, двубратственный, многобратственный; число тычинок);

— гинецей монокарпный (образован одним плодолистиком), апокарпный (состоит из двух — многих свободных простых плодолистиков — каждый из них образует пестик), ценокарпный (состоит из нескольких сросшихся стенками плодолистиков, из которых образуется один пестик). Подтипы ценокарпного гинецея: синкарпный (образован плодолистиками, которые срастаются между собой боковыми стенками); паракарпный (возникает при срастании плодолистиков краями); лизикарпный (плодолистики срастаются боковыми стенками, границы между которыми исчезают);

— формула цветка: чашечка, венчик, андроцей, гинецей, околоцветник: простой или двойной; типы цветков: обоеполые, пестичные, тычиночные; актиноморфные, зигоморфные, ассиметричные.

- Плод: тип плода.

### *Список рекомендуемой литературы*

1. Миркин, Б.М. Словарь понятий и терминов современной фитоценологии [Текст] / Б.М. Миркин, Г.С. Розенберг, Л.Г. Наумова. — М. : Наука, 1989. — 223 с.

2. Павлова, М.Е. Школьный гербарий: изготовление и хранение [Текст] / М.Е. Павлова, И.В. Ягодковская. — М. : Чистые пруды, 2006. — 32с.

3. Неронов, В.В. Полевая практика по геоботанике в средней полосе Европейской России [Текст] : метод. пособие. — М. : Изд-во Центра охраны дикой природы, 2002. — 139 с.

## **71. ВЫБОР УЧЕТНЫХ ПЛОЩАДОК ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

**Цель:** ознакомиться с правилами выбора учетных площадок при проведении экологических исследований.

**Задачи:**

- ознакомиться с понятием «учетная площадка»;
- освоить приемы закладки пробных площадок.

**Оборудование:** рулетка.

**Новые понятия:** учетная площадка, метод пробных площадей.

**Классы:** 6—11.

### **Комментарии**

Одной из существенных задач учебной практики, помимо знакомства с наиболее типичными растительными сообществами терри-

тории, следует считать освоение методики выполнения *геоботанических описаний*, являющихся основой любого геоботанического исследования. Изучение наземных фитоценозов при маршрутных исследованиях проводится *методом пробных площадей* — специально выделенных участков исследуемого фитоценоза. Среди основных достоинств этого метода следует назвать его достаточную точность, поскольку внимание геоботаника сосредоточивается на сравнительно небольшой и строго фиксированной площади, а не «распыляется» по всему сообществу. Тем не менее эта точность имеет определенный предел, поэтому уже для более детальных крупномасштабных исследований стандартные пробные площади мало подходят, так как захватывают несколько элементарных фитоценологических систем, что неоднократно отмечалось исследователями.

Пробная площадь закладывается в наиболее характерном, типичном для данной ассоциации месте, подальше от дорог, просек и других нарушений естественного растительного покрова, а также от границ с другими ассоциациями. Она имеет форму квадрата, размер которого не одинаков для отдельных типов растительности. При исследовании лесов принято закладывать пробные площади размером  $400 \text{ м}^2$ , а травянистой растительности —  $100 \text{ м}^2$ . Если фитоценоз имеет небольшие размеры, то его описывают в пределах естественных границ с указанием размеров.

При определении размеров учетных площадок необходимо учитывать размеры растительных организмов, а также размеры исследуемой территории. Немаловажное значение имеет численности растительных организмов и характер их распределения. В настоящее время при проведении исследований используются учетные площадки размерами от  $10 \text{ см}^2$  до  $100 \text{ м}^2$ .

Одно из первых требований состоит в том, чтобы распределение учетных площадок было свободно от всяких элементов субъективизма. Если исследуемый участок достаточно однообразен, то есть на его территории нет ярко выраженной пятнистости в распределении растений, то вначале готовят план местности, а затем на него накладывают решетку с пронумерованными квадратами. Номер квадратов переписывают на карточки или фишки и помещают их в барабан, как при розыгрыше лотереи. Вынутую однажды фишку не возвращают в барабан.

При наличии пятнистости в распределении растений поступают следующим образом. Выбирают произвольную точку на исследуемой территории или на решетке, наложенной на план местности, и из этой точки бросают какой-либо предмет. Затем выбирают пятно требуемой растительности, которое ближе всего к месту его падения. При этом

нужно помнить, что пятнистость зависит от времени года, возрастного состава популяции, а также плотности распределения растений.

### ***Ход работы***

1. Составьте план изучаемого участка. Можно воспользоваться составленным ранее (работа 1).

2. На плане изучаемого участка отметьте расположение учетной площадки и ее размеры.

### ***Контрольные вопросы***

1. Что такое учетная площадка?
2. Перечислите правила закладки учетных площадок.
3. Почему для исследований берутся учетные площадки?

В ходе работы учащиеся знакомятся с методикой проведения экологических исследований.

### ***Применение***

В начале полевых исследований.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Биоиндикация загрязнения наземных экосистем [Текст] / под ред. Р. Шуберта. — М. : Мир, 1988. — 350 с.

2. Булохов, А.Д. Фитоиндикация и ее практическое применение [Текст]. — Брянск : Изд-во БГУ, 2004. — 245 с.

3. Неронов, В.В. Полевая практика по геоботанике в средней полосе Европейской России [Текст] : метод. пособие. — М. : Изд-во Центра охраны дикой природы, 2002. — 139 с.

## **72. ЖИЗНЕННЫЕ ФОРМЫ РАСТЕНИЙ**

***Цель:*** научиться определять жизненные формы растений.

***Задачи:***

- ознакомиться с понятием «жизненная форма»;
- вспомнить типы жизненных форм растений и их характерные особенности;
- продолжить знакомство с растениями своего региона;
- распределить растения по жизненным формам.

***Новые понятия:*** жизненная форма.

**Оборудование:** определители растений.

**Учебные дисциплины:** биология.

**Класс:** 6.

### **Комментарии**

Особенности внешнего вида растений называются *жизненной формой*. Выделяют следующие жизненные формы: деревья, кустарники, однолетние, двулетние и многолетние травы.

Деревянистые растения имеют многолетние надземные побеги с почками возобновления, расположенными высоко над землей. Дерево имеет ствол в нормальных условиях существующий в течение всей жизни особи.

Кустарник отличается от дерева многоствольностью, причем каждый отдельный ствол (стволик) живет значительно меньше времени жизни растений.

Травянистые растения бывают однолетние, двулетние и многолетние. Многолетние растения имеют подземные или приземные почки возобновления, скрытые в ветоши, опаде или почве. Однолетние травы не имеют почек возобновления и отмирают после цветения и плодоношения. Двулетние в первый год жизни набирают вегетативную массу и оставляют питательные вещества на зиму в подземных запасующих органах (клубнях, луковицах, корнеклубне, клубнелуковице).

Лианы представляют сборную группу деревянистых и травянистых растений, использующих другие растения как опору для вынесения кроны в верхние ярусы растительности.

### **Ход работы**

1. Заложите пробную площадку 20\*20 м.
2. Определите растения, встречающиеся на площадке, для этого воспользуйтесь определителями.
3. Распределите определенные вами растения по видам жизненных форм: деревья, кустарники, кустарнички, однолетние, двулетние и многолетние травы.

### **Контрольные вопросы**

1. Что такое жизненная форма?
2. Дайте описание жизненных форм.
3. По каким признакам растения относят к деревьям?
4. Чем кустарники отличаются от деревьев?
5. Что характерно для однолетних трав?

6. Какие органы образуют двулетние растения на 1 и 2 год?
7. Где расположены почки возобновления у двулетних растений?
8. Может ли один и тот же вид иметь разные жизненные формы?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания о внешнем виде растений;
- развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### ***Применение***

Работа может быть использована в курсе биологии 6 класса при изучении темы «Жизненные формы растений», во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Викторов, В.П. Биология. Растения. Бактерии. Грибы и Лишайники [Текст] : учеб. для уч-ся 6 кл. общеобразоват. учреждений : в 2 ч. — Ч. 1 / В.П. Викторов, А.И. Никишов. — М. : ВЛАДОС, 2005. — 128 с.
2. Палкина, Т.А. Эколого-геоботанические методы полевой практики [Текст] // Современная экология — наука XXI века : матер. междунар. науч.-практ. конф. (17—18 октября 2008 г.) / отв. ред. Е.С. Иванов. — Рязань : РГУ, 2009. — Т. 2. — 108 с.
3. Петунин, О.В. Изучение экологии в школе. Программы элективных курсов, конспекты занятий, лабораторный практикум, задания и упражнения [Текст]. — Ярославль : Академия развития ; Владимир : ВКТ, 2008. — 192 с.
4. Тимонин, А.К. Ботаника. Высшие растения [Текст] : учеб. для студ. высш. учеб. заведений : в 4 т. — Т. 3. — М. : Академия, 2007. — 352 с.

## **73. ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКА СЕЗОННОГО РАЗВИТИЯ**

***Цель:*** научиться строить графики сезонного развития.

***Задачи:***

- ознакомиться с понятием «график сезонного развития»;
- повторить особенности органогенеза растений;



— построить график сезонного развития.

**Новые понятия:** график сезонного развития, фенология, онтогенез, ярусность во времени.

**Учебные дисциплины:** биология.

**Класс:** 6.

### **Комментарии**

Растительные организмы, входящие в состав фитоценоза имеют, как правило, различные темпы прохождения этапов *органогенеза* (формирования органов), неодинаковую скорость нарастания вегетативной массы, различные сроки цветения и плодоношения. Это явление получило название *ярусность во времени* (смена аспектов или сезонная изменчивость фитоценозов). Оно связано с годичным ритмом изменения почвенно-климатических условий.

При изучении ярусности во времени осуществляют наблюдения за ростом и развитием растений, слагающих фитоценоз. В процессе этих наблюдений фиксируют следующие показатели:

1. Развитие генеративных побегов.
2. Развитие листовой поверхности вегетативных побегов.
3. Закладка почечных чешуй.
4. Закладка зеленых листьев.
5. Закладка зачатков цветов и соцветий.

6. Фазы цветения. Начало отмечается при появлении раскрывшихся пыльников у 10 % бутонов, массовое — у 60—70 %. Окончание цветения при засыхании тычинок и венчика у подавляющего количества цветков (а верхушках побегов могут остаться единичные цветки).

7. Фазы плодоношения. Образование плодов — период от опыления до появления плодов. Созревание плодов отмечается в момент усыхания крылаток, щетинок, уплотнения и затвердения опушенной оболочки боба или сами плоды становятся жесткими и упругими. Начало фазы отмечается в момент созревания 10 % плодов, массовое созревание в момент созревания 70 % плодов.

8. Границы вегетационного периода. Окончание вегетации отмечают, когда отмирает большая часть генеративных побегов и листьев. Фенологические наблюдения на кустарниках и полукустарниках проводятся через 5—10 дней, на травянистых растениях — ежедневно или через день.

Для регистрации фенофаз рекомендуется применять метод, суть которого состоит в следующем: фенофазы обозначают заглавными буквами их русских наименований и индексами. Индекс соответству-

ет оценке фенофазы по десятибалльной шкале. Например: В3-вегетация — 30 %, Б-60-бутонизация — 60 %. Данные, полученные таким образом, легче поддаются формализации, а следовательно, и математической обработке.

На основе наблюдений за ростом и развитием растений, составляющих фитоценоз, строятся графики сезонного развития. На графиках строятся кривая развития листовой поверхности вегетативных побегов и кривая развития генеративных побегов в течение года.

### ***Ход работы***

1. Проведите наблюдение за наступлением фенофаз у березы и рябины на территории парка и за его пределами (в районе городской застройки).

2. Постройте график сезонного развития, для этого над кривой развития генеративных побегов с помощью символов отметьте время проявления показателей, характеризующих развитие генеративных органов и плодоношение, на графике также отметьте границы вегетационного периода.

3. Графики сезонного развития постройте для каждого вида растений, входящих в состав фитоценоза.

4. Охарактеризуйте сезонную ритмику всего растительного сообщества.

5. Проведите наблюдения за изменением характера развития в течение нескольких лет.

### ***Контрольные вопросы***

1. Перечислите и охарактеризуйте возрастные периоды в жизни растений.

2. Что такое фенофаза?

3. От чего зависит наступление фенофаз?

4. В каких областях используются фенологические наблюдения?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

— расширяют знания о растениях своего региона, о фенофазах;

— развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции;

— закрепляют навыки работы с определителями.

### ***Применение***

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, в курсе биологии 6 класса при изучении темы «Возрастные

периоды в жизни растений», во внеурочной деятельности, результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Викторов, В.П. Биология. Растения. Бактерии. Грибы и Лишайники [Текст] : учеб. для уч-ся 6 кл. общеобразоват. учреждений : в 2 ч. — Ч. 1 / В.П. Викторов, А.И. Никишов. — М. : ВЛАДОС, 2005. — 128 с.

2. Зайцева, В.Н. О фенологических наблюдениях учащихся [Текст] / В.Н. Зайцева, Т.Л. Гришко, Е.Е. Кравченко // Биология в школе № 1. — М. : Педагогика : Биология в школе, 1990. — С. 62—64.

3. Кавеленова, Л.М. Проблемы организации системы фитомониторинга городской среды в условиях лесостепи [Текст]. — Самара : Самарский Университет, 2003. — 124 с.

4. Методические указания по мобилизации растительных ресурсов и интродукции аридных кормовых растений [Текст] / под ред. Г.И. Бычкова. — М. : Россельхозакадемия, 2000. — 84 с.

5. Николаевский, В.С. Методы оценки состояния древесных растений и степени влияния на них неблагоприятных факторов [Текст] / В.С. Николаевский, Н.Г. Николаевская, Е.А. Козлова // Лесной вестник. — 1999, май. — № 2(7). — С. 76—77.

6. Суворова, С.А. Опытническая работа школьников с растениями [текст] : учеб. пособие / С.А. Суворова, К.И. Дагаргулия ; Ряз. гос. ун-т им. С.А. Есенина. — Рязань, 2006. — 156 с.

7. Цандекова, О.Л. Фенологическая оценка древесных растений в очагах загрязнения выбросов автотранспорта [Текст] // Современный мир, природа и человек : межвуз. сб. науч. тр. — Томск : Крокус, 2009. — Т. 1. — № 1. — С. 97.

## **74. ИЗУЧЕНИЕ ФЕНОФАЗ ЗЛАКОВЫХ КУЛЬТУР**

***Цель:*** научиться определять фенофазы злаковых культур.

***Задачи:***

- ознакомиться с понятием «фенофаза»;
- научиться отличать фенофазы злаковых культур;
- провести сезонные наблюдения за злаковыми культурами.

***Учебные дисциплины:*** биология.

***Новые понятия:*** фенофаза, фенология.

***Классы:*** 6.

## **Комментарии**

Периодичность жизненных процессов является характерной особенностью всех организмов. Она выражается в суточном, сезонном, погодном и иных ритмах. Сезонный ритм четко прослеживается у обитателей периодического климата с ярко выраженной сезонностью. Чередование активной жизни и периодов покоя у растений вызывает у них изменение облика в разное время года. Система знаний о сезонной динамике природных явлений и их взаимосвязях носит название *фенологии*. Основной ее метод — непосредственные длительные наблюдения природных явлений, выявление их связей.

*Фенофазы* — ежегодно повторяемые явления в годовом цикле развития растений.

Фенофазы злаковых культур:

1. Всходы отмечаются: начало (появление 25 % от всего количества), массовое появление (50—60 %), полные всходы (75—80 %).

2. Образование третьего листа.

3. Кущение.

4. Выход в трубку.

5. Колошение — начало — момент появления во влагалищах листьев 10 % колосков, массовое — 70 %.

6. Цветение — начало отмечается при появлении раскрывшихся пыльников у 10 % бутонов, массовое — у 60—70 %. Окончание цветения при засыхании тычинок и венчика у подавляющего количества цветков (а верхушках побегов могут остаться единичные цветки).

7. Молочная спелость.

8. Восковая спелость.

9. Полная спелость.

Фенологические наблюдения травянистых растений проводятся ежедневно или через день.

Для регистрации фенофаз рекомендуется применять метод, суть которого состоит в следующем: фенофазы обозначают заглавными буквами их русских наименований и индексами. Индекс соответствует оценке фенофазы по десятибалльной шкале. Например: ВЗ — вегетация 30 %, Б6 — бутонизация 60 %. Данные, полученные таким образом, легче поддаются формализации, а следовательно, и математической обработке.

## **Ход работы:**

1. На исследуемом участке выберите злаковое растение, произрастающее вблизи автомагистрали и на удаленном участке.

2. В течение года проведите наблюдения за развитием злаковой культуры. Фенологические наблюдения занесите в бланк.

3. Сравните данные, полученные с разных участков, и сделайте выводы о влиянии загрязнения на развитие растений.

### ***Контрольные вопросы***

1. Дайте объяснение понятию «фенофаза».
2. Перечислите и охарактеризуйте возрастные периоды в жизни злаков.
3. От чего зависит наступление фенофаз?
4. В каких отраслях промышленности или с/х используются фенологические наблюдения?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания о растениях своего региона, о фенофазах;
- закрепляют навыки работы с определителями;
- развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### ***Применение***

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, в курсе биологии 6 класса при изучении темы «Возрастные периоды в жизни растений», во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### ***Список использованной литературы***

1. Методические указания по мобилизации растительных ресурсов и интродукции аридных кормовых растений [Текст] / под ред. Г.И. Бычкова. — М. : Россельхозакадемия, 2000. — 84 с.
2. Савинов, И.А. Ботанические экскурсии по Москве и Московской области [Текст]. — М. : Социально-политическая мысль. — 124 с.
3. Суворова, С.А. Опытническая работа школьников с растениями [текст] : учеб. пособие / С.А. Суворова, К.И. Дагаргулия ; Ряз. гос. ун-т им. С.А. Есенина. — Рязань, 2006. — 156 с.

## **75. ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВЫЕ РАСТЕНИЯ В ОЗЕЛЕНЕНИИ ГОРОДА**

***Цель:*** определить виды растений, используемых в озеленении города

### **Задачи:**

- закрепить приемы работы с определителями;
- продолжить знакомство с растениями своего региона;
- научиться определять интродуцированные виды.

**Оборудование:** определители древесно-кустарниковых растений, блокнот, карандаши, лупа.

**Новые понятия:** интродуцированные растения.

**Учебные дисциплины:** биология, география.

**Классы:** 6, 8.

### **Комментарии**

В парках высаживают преимущественно цветочно-декоративные растения. К ним относятся древесные, кустарниковые и травянистые формы из разных ботанических семейств. Одни из них выращивают ради красоты цветка, другие — из-за аромата, третьи — в связи с оригинальной формой и окраской листьев.

Из древесно-кустарниковых пород в парках высаживают каштаны, липу, рябину, белую акацию, сирень, шиповник, снежкогодник, спиреи и др.

Многие растения, возделываемые на клумбах, цветниках и аллеях, являются либо хорошими медоносами (липа, белая акация и пр.), либо представляют лекарственную ценность (рябина, шиповник, белая акация, липа и др.).

### **Ход работы**

1. Проведите флористические обследования древесно-кустарниковой растительности, используемой для озеленения.

2. Составьте список растений.

3. Проведите анализ с определением местных и интродуцированных видов.

4. Определите, какой процент аборигенных и интродуцированных видов используется в озеленении.

5. Установите закономерность в распределении видов древесно-кустарниковых растений в озеленении города.

### **Контрольные вопросы**

1. Какие растения называются интродуцированными, а какие аборигенными?

2. Какие требования предъявляются к интродуцированным растениям?

3. Какими правилами руководствуются при интродукции растений?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания о растениях своего региона, о местных и интродуцированных видах;
- закрепляют навыки работы с определителями;
- развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### ***Применение***

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, в курсе природоведения, в курсе географии 8 класса при изучении темы «Природные зоны», 6 класс биология «Условия жизни растений», во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Блинников, В.И. Биоэкологические экскурсии в природу [Текст] : учеб. пособие для учителей биологии / В.И. Блинников, Л.Н. Блинникова. —Рязань : Горизонт, 1993. — 64 с.
2. Рямова, Н.А. Деревья: от Акации до Ясеня [Текст]. — М. : Карпуз : ТЦ «Сфера», 2006. — 192 с.
3. Суворова, С.А. Опытническая работа школьников с растениями [текст] : учеб. пособие / С.А. Суворова, К.И. Дагаргулия ; Ряз. гос. ун-т им. С.А. Есенина. — Рязань, 2006. — 156 с.

## **76. ВИДОВОЕ МНОГООБРАЗИЕ ПАРКОВОГО СООБЩЕСТВА**

***Цель:*** познакомить учащихся с видовым многообразием паркового сообщества.

### ***Задачи:***

- расширить знания о деревьях и кустарниках своего региона;
- развить навыки визуального определения основных древесных пород;
- овладеть приемами исследовательской работы;
- закрепить умения пользоваться определителями.

***Оборудование:*** определители растений, фотоаппараты, гербарные папки.

***Новые понятия:*** доминанты, эдификатор, фитоценоз, аменсализм.

**Учебные дисциплины:** биология, краеведение, экология, география.

**Классы:** 6, 8, 10.

### **Комментарии:**

Охрана видов в используемых экосистемах заключается в наложение запрета на сбор красиво цветущих растений, на заготовку тех видов лекарственных трав, популяции которых уже ослаблены интенсивной эксплуатацией, на промысел редких видов птиц, млекопитающих, отдельных видов рыб, на отлов редких видов бабочек и жуков и т.д. Успешность охраны флоры и фауны зависит от многих факторов. Причинами ослабления и даже уничтожения популяций, кроме чрезмерной добычи, могут быть разрушение местообитаний, вселение новых видов-конкурентов, вытесняющих охраняемый вид, загрязнение и т.д.

**Эдификатор** — вид, обладающий высокой средообразующей ролью и поэтому контролирующей режим отношений во всем растительном сообществе. При этом нужно всегда иметь в виду, что эдификатор данного конкретного фитоценоза (как самое конкурентно-мощное растение в нем) в другом сообществе может оказаться на позициях подчиненного компонента.

В лесах ярким примером эдификатора является ель обыкновенная, выступающая в качестве очень сильного средообразователя и тем самым влияющая на состав и распределение всех остальных растений, начиная от деревьев и заканчивая мхами и лишайниками в напочвенном ярусе. Взаимоотношения ели и травянистых растений относятся к типу *амэнсалистических* (один из взаимодействующих организмов испытывает угнетение, а второму взаимодействие безразлично), из-за недостатка света под елью не могут произрастать другие растения (вспомните, что находится под ногами, когда вы гуляете по лесу).

Эдификаторная роль не обязательно должна принадлежать верхнему ярусу — в ряде случаев возможно создание фитоценоза при ценотической системообразующей роли растений нижнего, приземного яруса, который и будет в этом случае главным.

### **Ход работы**

1. Методом маршрутных экскурсий обследуйте все зоны парка.
2. С помощью определителей выясните, какие растения были встречены вами по пути.
3. Выберите несколько часто встречающихся растений и сфотографируйте: цветок и соцветие крупным планом и общий вид.



4. Определите доминирующих виды и виды-эдификаторы.
5. Занесите названия редких видов растений в отдельный список. Опишите состояние их популяции.

### ***Контрольные вопросы***

1. Какие редкие виды растений обнаружены на территории парка?
2. Что такое вид-эдификатор, аменсализм?
3. Что значит доминирующий вид?
4. Какие растения самые старые на территории парка?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания о растениях своей местности, о фитоценозах;
- развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции;
- закрепляют навыки работы с определителями;

### ***Применение***

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, при работе со школьниками с 6 класса после прохождения систематики растений или как заключительный урок по ботанике, географии 8 класса «Биологические ресурсы, их рациональное использование», во внеурочной деятельности, в курсе экологии 10 класса «Экосистемы»; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

Можно использовать определители с фотографиями (Грау Ю. и др., 2002. Кремер Б.П., 2002), флористический пособия (Андреева И.И., Родман Л.С., 2005). Школьники учатся правильно изготавливать гербарий (на самых распространенных растениях). Составляется фотоальбом видового многообразия растений парка.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Грау, Ю. Дикорастущие лекарственные растения [Текст] / Ю. Грау, Р. Юнг, Б. Мюнker ; пер. с нем. И. Муронец // Самый популярный справочник. — М. : АСТ : Астрель, 2002. — 288 с.
2. Кремер, Б.П. Деревья: местные и завезенные виды Европы [Текст] : пер. с нем. — М. : АСТ : Астрель, 2002. — 288 с.

### ***Список использованной литературы***

1. Миркин, Б.М. Устойчивое развитие: вводный курс [Текст] : учеб. пособие / Б.М. Миркин, Л.Г. Наумова. — М. : Университетская книга, 2006. — 312 с.

2. Неронов, В.В. Полевая практика по геоботанике в средней полосе Европейской России [Текст] : метод. пособие. — М. : Изд-во Центра охраны дикой природы, 2002. — 139 с.

3. Петунин, О.В. Изучение экологии в школе. Программы элективных курсов, конспекты занятий, лабораторный практикум, задания и упражнения [Текст]. — Ярославль : Академия развития ; Владимир : ВКТ, 2008. — 192 с.

4. Романов, С.А. Основные направления экологических исследований и использование их результатов в преподавании школьного курса географии [Текст] // Современная экология — наука XXI века : матер. междунар. науч.-практ. конф. (17—18 октября 2008 г.) / отв. ред. Е.С. Иванов. — Рязань : РГУ, 2009. — Т. 2. — 108 с.

5. Чернова, Н.М. Основы экологии [Текст] : учеб. для 10(11) кл. общеобразоват. учреждений / Н.М. Чернова, В.М. Галушин, В.М. Константинов. — 7-е изд., стереотип. — М. : Дрофа, 2003. — 304 с.

## 77. СРАВНЕНИЕ ФЛОР ПО ИХ ВИДОВОМУ СОСТАВУ

**Цель:** научиться сравнивать флоры по их видовому составу и оценивать их различия или сходство.

**Задачи:**

— ознакомиться с понятиями «флора», «растительное сообщество»;

— научиться сравнивать флоры по их видовому составу;

— научиться оценивать различия или сходство флор.

**Новые понятия:** растительное сообщество, экосистема, фитоценоз, критерий Фишера.

**Учебные дисциплины:** биология.

**Класс:** 6.

### **Комментарии**

*Растительное сообщество* (фитоценоз) — совокупность видов растений на однородном участке, находящихся в сложных взаимоотношениях между собой и с условиями окружающей среды. Характеризуется определенным видовым составом и структурой.

*Экосистема* — совокупность популяций различных видов растений, животных и микробов, взаимодействующих между собой и окружающей их средой таким образом, что эта совокупность сохраняется неопределенно долгое время.

При некоторых экологических исследованиях приходится сравнивать исследуемые регионы по их видовому составу. Для этого определяют количество видов, встречающихся в первом (а) и во втором (в) регионах, а затем количество видов, встречающихся одновременно в обоих регионах (с).

На основе этих данных рассчитывают доли общих видов в двух сравниваемых регионах по формулам:

$$p_1 = \frac{c}{a}; \quad p_2 = \frac{c}{b}.$$

Затем вычисляется средняя доля по формуле:

$$P = \frac{2c}{a + b}.$$

Сравнение видового состава регионов осуществляется по формуле:

$$F = \frac{(p_1 - p_2)^2}{\left(\frac{1}{a} + \frac{1}{b}\right) (1 - P) P},$$

где F — критерий Фишера;

$p_1, p_2$  — доли общих видов в сравниваемых регионах;

a, b — число видов в первом и во втором регионах;

$P$  — средняя доля.

*Пример:*

В флористическом районе А насчитывается 1000 видов (а), в районе В — 500 видов (b). Общими для обоих районов оказались 100 видов (с). Необходимо определить, различаются эти районы по видовому составу или нет.

*Порядок сравнения:*

1. Доля общих видов в районе А:  $p_1 = c/a = 100/1000 = 0,1$ .

2. Доля общих видов в районе В:  $p_2 = c/b = 100/500 = 0,2$ .

3. Средняя доля:  $P = 2c / (a + b) = 2 \times 100 / (1000 + 500) = 0,133$ .

4. Оценка достоверности различий районов по видовому составу:  $F = (p_1 - p_2)^2 / \left(\frac{1}{a} + \frac{1}{b}\right) (1 - P) P = (0,1 - 0,2)^2 / \left(\frac{1}{1000} + \frac{1}{500}\right) (1 - 0,133) 0,133 = 28,8$ .

При  $v_1 = 1$  и  $v_2 = 100 + 500 - 2 = 1498$  критическое значение критерия Фишера составляет 3,84. Полученное нами значение равно

28,8, что превышает критическое значение. Это означает, что исследуемые районы А и В не сходны по флористическому составу.

Если полученное значение F меньше критического значения, взятого из таблицы для данных степеней свободы, то это говорит об отсутствии различий во флористическом составе сравниваемых районов.

### ***Ход работы***

1. Зафиксируйте численные значения количества видов, встречающихся в первом (а) и во втором (в) регионах.

2. Зафиксируйте количество видов, встречающихся одновременно в обоих регионах (с).

3. Определите значения доли общих видов ( $p_1, p_2$ ).

4. Определите значение средней доли (P).

5. Вычислите значение критерия Фишера с указанием значимости различий.

6. Оценка достоверности различий осуществляется по таблице, в которой указаны значения критерия Фишера (ее можно найти в любом учебнике «Биометрия» или «Математическая статистика», «Методика полевого эксперимента»). Количество степеней свободы определяется следующим образом:  $v_1 = 1$  (горизонтальная графа таблицы),  $v_2 = a + б - 2$  (вертикальная графа таблицы).

### ***Контрольные вопросы***

1. Что такое флора и растительность?

2. Как можно сравнить флоры между собой?

3. Какие показатели используются для сравнения флор?

4. Могут ли в растительном сообществе жить растения разных экологических групп?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

— расширяют знания о растениях своего региона, о способах сравнения флор;

— формируют навыки оценки флористического состава;

— развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### ***Применение***

Работа может быть использована на уроках биологии 6 класса в теме «Растительное сообщество», во внеурочной деятельности, результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования

## Список рекомендуемой литературы

1. Биоиндикация загрязнения наземных экосистем [Текст] / под ред. Р. Шуберта. — М. : Мир, 1988. — 350 с.
2. Викторов, В.П. Биология. Растения. Бактерии. Грибы и Лишайники [Текст] : учеб. для уч-ся 6 кл. общеобразоват. учреждений : в 2 ч. — Ч. 1 / В.П. Викторов, А.И. Никишов. — М. : ВЛАДОС, 2005. — 128 с.
3. Петунин, О.В. Изучение экологии в школе. Программы элективных курсов, конспекты занятий, лабораторный практикум, задания и упражнения [Текст]. — Ярославль : Академия развития ; Владимир : ВКТ, 2008. — 192 с.

## 78. ИЗУЧЕНИЕ ЯРУСНОГО СТРОЕНИЯ ФИТОЦЕНОЗА

**Цель:** научиться определять высоту древесного и кустарникового яруса.

**Задачи:**

- ознакомиться с понятием «ярусность»;
- научиться выделять ярусы на местности;
- научиться описывать надземные ярусы.

**Оборудование:** эклиметр, рулетка, шест, градуированный в сантиметрах, картонный экран с делениями или вертикальная рама размером 1 м<sup>2</sup>, разделенная внутри проволокой или веревкой на дециметровые отрезки.

**Новые понятия:** ярусность, эклиметр, ассимилирующие органы растений.

**Учебные дисциплины:** биология, экология.

**Класс:** 6, 10.

### Комментарии

Виды распределяются в пространстве в соответствии с потребностями организмов и условиями местообитания, создают ярусное строение растительных сообществ. Под *ярусностью* понимают расчлененность фитоценоза на структурные или функциональные горизонты (ярусы), имеющие различную степень сомкнутости и принимающие различное участие в ассимиляции и аккумуляции веществ и энергии, в косвенном или непосредственном влиянии на жизнь организмов фитоценоза.

Ярусом называют часть слоя растительного сообщества, в котором располагаются *ассимилирующие органы растений* — листья, стебли или всасывающие участки корней, запасующие подземные органы растений (корни, корневища, клубни, луковицы).

Выделяют надземную и подземную ярусность. В структуре надземной ярусности лесных фитоценозов обычно выделяют следующие виды ярусов:

1. Древесный (3 яруса).
2. Кустарниковый (подлесок) (2 яруса).
3. Травяно-кустарниковый (3 яруса).
4. Мохово-лишайниковый.

В широколиственном лесу умеренного пояса можно выделить 5—6 ярусов: первый (верхний) ярус образован деревьями первой величины (дуб черешчатый, липа сердцевидная, клен платановидный и др.); второй — деревьями второй величины (рябина обыкновенная, черемуха, дикая яблоня и др.); третий — кустарниками (лещина обыкновенная, бересклет бородавчатый, крушина ломкая и др.); четвертый — высокими травами (бор развесистый, чистец лесной и др.); пятый — травами средней величины (сныть обыкновенная, осока волосистая, подмаренник душистый и др.); шестой — низкими травами, такими как копытень европейский. В еловых лесах ярусов меньше и четко выделяются только три: древесный, травяно-кустарничковый и моховой.

В травяных фитоценозах выделяют 2—3, а иногда и 4 надземных яруса, но они менее выражены, чем в лесных.

Подземные ярусы не всегда четко разграничены друг от друга. Однако большая масса активно работающих окончаний корней лежит в почве на разных уровнях, что дает основание выделить в подземной части 2—4 яруса.

Ярусность в значительной мере способствует уменьшению конкуренции между растениями в фитоценозах и позволяет разместиться на одной и той же территории очень большому количеству видов.

### ***Ход работы***

1. Определите высоту древесного яруса с помощью эклиметра (небольшой транспортир, с отвесом, прикрепленным в точке, от которой начинают измерение углов). Транспортир разместите на уровне глаз таким образом, чтобы угол между его прямой гранью и нитью отвеса составил  $45^\circ$ . Держите в руке транспортир и отходите от объекта, высоту которого нужно определить на такое расстояние, пока мысленная линия, проходящая через прямую грань, не совпадет с

наивысшей точкой изучаемого объекта. При этом образуется равнобедренный прямоугольный треугольник. Отсюда высота объекта будет равна расстоянию от исследователя до объекта плюс рост исследователя минус десять сантиметров.

2. Высоту кустарниковых ярусов определите с помощью шеста, градуированного в сантиметрах или дециметрах.

3. Для изучения травянистых ярусов используйте или картонный экран с делениями или вертикальную раму размером 1 м<sup>2</sup>, разделенную внутри проволокой или веревкой на дециметровые отрезки. Экран или раму поставьте на землю и на их фоне отсчитайте высоту каждого яруса.

4. Оцените количество ярусов и характер ярусной структуры.

### ***Контрольные вопросы***

1. Что такое ярусность?
2. Какая примерная высота каждого яруса?
3. Назовите жизненные формы растений, входящие в каждый ярус?
4. К какой группе относятся лишайники?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания о растениях своего района, о ярусности как характеристике фитоценоза;
- развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.
- закрепляют навыки работы с определителями.

### ***Применение***

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, на уроках биологии 6 класса в теме «Растительное сообщество», в курсе экологии 10 класса в теме «Структура биогеоценоза», во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Зверев, А.Т. Экология. Практикум. 10—11 кл. [Текст] : учеб. пособие для общеобразовательных учреждений. — М. : ООО «Издательский дом «ОНИКС 21 век», 2004. — 176 с.

2. Неронов, В.В. Полевая практика по геоботанике в средней полосе Европейской России [Текст] : метод. пособие. — М. : Изд-во Центра охраны дикой природы, 2002. — 139 с.

3. Петунин, О.В. Изучение экологии в школе. Программы элективных курсов, конспекты занятий, лабораторный практикум, задания и упражнения [Текст]. — Ярославль : Академия развития ; Владимир : ВКТ, 2008. — 192 с.

4. Семенов, А.А. Полевой практикум по экологии [Текст] : учеб. пособие для студ. вузов и уч-ся старших классов / А.А. Семенов, В.М. Астафьев, З.И. Чердымова ; под ред. А.А. Семенова. — М. : Тайдекс Ко, 2003. — 144 с

5. Чернова, Н.М. Основы экологии [Текст] : учеб. для 10(11) кл. общеобразоват. учреждений / Н.М. Чернова, В.М. Галушин, В.М. Константинов. — 7-е изд., стереотип. — М. : Дрофа, 2003. — 304 с.

6. Шалеева, Г.П. Окружающий мир [Текст]. — М. : АСТ : СЛОВО, 2010. — 128 с. (Современная энциклопедия начальной школы).

## 79. ОЦЕНКА ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ ЦЕНОПОПУЛЯЦИИ

**Цель:** научиться давать оценку пространственной структуры ценопопуляции.

**Задачи:**

— ознакомиться с понятиями «ценопопуляция», «мозаичность», «эдификатор»;

— научиться обнаруживать и описывать горизонтальную мозаику в строении фитоценоза;

— научиться давать оценку пространственной структуры ценопопуляции.

**Оборудование:** рулетка.

**Новые понятия:** ценопопуляция, мозаичность, эдификатор.

**Учебные дисциплины:** биология.

**Класс:** 6.

### **Комментарии**

Неоднородность (гетерогенность) фитоценозов в горизонтальном направлении носит название *мозаичности* и обусловлена, как правило, биологией размножения и формами роста отдельных



видов, взаимными отношениями или же неоднородностью рассеивания зачатков. Часто более или менее выраженные пятна растительного покрова в пределах фитоценоза могут возникать за счет неравномерного размещения в пространстве сильного средообразователя (*эдификатора* фитоценоза), под который «подстраиваются» (притягиваются или отталкиваются) остальные компоненты сообщества.

В природных условиях практически любой фитоценоз слагает достаточно большое количество видов растений, что во многом достигается путем их неоднородного распределения в пространстве как по вертикали (*ярусность*), так и горизонтали (*мозаичность*). Вполне естественно, что одни из них весьма многочисленны, другие встречаются реже, а третьи вообще попадаются на глаза в единственном экземпляре.

Выделяют три основных типа горизонтального распределения особей в популяции:

1. **Равномерное распределение:** когда расстояния между особями, расположенными в непосредственной близости друг от друга, одинаковы.

2. **Случайное распределение:** когда расстояние между близко расположенными особями неодинаковы, но в то же время они не образуют явно выраженных групп.

3. **Групповое распределение:** особи объединяются в явно выраженные группы.

Равномерное распределение встречается там, где между особями сильна конкуренция или существует антагонизм, способствующий равномерному распределению в пространстве.

Случайное распределение в природе встречается довольно редко; оно наблюдается в тех случаях, когда среда очень однородна, а организмы не стремятся объединяться в группы.

В природе чаще всего наблюдается групповое распределение.

### ***Ход работы***

1. Выберите произвольную точку и измерьте расстояние от нее до ближайших растений данного вида.

2. Независимо от этого определите плотность особей данного вида на изучаемой площадке. Для этого определите площадь учетной площадки и подсчитайте количество особей данного вида на ней. Расчет плотности проводят по формуле:

$$D = \frac{n}{\text{площадь}},$$

## S

где  $D$  — плотность особей данного вида;

$n$  — количество особей данного вида на учетной площадке;

$S$  — площадь учетной площадки.

3. Используя выборку расстояний и плотность, вычислите статистическую величину  $\alpha$ , которая используется для определения характера распределения особей по исследуемой территории. Эта величина рассчитывается по формуле:

$$\alpha = \pi D\omega,$$

где  $\pi$  — 3,14...;

$D$  — плотность особей данного вида;

$\omega$  — средняя квадратов расстояний между точкой и растениями.

Величина  $\omega$  рассчитывается по формуле:

$$\omega = \frac{\sum v^2}{n},$$

где  $\Sigma$  — знак суммы;

$v$  — конкретное измеренное расстояние от точки, до растения изучаемого вида;

$n$  — количество измерений.

4. Зафиксируйте численные значения выборки расстояний, плотности вида и показателя  $\alpha$ .

5. Оценку характера распределения осуществите по следующему критерию:

1.  $\alpha < 1$  — распределение равномерное;

2.  $\alpha = 1$  — распределение случайное;

3.  $\alpha > 1$  — распределение групповое.

### **Контрольные вопросы**

1. Что такое пространственное распределение?

2. Как оценивается пространственное распределение?

3. Почему возникает мозаичность?

4. Что такое ярусность?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

— расширяют знания о растениях своего региона, о пространственном распределении организмов;

— формируют навыки оценки пространственного распределения;

— развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### **Применение**

Работа может быть использована на уроках биологии 6 класса в теме «Растительное сообщество», во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### **Список рекомендуемой литературы**

1. Викторов, В.П. Биология. Растения. Бактерии. Грибы и Лишайники [Текст] : учеб. для уч-ся 6 кл. общеобразоват. учреждений : в 2 ч. — Ч. 1 / В.П. Викторов, А.И. Никишов. — М. : ВЛАДОС, 2005. — 128 с.

2. Неронов, В.В. Полевая практика по геоботанике в средней полосе Европейской России [Текст] : метод. пособие. — М. : Изд-во Центра охраны дикой природы, 2002. — 139 с.

3. Петунин, О.В. Изучение экологии в школе. Программы элективных курсов, конспекты занятий, лабораторный практикум, задания и упражнения [Текст]. — Ярославль : Академия развития ; Владимир : ВКТ, 2008. — 192 с.

## **80. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОМКНУТОСТИ КРОН ДРЕВЕСНОГО ЯРУСА**

**Цель:** научиться определять сомкнутость крон древесного яруса.

**Задачи:**

— ознакомиться с новым понятием — «сомкнутость крон»;

— научиться определять сомкнутость крон древесного яруса.

**Оборудование:** карандаш, блокнот.

**Новые понятия:** сомкнутость крон.

**Учебные дисциплины:** экология, биология.

**Класс:** 10, 11.

### **Комментарии**

*Сомкнутость крон* — площадь проекции крон, дает представление о густоте насаждений. От нее зависит световой режим под пологом леса и количество проникающих осадков.

Сомкнутость кроны выражается в десятичных долях от единицы по отношению затененной поверхности к общей площади

почвы (0,6; 0,7 и т.д.). Если кроны смыкаются полностью, то величина их сомкнутости считается равной единице. Степень сомкнутости 0,5 означает, что сомкнутость крон древостоя составляет лишь половину полной.

Для объективного определения этого показателя нельзя ограничиться ее значением в одном месте пробной площади, а необходимо провести несколько визуальных учетов. Только после этого делается окончательное заключение. Обычно в наших лесах сомкнутость меньше единицы, с возрастанием просветов она уменьшается. Сомкнутость крон выражается в числах от 0 до 1.

### ***Ход работы***

1. Выберите несколько учетных площадок (см. выше).
2. Встаньте в центре учетной площадки, посмотрите вверх и глазомерно определите, какую часть неба, находящегося в поле зрения, закрывают кроны деревьев.
3. Сравните полученные данные по сомкнутости крон и объясните результаты.

### ***Контрольные вопросы***

1. Что такое сомкнутость крон?
2. От чего зависит сомкнутость крон?
3. Каким методом определяется сомкнутость?
4. Какие показатели биогеоценоза зависят от сомкнутости крон?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания о сомкнутости крон;
- формируют навыки определения сомкнутости крон.

### ***Применение***

Работа может быть использована в курсе экологии 10 класса для закрепления раздела «Структура биогеоценоза», 11 класса биологии «Биогеоценоз», во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Неронов, В.В. Полевая практика по геоботанике в средней полосе Европейской России [Текст] : метод. пособие. — М. : Изд-во Центра охраны дикой природы, 2002. — 139 с.

2. Семенов, А.А. Полевой практикум по экологии [Текст] : учеб. пособие для студ. вузов и уч-ся старших классов / А.А. Семенов, В.М. Астафьев, З.И. Чердымова ; под ред. А.А. Семенова. — М. : Тайдекс Ко, 2003. — 144 с

3. Чернова, Н.М. Основы экологии [Текст] : учеб. для 10(11) кл. общеобразоват. учреждений / Н.М. Чернова, В.М. Галушин, В.М. Константинов. — 7-е изд., стереотип. — М. : Дрофа, 2003. — 304 с.

## **81. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЕКТИРОВОЧНОГО ПОКРЫТИЯ**

**Цель:** научиться определять степень проективного покрытия.

**Задачи:**

- ознакомиться с понятием «проектировочное покрытие»;
- продолжить знакомство с растениями своего региона;
- провести определение проективного покрытия.

**Оборудование:** пластинка Раменского.

**Новые понятия:** проектировочное покрытие.

**Учебные дисциплины:** геометрия, экология, биология

**Классы:** 6, 7, 10.

### **Комментарии**

*Проективное покрытие* показывает степень затенения почвы надземными частями растений и выражается в % (100 % — сплошное покрытие). Этот показатель представляет собой горизонтальную проекцию надземных частей растений на поверхность почвы. При его определении визуально учитывается отношение проекций растений (за вычетом просветов между листьями и ветвями) к общей площади, принимаемой за 100 %.

Общее покрытие, как и покрытие отдельных видов, выражается в долей поверхности почвы, которая находится под проекциями растений.

Биологическое значение проективного покрытия состоит в максимальном использовании растениями солнечного света. Через просветы между растениями верхнего яруса свет проходит к растениям нижних ярусов. В этом легко убедиться, посмотрев в лесу на почву. Скопления травянистых растений будут находиться в местах просвета в листве деревьев.

### **Ход работы**

1. Выберите любое древесное растение, часто встречающееся в вашем районе.

2. Определите проектировочное покрытие глазомерно. Для этого определите, какую часть почвы (в %) закрывают надземные органы растения.

3. Определите проектировочное покрытие растения с помощью сетки Раменского.

А. Изготовьте пластинку Раменского. В центре любого материала прорежьте прямоугольное отверстие размером 2 x 5 см. Это отверстие разделите белой ниткой на 10 квадратных клеток по 1 см<sup>2</sup> каждая.

Б. Рассмотрите поверхность учетной площадки через полученную сеточку, определите, сколько клеток приходится на растительность и сколько на непокрытую почву.

4. В лесных фитоценозах общее покрытие определите одновременно для травяно-кустарничкового и мохово-лишайникового покровов.

5. В сложном травостое покрытие укажите по ярусам, причем сумма проективного покрытия за счет ярусного перекрытия может превышать 100 %.

### ***Контрольные вопросы***

1. Что такое проектировочное покрытие?
2. В каких единицах оно измеряется?
3. Какую роль играет распределение растений на почве?
4. Что такое ярусность?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания о проектировочном покрытии;
- развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции;
- закрепляют навыки работы с определителями.

### ***Применение***

На уроках экологии 10 класса «Структура биогеоценоза», на уроках биологии 6 класса «Структура растительного сообщества», на уроках геометрии 7 класса в теме «Площадь», во внеурочной дея-

тельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Зверев, А.Т. Экология. Практикум. 10—11 кл. [Текст] : учеб. пособие для общеобразовательных учреждений. — М. : ООО «Издательский дом «ОНИКС 21 век», 2004. — 176 с.

2. Неронов, В.В. Полевая практика по геоботанике в средней полосе Европейской России [Текст] : метод. пособие. — М. : Изд-во Центра охраны дикой природы, 2002. — 139 с.

3. Семенов, А.А. Полевой практикум по экологии [Текст] : учеб. пособие для студ. вузов и уч-ся старших классов / А.А. Семенов, В.М. Астафьев, З.И. Чердымова ; под ред. А.А. Семенова. — М. : Тайдекс Ко, 2003. — 144 с

4. Чернова, Н.М. Основы экологии [Текст] : учеб. для 10(11) кл. общеобразоват. учреждений / Н.М. Чернова, В.М. Галушин, В.М. Константинов. — 7-е изд., стереотип. — М. : Дрофа, 2003. — 304 с.

## **82. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИСТИННОГО ПОКРЫТИЯ**

***Цель:*** научиться определять истинное покрытие.

***Задачи:***

— ознакомиться с новыми понятиями — «задернованность», «истинное покрытие»;

— научиться определять истинное покрытие.

***Оборудование:*** линейка.

***Новые понятия:*** задернованность, истинное покрытие.

***Учебные дисциплины:*** экология, биология.

***Классы:*** 6, 9, 10, 11.

### ***Комментарии***

Другим важным показателем, определяемым при характеристике травяно-кустарничкового покрова, является *истинное покрытие* (или покрытие основаниями растений, задернованность), которое следует отличать от проектировочного покрытия.

*Проектировочное покрытие* — горизонтальная проекция растения на поверхность почвы.

При одинаковом проективном покрытии задернованность может сильно варьировать.

### ***Ход работы***

1. Определите глазомерным способом истинное покрытие, раздвигая травостой руками.

2. Определите истинное покрытие с помощью метровой линейки. Положите линейку на поверхность почвы в фитоценозе и вдоль нее проведите измерение всех попадающих на линию оснований растений в сантиметрах, соответствующих в данном случае проценту покрытия.

3. Поведите несколько таких измерений.

4. Рассчитайте среднюю величину истинного покрытия.

### ***Контрольные вопросы***

1. Что такое истинное покрытие?

2. В каких единицах оно измеряется?

3. Какую роль играет распределение растений на почве?

4. Связаны ли показатели сомкнутости крон и покрытия и как?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

— расширяют знания о строении фитоценоза, об истинном покрытии;

— развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### ***Применение***

На уроках экологии 10 класса «Структура биогеоценоза», на уроках биологии 6 класса «Структура растительного сообщества», биологии 9 и 11 классов «Биогеоценоз», внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Викторов, В.П. Биология. Растения. Бактерии. Грибы и Лишайники [Текст] : учеб. для уч-ся 6 кл. общеобразоват. учреждений : в 2 ч. — Ч. 1 / В.П. Викторов, А.И. Никишов. — М. : ВЛАДОС, 2005. — 128 с.



2. Неронов, В.В. Полевая практика по геоботанике в средней полосе Европейской России [Текст] : метод. пособие. — М. : Изд-во Центра охраны дикой природы, 2002. — 139 с.

3. Чернова, Н.М. Основы экологии [Текст] : учеб. для 10(11) кл. общеобразоват. учреждений / Н.М. Чернова, В.М. Галушин, В.М. Константинов. — 7-е изд., стереотип. — М. : Дрофа, 2003. — 304 с.

### **83. ПОСТРОЕНИЕ ВЕРТИКАЛЬНОЙ И ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ПРОЕКЦИИ УЧАСТКА ЛЕСНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ**

**Цель:** построить вертикальную и горизонтальную проекции лесной экосистемы.

**Задачи:**

— ознакомиться с понятиями «вертикальная» и «горизонтальная проекции»;

— научиться строить вертикальную и горизонтальную проекции.

**Оборудование:** шнур длиной 80 м, 20 шнуров по 20 м, миллиметровая бумага.

**Новые понятия:** вертикальная и горизонтальная проекции, бисекта, трансекта.

**Учебные дисциплины:** геометрия, экология, биология.

**Классы:** 6, 7, 10.

**Комментарии**

*Вертикальная проекция, бисекта* — уменьшенная проекция растений на параллельную вертикальному разрезу биоценоза поверхность бумаги. На бисекте фиксируется структура сообщества, составляющие его слои, ярусы и биогоризонты, их вертикальная сомкнутость.

*Горизонтальная проекция, плансекта* — нанесенная на бумагу (обычно уменьшенная) проекция растений на поверхность почвы небольшого участка фитоценоза. Позволяет судить о характере размещения основных растений сообществ, их сомкнутости и проективном покрытии. Горизонтальное проецирование иногда ведется при помощи полевых пантографов.

**Ход работы**

1. На большом шнуре через каждые два метра сделайте петли и ограничьте им намеченный участок леса в виде квадрата со сторонами, равными 20 м.

2. Небольшие шнуры должны иметь на обоих концах по крючку. Натяните их внутри квадрата, цепляя крючками за петли боковых шнуров, деля его на участки со сторонами, равными 2 м.

3. Возьмите планшет, закрепите на нем листы миллиметровой бумаги, изобразите на них пробную площадку в виде сетки избранного масштаба.

4. На один из листов нанесите вертикальные проекции. При построении вертикальной проекции необходимо учитывать высоту растений.

5. На другой лист нанесите горизонтальные проекции крон деревьев, микрогруппировок кустарников и травянистых растений.

6. Выявите доминирующие виды и виды-эдификаторы.

### ***Контрольные вопросы***

1. Каково значение ярусного расположения организмов в биоценозе данной лесной экосистемы?

2. Чем обусловлено мозаичное расположение микрогруппировок растений?

3. Что такое бисекта?

4. Что такое плансекта?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

— расширяют знания о фитоценозе, о вертикальной и горизонтальной проекциях;

— развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции;

— закрепляют навыки работы с определителями.

### ***Применение***

На уроках экологии 10 класса «Структура биогеоценоза», на уроках биологии 6 класса «Структура растительного сообщества», на уроках геометрии 7 класса в теме «Проекция», во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Викторов, В.П. Биология. Растения. Бактерии. Грибы и Лишайники [Текст] : учеб. для уч-ся 6 кл. общеобразоват. учреждений : в 2 ч. — Ч. 1 / В.П. Викторов, А.И. Никишов. — М. : ВЛАДОС, 2005. — 128 с.

2. Палкина, Т.А. Эколого-геоботанические методы полевой практики [Текст] // Современная экология — наука XXI века : матер. междунар. науч.-практ. конф. (17—18 октября 2008 г.) / отв. ред. Е.С. Иванов. — Рязань : РГУ, 2009. — Т. 2. — 108 с.

3. Семенов, А.А. Полевой практикум по экологии [Текст] : учеб. пособие для студ. вузов и уч-ся старших классов / А.А. Семенов, В.М. Астафьев, З.И. Чердымова ; под ред. А.А. Семенова. — М. : Тайдекс Ко, 2003. — 144 с

4. Чернова, Н.М. Основы экологии [Текст] : учеб. для 10(11) кл. общеобразоват. учреждений / Н.М. Чернова, В.М. Галушин, В.М. Константинов. — 7-е изд., стереотип. — М. : Дрофа, 2003. — 304 с.

## 84. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФОРМУЛЫ СОСТАВА ДРЕВОСТОЯ

**Цель:** научиться определять формулу состава древостоя.

**Задачи:**

— познакомиться с характеристикой биогеоценоза — «формула состава древостоя»;

— повторить правила выбора учетной площадки;

— продолжить знакомство с растениями своего региона;

— закрепить навыки пользования определителями;

— научиться составлять формулу древостоя.

**Новые понятия:** формула древостоя.

**Учебные дисциплины:** экология.

**Класс:** 10.

### **Комментарии**

Структура древесного яруса представляется в виде *формулы состава древостоя*. Она отражает соотношение пород по числу особей. Породы записываются сокращенно первыми заглавными буквами.

Для количественных соотношений используют десятибалльную систему (10 — общее число стволов). Количественное представление пород выражается в % к 10. Если порода занимает менее 10 %

общего числа стволов, то ее отмечают как единично встречающуюся и записывают без цифрового обозначения.

Формула записывается следующим образом:  $5Д + 2Е + 3Б + Ос$ . Это означает, что на изучаемом участке: 50 % — дуб, 20 % — ель, 30 % — береза, осина — менее 10 %.

### ***Ход работы***

1. Выберите учетную площадку.
2. Определите древесные растения на данной площадке. Можно воспользоваться определителями.
3. Составьте формулу древостоя.

### ***Контрольные вопросы***

1. Что такое формула состава древостоя?
2. В каких единицах ее выражают?
3. Что такое эдификатор?
4. Можно ли по формуле определить наиболее распространенные виды?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания о растениях своего региона, о формуле состава древостоя;
- формируют навыки составления формулы древостоя, закрепляют навыки работы с определителями;
- развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### ***Применение***

Работа может быть использована на уроках экологии 10 класса «Приспособление к среде обитания», во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Зверев, А.Т. Экология. Практикум. 10—11 кл. [Текст] : учеб. пособие для общеобразовательных учреждений. — М. : ООО «Издательский дом «ОНИКС 21 век», 2004. — 176 с.
2. Чернова, Н.М. Основы экологии [Текст] : учеб. для 10(11) кл. общеобразоват. учреждений / Н.М. Чернова, В.М. Галушин, В.М. Константинов. — 7-е изд., стереотип. — М. : Дрофа, 2003. — 304 с.

## 85. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВИДОВОГО ОБИЛИЯ

**Цель:** научиться давать оценку видовому обилию с использованием шкалы Друде и шкалы Хульта.

**Задачи:**

- ознакомиться со шкалой Друде и шкалой Хульта;
- научиться оценивать видовое обилие.

**Оборудование:** шкала Друде, шкала Хульта.

**Новые понятия:** видовое обилие.

**Учебные дисциплины:** биология, география, экология.

**Классы:** 6, 8, 10.

### **Комментарии**

Степень участия отдельных видов в травостое определяется методами учета их относительного обилия.

*Обилие* — число особей на единицу площади.

Наибольшее распространение получила шкала Друде (табл. 52), относящаяся к категории количественных шкал, в которых различные степени обилия обозначены баллами. Страдая неточностью и значительной необъективностью получаемых данных, этот способ определения обилия за счет своей быстроты и чрезвычайно малой трудоемкости подкупает исследователей и заставляет многих из них пользоваться этой шкалой во время полевых работ, особенно в маршруте. Проведенные исследования по сравнению различных методов оценки обилия вида показали, что метод Друде пригоден только для схематичного, в значительной мере субъективного определения соотношения между видами и выделения из общей массы основных. Получаемые при этом результаты в грубых чертах сходны с таковыми, даваемыми более точными количественными методами (табл. 52).

В дополненном А.А. Урановым виде эта шкала отражает величины наименьших расстояний между особями видов и их встречаемость. Баллами Сор (сорюзае) обозначаются обильные растения. Среднее наименьшее расстояние между особями не спускается ниже 100 см. Вследствие этого растения обладают и высокой встречаемостью, не падающей ниже 75 %. Растения крупных и средних размеров при этом обычно играют значительную роль в общем облике (*физиономии*) фитоценоза или отдельного яруса, становясь вполне или отчасти фоновыми.

В пределах этого балла различаются три ступени:

*cop3* — очень обильные, среднее наименьшее расстояние — не более 20 см, встречаемость поэтому, как правило, 100 %, обычно, за исключением очень мелких растений, образующие основной фон растительности или отдельного яруса;

*cop2* — обильные, среднее наименьшее расстояние — от 20 до 40 см, почему встречаемость иногда (при несколько неравномерном распределении) бывает немного ниже 100 %; часто, особенно при отсутствии других, более обильных или столь же обильных, но более крупных растений, играют основную или, по крайней мере, значительную роль в физиономии участка ассоциации, создавая сплошной фон;

*cop1* — довольно обильные, среднее наименьшее расстояние — от 40 до 100 см, встречаемость вследствие этого пониженная, но обычно не падает ниже 75 %, роль в облике участка меньшая, фона не составляют, но могут существенно влиять на облик растительности, представляя многочисленные вкрапления в массу травостоя, особенно заметные при специфической форме роста или крупных размерах особей.

Баллом *sp* отмечаются рассеянные растения, среднее наименьшее расстояние между которыми 1—1,5 м, встречаются почти на каждых 1—2 шагах, но фона, как правило, не дают, за исключением очень крупных растений. Физиономическое значение в травостое имеют только в случае заметного контраста с другими или при более крупных размерах по сравнению с обильными видами. Единичные растения обозначаются баллом *so*. Они далеко отстоят друг от друга, так что наименьшее расстояние всегда 1,5 м, встречаемость низкая, не поднимается выше 40 %. Фонового значения не имеют, иногда только, отличаясь формой роста, яркой окраской и величиной, являются довольно заметными среди остальных растений. В случае колебания обилия между двумя ступенями иногда применяют комбинированные оценки, например, *so1—sp*, *sp—cop1* и т. д.

Дополняют баллы обилия еще и указания на характер размещения растений в сообществе. В случае неравномерного распределения вида в соответствующей графе бланка эта его особенность отмечается следующими значками: *дг* — растения произрастают густыми скоплениями (группами), в пределах которых нет или почти нет особей других видов; *сит* — растения произрастают рыхлыми скоплениями, где среди основного вида обитает много особей прочих видов.

Количественно отражаются результаты подсчета представитель-  
ства каждого вида в пределах учетной площадки.

### *Ход работы*

1. Подсчитайте суммарное количество особей каждого вида  
в пределах учетной площадки.

Таблица 52

### Шкала оценок обилия по Друде

Характеристика обилия	
полностью	сокращенно
Растения встречаются в большом количестве, так что смыкаются своими надземными частями и образуют фон	Фон
Растения встречаются в большом количестве, однако надземные части не смыкаются: — очень обильно — обильно — довольно обильно	Обильно <sup>3</sup> Обильно <sup>2</sup> Обильно <sup>1</sup>
Растения встречаются в небольшом количестве, рассеяно	Рассеянно
Растения встречаются единично, редко	Редко
Растение обнаружено только в одном экземпляре на учетной площадке	Единично

Таблица 53

### Шкала Хульта

Характеристика обилия	
Очень обильно	5
Обильно	4
Не обильно	3
Мало	2
Очень мало	1

Таблица 54

### Значение баллов шкалы Друде (по Б.А. Быкову, 1957)

Название градаций шкалы		Число особей на 1 м <sup>2</sup> (левая нижняя часть таблицы) или на 100 м <sup>2</sup> (правая верхняя часть таблицы) при среднем покрытии одним экземпляром					Доля покрытия всеми растениями данного вида (%)
латин- ское	русское	до 16 см <sup>2</sup> (4x4 см)	до 80 см <sup>2</sup> (9x9 см)	до 4 дм <sup>2</sup> (20x20 см)	до 20 дм <sup>2</sup> (45x45 см)	до 1 м <sup>2</sup> (100x100 см)	

sol	единично	1	до 20	до 4	1	—	до 0,16
sp	рассеянно	до 5	1	до 20	до 4	1	до 0,8
cop <sup>1</sup>	довольно обильно	до 25	до 5	1	до 20	до 4	до 4,0
cop <sup>2</sup>	обильно	до 125	до 25	до 5	1	до 20	до 20,0
cop <sup>3</sup>	очень обильно	более 125	более 25	более 15	более 5	более 1	более 20,0

2. Осуществите оценку обилия визуально по шкале обилия Друде или по пятибалльной шкале Хульта.

### ***Контрольные вопросы***

1. Что такое видовое обилие?
2. Как оценить видовое обилие?
3. Какими шкалами можно пользоваться при определении обилия?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания о видовом обилии, о растениях своего региона;
- формируют навыки оценки видового обилия с использованием шкалы Друде и шкалы Хульта;
- развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### ***Применение***

Работа может быть использована на уроках биологии 6 класса в теме «Растительное сообщество», географии 8 класса «Биологические ресурсы, их рациональное использование», экологии 10 класса «Биоразнообразии», «Биогеоценоз», во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Ботаника [Текст] : учеб. для вузов : в 4 т. / П. Зитте [и др.] ; пер. с нем. Е.Б. Поспеловой. — М. : Академия, 2007. — 256 с.
2. Викторов, В.П. Биология. Растения. Бактерии. Грибы и Лишайники [Текст] : учеб. для уч-ся 6 кл. общеобразоват. учреждений : в 2 ч. — Ч. 1 / В.П. Викторов, А.И. Никишов. — М. : ВЛАДОС, 2005. — 128 с.



3. Неронов, В.В. Полевая практика по геоботанике в средней полосе Европейской России [Текст] : метод. пособие. — М. : Изд-во Центра охраны дикой природы, 2002. — 139 с.

4. Романов, С.А. Основные направления экологических исследований и использование их результатов в преподавании школьного курса географии [Текст] // Современная экология — наука XXI века : матер. междунар. науч.-практ. конф. (17—18 октября 2008 г.) / отв. ред. Е.С. Иванов. — Рязань : РГУ, 2009. — Т. 2. — 108 с.

5. Чернова, Н.М. Основы экологии [Текст] : учеб. для 10(11) кл. общеобразоват. учреждений / Н.М. Чернова, В.М. Галушин, В.М. Константинов. — 7-е изд., стереотип. — М. : Дрофа, 2003. — 304 с.

## 86. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗРАСТА ДЕРЕВЬЕВ

**Цель:** научиться определять возраст деревьев.

**Задачи:**

- ознакомиться с понятием «годовое кольцо»;
- выяснить причины формирования различных годовых колец;
- научиться определять возраст деревьев по годовым кольцам.

**Оборудование:** сантиметровая линейка.

**Учебные дисциплины:** биология.

**Класс:** 6.

### **Комментарии**

Возраст деревьев определяется путем подсчета годовых колец (слоев) древесины.

Годовое кольцо возникает в результате неравномерности протекания процессов жизнедеятельности растения в течение года.

Для лиственных деревьев (береза, липа, дуб, осина и т.п.) возраст приблизительно равен диаметру ствола, выраженному в сантиметрах. Возраст хвойных определяется по междуузлиям — мутовками.

### **Ход работы**

1. По спилам деревьев определите их возраст, с помощью годовых колец.

2. Для определения возраста деревьев без спила измерьте их диаметр. Для этого измеряется длина окружности. С помощью

мягкой сантиметровой ленты измеряют окружность ствола и делят полученную величину на 3,14. Диаметр ствола определяется приблизительно на уровне человеческого роста.

### ***Контрольные вопросы***

1. Почему толщина годовичных колец варьирует по годам?
2. Как возникают годовичные кольца?
3. Почему толщина одного годовичного кольца варьирует?
4. Пользуясь годовичными кольцами, какие показатели можно оценить?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания о растениях своего региона, о годовичных кольцах;
- формируют навыки оценки возраста деревьев различными методами;
- развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### ***Применение***

Работа может быть использована на уроках биологии 6 класса «Строение стебля», во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Викторов, В.П. Биология. Растения. Бактерии. Грибы и Лишайники [Текст] : учеб. для уч-ся 6 кл. общеобразоват. учреждений : в 2 ч. — Ч. 1 / В.П. Викторов, А.И. Никишов. — М. : ВЛАДОС, 2005. — 128 с.
2. Зверев, А.Т. Экология. Практикум. 10—11 кл. [Текст] : учеб. пособие для общеобразовательных учреждений. — М. : ООО «Издательский дом «ОНИКС 21 век», 2004. — 176 с.

## **87. МОРФОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ РАЗНОКАЧЕСТВЕННОСТЬ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ РАСТЕНИЙ ПОДОРОЖНИКА БОЛЬШОГО**

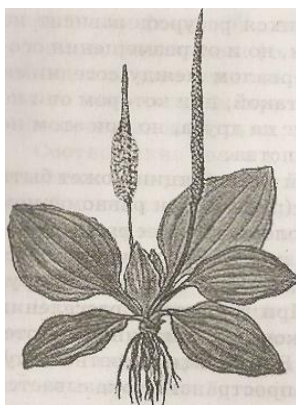


Рис. 12. Подорожник большой

**Цель:** научиться характеризовать морфоэкологическую разнокачественность ценопопуляции растений.

**Задачи:**

— ознакомиться с новыми понятиями: ценопопуляция, морфоэкологическая разнокачественность;

— определить морфоэкологическую разнокачественность ценопопуляций растений.

**Оборудование:** мерная рулетка, линейка, микрокалькулятор, авторучка, карандаш, тетрадь для записей.

**Новые понятия:** ценопопуляция, морфоэкологическая разнокачественность, генеративный, постгенеративный, прегенеративный.

**Учебные дисциплины:** алгебра, статистика, экология.

**Классы:** 6, 7, 10.

**Комментарии**

**Ценопопуляция** — это совокупность особей одного вида в пределах конкретного фитоценоза.

Подорожник большой (рис. 12) — широко распространенное многолетнее и довольно крупное травянистое растение с прикорневой розеткой листьев. Растет преимущественно около домов, по лугам и вдоль дорог.

В процессе жизненного цикла каждое растение подорожника большого проходит три возрастных периода: прегенеративный, генеративный и постгенеративный.

Прегенеративный период объединяет молодые неполовозрелые особи, которые могут находиться в следующих возрастных состояниях: проростки, ювенильные растения (период до начала цветения), взрослые вегетативные растения. Проростки — это растения со смешанным типом питания за счет запасных веществ семени и собственной ассимиляции. Для них характерно наличие зародышевых структур: семядолей, начавшего расти зародышевого корня и побега. Ювенильные растения утрачи-

вают связи с семенем. Происходит дальнейшее развитие побега и корня. Листья иной формы, чем у взрослых, часто более мелкие. В целом в организации особей признаки взрослых растений еще не сформировались. Взрослые вегетативные растения пока не имеют генеративных органов, но побеги и корневые системы у них взрослого типа.

В генеративном периоде особи активно размножаются. Они характеризуются наличием генеративных побегов, максимальным приростом биомассы и семенной продуктивности.

В постгенеративном периоде находятся старые (сенильные) растения. Они характеризуются прекращением плодоношения, снижением мощности, уменьшением размеров и появлением некоторых ювенильных черт.

### *Ход работы*

1. Опишите место, которое занимает популяция, и условия ее существования. Какова площадь данной территории?

2. Разделитесь на несколько групп. Заложите произвольно по одной пробной площадке (1 x 1 м) в любом месте территории, занимаемой популяцией.

3. Подсчитайте количество экземпляров подорожника большого на своей площадке. Обменяйтесь этими данными между группами и вычислите среднее число особей, приходящихся на 1 м<sup>2</sup>.

4. Зная площадь территории, занимаемой популяцией, и ее плотность на 1 м<sup>2</sup>, определите численность популяции.

5. Нанесите все растения изучаемой популяции на план своей учетной площадки и определите тип распределения особей в пространстве.

6. Разделите растения подорожника большого на три возрастные периода (прегенеративный, генеративный, постгенеративный). Подсчитайте число особей, находящихся в каждом из трех периодов. Обменяйтесь полученными данными между группами и вычислите средние величины числа особей в возрастных периодах. Перенесите результаты подсчетов на всю площадь популяции и постройте ее возрастную пирамиду.

7. Выберите по 5 растений из трех возрастных периодов. Не срезая их, определите число листьев, длину и ширину листовой пластинки, длину листового черешка, а у генеративных особей еще и длину цветоноса. Вычислите средние арифметические величины проявления вышеназванных признаков, а также укажите их минимальные и максимальные значения.

8. Сделайте вывод по работе, в котором оцените способность попу-

ляции к самоподдержанию и развитию.

### ***Контрольные вопросы***

1. Назовите возрастные периоды в жизни растений и дайте им характеристику.

2. Что значит генеративный, постгенеративный, прегенеративный?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

— расширяют знания о возрастных периодах в жизни растений;

— развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### ***Применение***

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, на уроках биологии 6 класса «Возрастные периоды в жизни растений», алгебры 7 класса «Среднее арифметическое», экологии 10 класса «Биогеоценоз», во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Викторов, В.П. Биология. Растения. Бактерии. Грибы и Лишайники [Текст] : учеб. для уч-ся 6 кл. общеобразоват. учреждений : в 2 ч. — Ч. 1 / В.П. Викторов, А.И. Никишов. — М. : ВЛАДОС, 2005. — 128 с.

2. Семенов, А.А. Полевой практикум по экологии [Текст] : учеб. пособие для студ. вузов и уч-ся старших классов / А.А. Семенов, В.М. Астафьев, З.И. Чердымова ; под ред. А.А. Семенова. — М. : Тайдекс Ко, 2003. — 144 с

3. Петунин, О.В. Изучение экологии в школе. Программы элективных курсов, конспекты занятий, лабораторный практикум, задания и упражнения [Текст]. — Ярославль : Академия развития ; Владимир : ВКТ, 2008. — 192 с.

4. Чернова, Н.М. Основы экологии [Текст] : учеб. для 10(11) кл. общеобразоват. учреждений / Н.М. Чернова, В.М. Галушин, В.М. Константинов. — 7-е изд., стереотип. — М. : Дрофа, 2003. — 304 с.

## **88. ИЗУЧЕНИЕ МОРФО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ**

## РАЗНОКАЧЕСТВЕННОСТИ ОСОБЕЙ В ЦЕНОПОПУЛЯЦИИ РАСТЕНИЙ (ДЕРЕВЬЯ)

**Цель:** познакомиться с понятием морфо-экологической разнокачественности популяции.

**Задачи:**

- убедиться в морфо-экологической разнокачественности популяции растений;
- выявить значение морфо-экологической разнокачественности для функционирования популяции.

**Оборудование:** блокнот.

**Новые понятия:** ценопопуляция.

**Учебные дисциплины:** биология, экология.

**Классы:** 6, 10.

### **Комментарии**

См. выше.

### **Ход работы**

1. Заложите в парке 5 учетных площадок по 100 м<sup>2</sup> каждая.
2. Рассчитайте численное обилие (плотность) господствующего в парке вида деревьев. Для этого подсчитайте количество деревьев на каждой из заложенных площадок, а затем рассчитайте среднее число экземпляров на одной площадке.
3. Проведите морфо-экологическое описание растений в парке (примерная высота растений, характер ветвления, количество листьев на ветках, примерный возраст растений и их возрастное состояние).
4. Различаются ли описываемые вами растения по своим морфологическим и экологическим характеристикам?
5. Сформулируйте вывод.

### **Контрольные вопросы**

1. Каково экологическое значение морфо-экологической неоднородности популяций растений?
2. Что значит термин «ценопопуляция»?
3. Почему возникает разнокачественность особей популяции?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания о растениях своей местности, о структуре фитоценоза;

- развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции;
- закрепляют навыки работы с определителями.

### ***Применение***

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, использовать при работе со школьниками с 6 класса после прохождения систематики растений или как заключительный урок по ботанике, во внеурочной деятельности, в курсе экологии 10 класса «Сообщества организмов»; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Викторов, В.П. Биология. Растения. Бактерии. Грибы и Лишайники [Текст] : учеб. для уч-ся 6 кл. общеобразоват. учреждений : в 2 ч. — Ч. 1 / В.П. Викторов, А.И. Никишов. — М. : ВЛАДОС, 2005. — 128 с.
2. Петунин, О.В. Изучение экологии в школе. Программы элективных курсов, конспекты занятий, лабораторный практикум, задания и упражнения [Текст]. — Ярославль : Академия развития ; Владимир : ВКТ, 2008. — 192 с.
3. Чернова, Н.М. Основы экологии [Текст] : учеб. для 10(11) кл. общеобразоват. учреждений / Н.М. Чернова, В.М. Галушин, В.М. Константинов. — 7-е изд., стереотип. — М. : Дрофа, 2003. — 304 с.

## **89. ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ ОПЫЛЕНИЯ ЭНТОМОФИЛЬНЫХ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ**

***Цель:*** научиться определять эффективность абиотических и биотических агентов опыления, а также хозяйственную значимость само- и перекрестного опыления.

### ***Задачи:***

- ознакомиться с понятиями: автогения, гейтеногения, ксеногения, аллогения, миксогения;
- научиться определять эффективность абиотических и биотических агентов опыления;
- оценить хозяйственную значимость само- и перекрестного опыления.

**Оборудование:** марлевые или пергаментные мешочки для изоляции цветков сортов яблони, груши, вишни, сливы и др.; пылилki для нанесения пыльцы на рыльце пестиков; пергаментные этикетки и нитки; весы.

**Учебные дисциплины:** биология.

**Класс:** 6.

### **Комментарии**

**Схема исследований:** Предлагается семь вариантов по каждому сорту, количество вариантов определяется поставленными задачами:

— автогения — случайное (спонтанное) самоопыление под изоляторами на уровне одного цветка;

— автогения искусственная — принудительное самоопыление под изоляторами на уровне одного цветка;

— гейтогения — искусственное самоопыление под изоляторами на уровне одного дерева (растения);

— ксеногения — искусственное опыление под изоляторами на уровне одного сорта (клона);

— ксеногения — обработка биологически активными веществами (гормонами и др.);

— аллогения — искусственное перекрестное опыление под изоляторами пыльцой изучаемых сортов-опылителей;

— миксогения — свободное (естественное) перекрестное опыление неизолированных цветков насекомыми или ветром (контроль).

### **Ход работы**

1. В каждом варианте отберите не менее 300 цветков (по 100 цветков в трехкратной повторности на разных ветвях). Цветки выберите с южной стороны на основных ветвях первого порядка. Исследование в 1 ... 6 вариантах проведите с изоляцией мешочками до и после нанесения пыльцы. Обильное опыление произведите пылилками однократно с 11 до 12 часов дня по мере распускания цветков. В варианте 7 через день в хорошую погоду без дождя в 9, 12, 15 и 18 часов учитывайте количество насекомых-опылителей.

2. Через две недели и месяц после цветения проведите ревизию образовавшихся плодов. В съемной зрелости учитывайте количество и массу плодов, число развитых семян в каждом плоде.

3. Динамику цветения растений и посещаемость цветков насекомыми-опылителями в варианте 7 сопоставьте с метеорологическими данными в 9, 12, 15 и 18 часов. Вычислите индекс обилия и доминирования, а также индекс опыления цветков насекомыми-



опылителями (то есть определите кратность посещения каждого цветка насекомыми того или иного вида либо экологической группы). Индексы обилия, доминирования и опыления сопоставьте с завязываемостью плодов, урожайностью и количеством семян в плодах.

4. По полученным показателям определите эффективность того или иного фактора опыления, узнайте склонность сортов к самоопылению или к перекрестному опылению.

5. В итоге узнайте хозяйственную ценность способов опыления, сделайте выводы о необходимости применения сортов-опылителей, разработайте рекомендации по нормированному опылению плодовых растений и формированию стабильно ежегодных урожаев плодов в садовых экосистемах.

### ***Контрольные вопросы***

1. Как правильно проводить искусственное опыление?
2. Что такое гейтоногения, ксеногения, аллогения, миксогения?
3. Какие типы опылений вам знакомы?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания о растениях своего региона, об особенностях опыления растений;
- развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции;
- закрепляют навыки работы с определителями.

### ***Применение***

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, в курсе биологии 6 класса «Опыление», во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Добрецова, Н.В. Исследовательская работа учащихся по изучению природы в пионерском лагере [Текст] // Биология в школе. — 1987. — № 3. — М. : Биология в школе : Педагогика. — С. 69—71.
2. Савинов, И.А. Ботанические экскурсии по Москве и Московской области [Текст]. — М. : Социально-политическая мысль. — 124 с.
3. Суворова, С.А. Опытническая работа школьников с растениями [текст] : учеб. пособие / С.А. Суворова, К.И. Дагаргулия ; Ряз. гос. ун-т им. С.А. Есенина. — Рязань, 2006. — 156 с.

## 90. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ГРУППЫ РАСТЕНИЙ ПО ОТНОШЕНИЮ К ВОДЕ

**Время проведения:** конец мая, сентябрь.

**Цель:** научиться выявлять экологические группы растений по отношению к воде.

**Задачи:**

- изучить биологические особенности растений, принадлежащих к различным экологическим группам по отношению к воде;
- сформировать понятие водный баланс растений;
- развивать навыки наблюдений в природе.

**Оборудование:** гидробиологические сачки, баночки, атласы — определители растений, блокноты, карандаши, план парка, микроскопы, наборы для микропрепарирования, лупы.

**Новые понятия:** водный баланс растений.

**Учебные дисциплины:** биология.

**Классы:** 6, 10.

### **Комментарии**

Весьма важным при экологическом анализе флоры является ее подразделение на группы видов, сходных по своим требованиям к отдельным факторам среды обитания (например, к условиям увлажнения, освещения, свойствам почв и грунтов и т.д.). Выделяемые таким образом группы растений носят название *экологических групп* или *экоморф*. В основу классификации экоморф удобнее всего положить отношение растений к увлажнению.

В зависимости от отношения к влаге различают *пойкилогидридные* растения (не имеют специальных механизмов для регулирования гидратуры своего тела — это мхи, низшие растения, многие папоротники) и *гомойогидридные* (имеют специальные механизмы — устьичный аппарат, трихомы на листьях и т.д., это высшие растения). Пойкилогидридность у покрытосеменных — явление вторичное.

Гомойогидридные в свою очередь по характеру водного режима делятся на несколько групп:

— *Мезофиты* — растения, приспособленные к жизни в условиях среднего водоснабжения (средняя влажность почвы и воздуха) на нейтральных почвах. Обычно они имеют хорошо развитые листья, часто с крупными пластинками, слабо опушенными или не опушенными вовсе. Группа мезофитов наиболее распространена в умеренном поясе и представлена большим количеством форм.

— *Гигрофиты* — влаголюбивые растения, обитающие в избыточно увлажненной почве при нейтральных условиях кислотности. Как правило, имеют небольшую корневую систему слабо развитые механические ткани, воздухоносные полости в корнях, стеблях и листьях. Встречаются обычно на болотах, по берегам водоемов, заболоченным лугам и лесам. Промежуточное положение между мезофитами и гигрофитами занимают *мезогигрофиты*. В особую группу гидрофитов выделяются водные растения, свободно плавающие или укореняющиеся на дне водоема и полностью погруженные в воду (иногда с плавающими на поверхности листьями или выставленными над водой соцветиями).

— *Ксерофиты* — растения, приспособленные к жизни в условиях низкого водоснабжения на нейтральных почвах и способным переносить продолжительную атмосферную и почвенную засуху (выносят увядание с потерей до 21—50 % воды). В неблагоприятные периоды жизни ксерофиты прекращают рост, частично или полностью сбрасывают листья — находятся в состоянии депрессии. Промежуточное поколение в этом ряду занимают *мезоксерофиты*, которые имеют некоторые приспособления, позволяющие им переносить непродолжительную засуху. Многие растения из этой группы имеют глубокую корневую систему, обладают интенсивной транспирацией и невысокой устойчивостью к обезвоживанию тканей.

— *Ультраксерофиты* — растения, произрастающие в крайне сухих местах обитания (можжевельник).

— *Суккуленты* («суккус» — сочный) имеют хорошо развитую водозапасающую ткань, толстый слой кутикулы, мощную эпидерму, редко и кратковременно раскрывающиеся устьица. Они делятся на листовые (алоэ, агава) и стеблевые (монетное дерево).

Примеры растений:

- гидатофиты — элодея, валлиснерия;
- гидрофиты — тростники, частуха подорожниковая, калужница;
- гигрофиты: теневые — недотрога, бодяк огородный; световые — рис, папирус, подмаренник болотный, росянка;
- мезофиты — береза, дуб, одуванчик;
- ксерофиты: суккуленты — алоэ, агава, молодило, очиток, аспарагус, кактусы; склерофиты — полыни, злаки.

### ***Ход работы***

1. Ознакомиться с биологическими особенностями растений различных экологических групп, используя гербарии, таблицы, комнатные и аквариумные растения.

2. Определить с помощью определителей растения прудов. Распределите их по группам (гидатофиты, гидрофиты).

3. Определить с помощью определителей растения берегов (мезофиты).

4. По результатам исследований заполнить таблицу 55.

Таблица 55

Экологические группы растений

Название растений	Место произрастания	Приспособление растений к водному режиму	К какой экологической группе относится растение

5. Сформулировать выводы.

**Контрольные вопросы**

1. Что такое пойкилогидридные и гомойгидридные организмы?

2. Перечислить основные группы растительных организмов по характеру водного режима.

3. Какие растения гидатофиты вы обнаружили?

4. Какие растения гидрофиты вы обнаружили?

5. Какие растения мезофиты вы обнаружили?

6. Какие растения ксерофиты вы обнаружили?

7. Какая группа является преобладающей?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

— расширяют знания о растениях своего региона, формируют представление об экологических группах растений, водном балансе растений;

— развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции;

— закрепляют навыки работы с определителями.

**Применение**

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, в курсе биологии 6 класса «Экологические группы растений», экологии 10 класса «Приспособления организмов к среде обитания», во внеурочной деятельности, результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования

**Список рекомендуемой литературы**

1. Брежнев, Д.Д. Человек и мир растений [Текст] / Д.Д. Брежнев [и др.]. — М. : Колос, 1982. — 303 с.

2. Лотова, Л.И. Морфология и анатомия высших растений [Текст]. — М. : Эдиториал УРСС, 2000. — С. 241—257.

3. Неронов, В.В. Полевая практика по геоботанике в средней полосе Европейской России [Текст] : метод. пособие. — М. : Изд-во Центра охраны дикой природы, 2002. — 139 с.

4. Экология организмов [Текст] : прогр. дисц. и учеб.-метод. реком. / сост. Е.С. Иванов, А.П. Круглова, Ю.М. Посевина. — Рязань, 2009. — 70 с.

5. Яковлев, Г.П. Ботаника [Текст] : учеб. для вузов / Г.П. Яковлев, В.А. Челомбитько ; под ред. Р.В. Камелина. — СПб. : СпецЛит : Изд-во СПХФА, 2003. — С. 68—100.

## **91. АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВИДОВ ТРАВЯНО-КУСТАРНИКОВОГО ЯРУСА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ**

**Цель:** научить проводить анализ изменения обилия видов растений в зависимости от антропогенных факторов.

**Задачи:**

— научить определять видовой состав растений с помощью определителей и выявлять степень антропогенной нагрузки;

— закрепить приемы работы с определителями.

**Оборудование:** определители растений.

**Новые понятия:** проектировочное покрытие, гистограмма.

**Учебные дисциплины:** биология.

**Класс:** 6.

**Ход работы**

1. Изучить видовой состав травянистых растений на учетных площадках (1x1 м).

2. Рассчитать среднее обилие травостоя (проектировочное покрытие, %) на пробных площадках.

3. Построить гистограммы распределения обилия отдельных видов травяно-кустарникового яруса по учетным площадкам.

4. Сделать выводы об экологической амплитуде отдельных видов и о наиболее оптимальных почвенных условиях. Данные занести в таблицу 56.

Проектировочное покрытие выражается в процентах и определяется для каждого вида в отдельности.

### **Контрольные вопросы**

1. Растения из каких семейств встречаются наиболее часто?
2. Распределить растения по ярусам. Сколько ярусов вами обнаружено?
3. В каких частях парка наибольшее покрытие почвы растениями?
4. Состояние какого растения можно оценить как оптимальное с большим или малым проектировочным покрытием?
5. Растения каких экологических групп встречаются на территории парка?

Таблица 56

Видовой и количественный состав  
травянистых растений

№ п/п	Название растения	Семейство	Проектировочное покрытие, %	Экологическая группа	Фенофаза	Значение	Распространенность (участки)
1	Мятлик луговой	Злаки	15	Луг	Плодоношение	Кормовое	1, 3, 5

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания о растениях своего региона, о степени антропогенной нагрузки на территорию;
- закрепляют приемы работы с определителями;
- развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### **Применение**

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, во внеурочной деятельности, в курсе биологии 6 класса по теме «Растительное сообщество»; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### *Список рекомендуемой литературы*

1. Грау, Ю. Дикорастущие лекарственные растения [Текст] / Ю. Грау, Р. Юнг, Б. Мюнгер ; пер. с нем. И. Муронец // Самый популярный справочник. — М. : АСТ : Астрель, 2002. — 288 с.
2. Кремер, Б.П. Деревья: местные и завезенные виды Европы [Текст] : пер. с нем. — М. : АСТ : Астрель, 2002. — 288 с.

### *Список использованной литературы*

1. Кавеленова, Л.М. Проблемы организации системы фитомониторинга городской среды в условиях лесостепи [Текст]. — Самара : Самарский Университет, 2003. — 124 с.

## **92. КСЕРОМОРФИЗМ ГОРОДСКИХ РАСТЕНИЙ**

**Цель:** сравнить растения одного вида, произрастающие в центре города и в парке, на ксероморфность.

**Задачи:**

- ознакомиться с понятиями «ксероморфность» и «коллодиевые растворы»;
- научиться изготавливать коллодиевые растворы;
- научиться проводить оценку ксероморфности растений.

**Оборудование:** микроскоп или бинокляр.

**Новые термины:** ксероморфность, коллодиевые растворы, гиподерма.

**Учебные дисциплины:** экология, биология.

**Класс:** 6.

### **Комментарии**

Доступность воды является особенно важным фактором, влияющим на форму и структуру растения. По потребности в воде растения обычно разделяют на ксерофиты, мезофиты и гидрофиты. Ксерофиты приспособлены к сухим местам обитания; мезофиты требуют большого количества доступной воды в почве и сравнительно влажной атмосферы; гидрофиты (или гигрофиты) нуждаются в еще большем запасе влаги и могут расти частично или полностью погруженными в воду. Структурные особенности, присущие растениям различных мест обитания, или сами растения, имеющие такие особенности, описываются соответственно как ксероморфные, мезоморфные и гидроморфные. Особенности перечисленных растений наиболее вы-

ражены в листьях. Один из наиболее характерных признаков ксероморфных листьев — высокое отношение объема к поверхности, такие листья мелки и компактны. Эта особенность связана с определенными внутренними характеристиками, такими как большая толщина мезофилла; большее развитие палисадной ткани по сравнению с губчатой или вообще наличие одной палисадной; малый объем межклетников; компактная сеть жилок; относительно низкая плотность распределения продолжений обкладок пучков; высокая плотность распределения устьиц и, наконец, иногда мелкоклетность.

Многие представители ксерофитной флоры имеют листья, содержащие *гиподерму* — ткань с малым числом хлоропластов или (вообще без этих органелл). Общее свойство всех ксерофитов — механическая прочность листьев, обусловленная развитием большого количества склеренхимы. Развитая склеренхима в определенной мере предотвращает повреждающее действие частичного увядания листьев, поэтому естественно, что она более свойственна растениям, обитающим в (районах, характеризующихся продолжительными или периодическими засухами, например в жарких пустынях. У ксероморфных растений часто отмечаются толстые клеточные оболочки, особенно в эпидерме, и толстая кутикула, но вообще толщина кутикулы у них варьирует (в довольно больших пределах). Устьица сосредоточены в углублениях.

Ксероморфные признаки имеют разную степень постоянства; у определенных видов они могут быть прочно генетически закреплены. Тем не менее, факторы среды способны вызывать некоторую степень ксероморфности у мезоморфных в норме листьев или усиливать ксероморфные черты у ксерофитов. Дефицит влаги — только один из таких факторов. Дефицит питательных веществ и холод могут вызывать более сильную степень ксероморфизма, чем недостаток влаги. В условиях недостатка азотистых веществ, например, усиливается суккулентность.

Другим важным формирующим фактором является свет. Листья, развивающиеся на ярком свете, имеют более высокую степень ксероморфности, чем находящиеся в условиях затенения. Эта реакция является основой для дифференциации листьев на световые и теневые. Часто можно наблюдать, что листья, развивающиеся на прямом солнечном свете, мельче, но толще и имеют более мощную палисадную ткань, чем листья, развивающиеся в тени.

Последовательное развитие листьев на растении связано с более или менее выраженными различиями в их морфологии. Изменение формы листьев в ходе онтогенеза часто можно наблюдать еще на стадии проростков, так как существует различие между ювенильными



и взрослыми формами. У растений, имеющих сложные листья, листья проростков могут быть простыми (земляника) или, наоборот, первые листья могут быть сложными, а более поздние — простыми в результате подавления развития листочков акации, у дельфиниума число сегментов, на которые разделена листовая пластинка, с возрастом растения увеличивается. У некоторых видов развитие приводит к изменению природы боковых придатков.

У многолетних древесных растений первые листья нового побега представляют собой почечные чешуи, которые резко отличаются от листьев, следующих за ними, хотя иногда могут появляться и промежуточные по форме листья.

*Ксероморфизм* (гр. «xeros» — сухой + «morphē» — форма) особенности строения засухоустойчивых растений (мелкоклеточность, большое число устьиц, восковой налет и т.д.).

### ***Ход работы***

1. Отберите листья одного яруса с растений произрастающие в центре города и в парке, сравните их размер, количество устьиц на единицу поверхности, количество жилок на 1 см<sup>2</sup>, размеры клеток эпидермиса.

2. Для изучения размеров клеток и количества устьиц можно использовать коллодиевые пленки. На лист кисточкой нанесите мазок коллодия, после его высыхания снимите образовавшуюся пленку и рассмотрите при малом увеличении микроскопа без воды. В поле зрения хорошо видны отпечатки устьиц и клеток эпидермиса.

3. По результатам наблюдения сделайте выводы о развитии ксероморфизма у древесных растений определенного местообитания.

4. Объясните эти явления.

### ***Контрольные вопросы***

1. Что такое ксероморфность?
2. Почему растения в черте города приобретают ксероморфную структуру?
3. Укажите признаки ксероморфности?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания о растениях своего региона, о городе как особой среде обитания живых организмов;
- закрепляют навыки работы с определителями;
- развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### **Применение**

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, во внеурочной деятельности, в курсе биологии 6 класса в теме «Строение листьев»; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### **Список рекомендуемой литературы**

1. Суворова, С.А. Опытническая работа школьников с растениями [текст] : учеб. пособие / С.А. Суворова, К.И. Дагаргулия ; Ряз. гос. ун-т им. С.А. Есенина. — Рязань, 2006. — 156 с.
2. URL : <http://www.igorken.com/?p=127&page=3>
3. URL : <http://bse.sci-lib.com/article066887.html>
4. URL : <http://www.vevivi.ru/best/УЭкологические-основы-устойчивости-растений-ref6847.html>

## **93. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖИЗНЕННОГО СОСТОЯНИЯ ДРЕВОСТОЯ**

**Цель:** научить оценивать состояние древесных растений по внешним признакам.

### **Задачи:**

- продолжить формирование умений определения деревьев визуально и с помощью определителей;
- закрепить умения пользоваться определителями.

**Оборудование:** определители, рулетка, калькулятор.

**Учебные дисциплины:** экология.

**Класс:** 10.

### **Комментарии**

Решающий вклад в загрязнение атмосферного воздуха города вносит автотранспорт, доля его постоянно растет. Выброс загрязняющих веществ в атмосферный воздух от передвижных источников составляет более 50 %. Данные загрязняющие вещества поступают в растения, что оказывает влияние на протекание физиологических процессов и, как следствие, на внешний вид растения. Градация повреждений и степень загрязнения в баллах приведены в таблице 57.

Таблица 57

### **Шкала оценки состояния деревьев по внешним признакам**

Балл	Характеристика состояния деревьев
1	Здоровые деревья без внешних признаков повреждения, величина при-

	роста соответствует норме
2	Ослабленные деревья. Крона слабоажурная, отдельные ветви усохли. Листья и хвоя часто с желтым оттенком. У хвойных деревьев на стволе сильное самотечение и отмирание коры на отдельных участках
3	Сильно ослабленные деревья. Крона изрежена, со значительным усыханием ветвей, вершина сухая. Листья светло-зеленые, хвоя с бурым оттенком и держится 1—2 года. Листья мелкие, но бывают и увеличены. Прирост уменьшен или отсутствует. Самотечение сильное. Значительные участки коры отмерли
4	Усыхающие деревья. Усыхание ветвей по всей кроне. Листья мелкие, недоразвитые, бледно-зеленые с желтым оттенком; отмечается ранний листопад. Хвоя повреждена на 60 % от общего количества. Прирост отсутствует. На стволах признаки заселения короедами и другими вредителями
5	Сухие деревья. Крона сухая, листьев нет, хвоя желтая или бурая (осыпается или осыпалась). Кора на стволах отслаивается или полностью опала. Стволы заселены ксилофагами (потребителями древесины)

### **Ход работы**

1. Заложите пробную площадку 20x20 м.
2. Определите виды деревьев, растущих на исследуемой площадке (табл. 58).

Таблица 58

### Видовой состав древесных растений

№	Название растений	Количество

3. Определите состояние отдельных деревьев, растущих на исследуемой площадке. Оценка состояния деревьев проведите по внешним признакам по 5-балльной шкале (табл. 57).

4. Определите коэффициенты состояния древесных пород. Коэффициенты состояния ( $K_1$ ,  $K_2$ ,  $K_3$  и т.д.) определите для каждого вида деревьев по формуле:

$$K_1 = \sum b_1 \cdot n_1 / N,$$

где  $K_1$  — коэффициент состояния конкретного вида дерева;

$b_1$  — баллы состояния отдельных деревьев одного вида;

$n_1$  — число деревьев каждого балла состояния;

$N$  — общее число учтенных деревьев каждого вида.

5. Результаты визуальных определений и расчетов оформите в виде таблицы 59.

Таблица 59

## Оценка состояния древостоя

Виды деревьев	Количество деревьев	Состояние деревьев, баллы	Коэффициент состояния вида
1. Дуб	5	1 1 1 2 2	1,4
2. Ель	4	1 1 2 3	1,5

6. Определите коэффициент состояния древостоя в целом (К) как среднее арифметическое коэффициентов состояния отдельных видов деревьев:

$$K = K_1 + K_2 + \dots + K_n / R,$$

где  $K_1, K_2, K_n$  — коэффициенты состояния видов деревьев;  
 $R$  — число видов деревьев.

$$K = 1,4 + 1,5 / 2 = 1,45.$$

7. Оцените состояние древостоя, используя следующую градацию:

$K < 1,5$  — здоровый древостой;

$K = 1,6—2,5$  — ослабленный древостой;

$K = 2,6—3,5$  — сильно ослабленный лес;

$K = 3,6—4,5$  — усыхающий лес;

$K > 4,6$  — погибающий лес.

8. Сделайте выводы.

### **Контрольные вопросы**

1. Какие причины повреждения древостоя вы можете назвать?
2. Сколько различных видов деревьев встречается на территории парка?
3. Какие из них встречаются наиболее часто?
4. Как вы оцениваете состояние древостоя?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

— закрепляют навыки работы с определителями; осваивают метод визуальной оценки состояния деревьев;

— расширяют знания о растениях своего региона, о состоянии растительности;

— развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### **Применение**

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, на уроках экологии 10 класса «Влияние человека на среду

обитания», во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Грау, Ю. Дикорастущие лекарственные растения [Текст] / Ю. Грау, Р. Юнг, Б. Мюнгер ; пер. с нем. И. Муронец // Самый популярный справочник. — М. : АСТ : Астрель, 2002. — 288 с.
2. Кремер, Б.П. Деревья: местные и завезенные виды Европы [Текст] : пер. с нем. — М. : АСТ : Астрель, 2002. — 288 с.

### ***Список использованной литературы***

1. Горышина, Т.К. Растение в городе [Текст]. — Л. : Изд-во ЛГУ, 1991. — 148 с.
2. Зверев, А.Т. Экология. Практикум. 10—11 кл. [Текст] : учеб. пособие для общеобразовательных учреждений. — М. : ООО «Издательский дом «ОНИКС 21 век», 2004. — 176 с.
3. Колмогорова, Е.Ю. Жизненное состояние древесных растений произрастающих в местах загрязнения выбросами автотранспорта [Текст] // Современный мир, природа и человек : межвуз. сб. науч. тр. — Томск : Крокус, 2009. — Т. 1. — № 1. — С. 90—91.
4. Литвинова, Л. Нравственно-экологическое воспитание школьников [Текст] / Л. Литвинова, О.Е. Жиренко. — М. : 5 за знания, 2005.

## **94. ФИТОПАТОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ХАРАКТЕРА ПОВРЕЖДЕНИЙ ЛИСТОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ ДЕРЕВЬЕВ И КУСТАРНИКОВ**

***Цель:*** изучить характер повреждения деревьев и кустарников.

***Задачи:***

- ознакомиться с типами повреждений деревьев и кустарников;
- продолжить знакомство с древесными и кустарниковыми растениями;
- оценить состояние растений на исследуемом участке.

***Учебные дисциплины:*** биология, экология.

***Класс:*** 7, 10.

***Комментарии***

Наиболее распространенная форма вреда от растительноядных насекомых — повреждение культурных и хозяйственно используемых диких растений. Прием пищи при питании на растениях происходит двумя различными способами: с помощью грызущих ротовых органов и с помощью сосущих. Под воздействием грызущих и сосущих вредителей растение претерпевает различные внешние изменения, нередко сопровождающиеся существенными анатомо-физиологическими изменениями.

Повреждения при яйцекладке менее распространены и свойственны сравнительно немногим насекомым. Они наблюдаются, например, у некоторых кузнечиков, стеблевых сверчков, орехотворок и др. Перенос возбудителей болезней представляет собою широко распространенное среди растительноядных насекомых явление, особенно среди сосущих. Переносчики болезней растений известны среди цикадок, тлей, трипсов, но также установлены у немногих кузнечиков, жуков и других не сосущих насекомых.

Наиболее обычным типом повреждения является нарушение целостности того или иного органа растений при питании грызущих насекомых. Повреждение листьев приводит к уменьшению ассимиляционной поверхности, повреждение корней нарушает поступление влаги в растение из почвы и ухудшает минеральное питание, при повреждении стебля ухудшается движение воды и питательных веществ к частям растений, расположенным выше места повреждения.

Повреждения сосущих насекомых целостность растения не нарушают, но в местах сосания появляются желтые или другого цвета пятна; поврежденные клетки отмирают и нередко изолируются от живых пробковым слоем. В конечном итоге повреждения сосущих и грызущих насекомых при сильном проявлении нарушают нормальные функции растений, ослабляют его рост, накопление запасных питательных веществ — крахмала, масел и пр. В результате урожай в той или иной степени снижается или полностью гибнет.

При питании некоторых тлей, при развитии личинок мух-галлиц и орехотворок в тканях растений возникают новообразования в виде различного рода вздутий или разрастаний — галлы. Ущерб урожаю от галл незначителен или даже незаметен, но зато ухудшается декоративность растений; поэтому обилие галлообразователей в парках и садах нежелательно.

Питающиеся на растениях насекомые обычно специализированы на тех или иных органах, избирая для питания либо листья, либо плоды, древесину, корни или иные части растений.

В целом большое разнообразие видов вредных насекомых и повреждаемых растений, многообразие специфики питания и наличие ответной реакции растения на повреждения способствовало возникновению разнообразных внешних последствий в виде различных типов повреждений.

*Типы повреждений.* Внешние признаки повреждаемых растений определяются следующими основными условиями: особенностями воздействующего на растения органа насекомого (грызущие или сосущие ротовые части, яйцеклад), повреждаемым органом растения (листья, плоды, ствол, корни и др.), способностью насекомого производить предварительную подготовку растения для питания и реакцией растения на повреждения. В соответствии с этими условиями можно различать следующие типы повреждений.

### ***Ход работы***

1. Проведите осмотр кроны дереза (кустарника) в пределах уровня доступности с четырех сторон света.

Таблица 60

Анализ характера повреждений и выявление видов насекомых, вызывающих повреждения их листовой кроны

Тип повреждения	Признаки	Возбудители
Скелетирование (тонкое скелетирование)	На листовых пластинках наблюдаются участки, на которых отсутствуют мягкие ткани и имеются только жилки	Личинки насекомых
Минирование	На зеленом фоне листа хорошо заметные белые линии (мины)- ходы, проделываемые мелкими насекомыми	Личинки двукрылых, гусеницы бабочек
Одиночные галлы	На листьях сверху появляются выпуклые пятна, а снизу узловатые вздутия	Орехотворки
Деформация листовой пластинки (скручивание, курчавость)	Изменение листовой пластинки, в результате высасывания соков, переноса вирусного заболевания	Бабочки листовертки, паразитические вирусы
Краевое объедание, погрызы	Края листовой пластинки имеют неправильную форму. На листьях наблюдаются погрызы различной формы	Личинки насекомых

	и размера	
Перфорация	Наблюдаются отверстия в листьях	Личинки насекомых
Клеевой натек	Листья особенно на верхушках побегов, курчавятся и желтеют, при сильном поражении на них видны клейкие выделения темно-зеленых или черных палей	Тли зеленые и черные

2. Обследуйте листья одного кустистого побега длиной 1 метр, начиная с верхушки побега, на наличие повреждений, заболеваний и следов деятельности беспозвоночных. Укажите степень повреждения. Данные занесите в таблицу 61.

3. Дайте фитопатологическую характеристику состояния деревьев и кустарников на учетных площадках в зависимости от рекреационной нагрузки.

#### **Контрольные вопросы**

1. На какие группы делятся повреждения листьев?
2. Каковы причины возникающих повреждений?
3. Чем характеризуются некрозы и хлорозы?
4. Что такое фитопатология?
5. Ожог. Его причины.

Таблица 61

#### Поражение листвы деревьев заболеваниями

Тип повреждения	Признаки	Возбудители
Пятнистость	На листьях появляются круглые желто-зеленые или серо-бурые пятна с темными краями	Паразитирующие грибки
Некроз	Омертвление листовой ткани	Кислотные дожди, паразитирующие грибки
Ожог	Пожелтение и побурение побегов	Нарушение режима полива
Гниль	Пораженные ткани становятся мягкими и водянистыми. При высокой влажности воздуха образуется серый налет спорангиев	Паразитирующие грибки



Увядание	При продольном разрезе видно побурение и отмирание сосудистых переплетений, листья желтеют и вянут	Паразитирующие грибки
Мозаика	Листья покрываются желтыми мозаичными пятнами, кольцами или штрихами	Паразитирующие грибки
Ржавчина	На листьях, вначале снизу, а затем и сверху появляются ржаво-коричневые и бурые подушечки	Паразитирующие грибки

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания о растениях своего региона, о типах повреждений листовой поверхности;
- развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции;
- закрепляют навыки работы с определителями.

### **Применение**

Работа может быть использована на уроках экологии 10 класса «Взаимоотношения между организмами», биологии 7 класса в теме «Насекомые», во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

Таблица 62

### Учет и описание характера листовой поверхности деревьев и кустарников

Тип повреждения	Фенологическая фаза развития побега	№ листа				
Повреждение листьев деревьев и кустарников насекомыми: — скелетирование — минирование — одиночные галлы — деформация листовой пластинки (скручивание) — краевое объедание — перфорация — клеевой натек						

Поражение листвы деревьев и кустарников заболеваниями: — пятнистость — некроз — ожог — гниль — увядание						
--	--	--	--	--	--	--

### 5.3. Комплексные методы исследования

## 95. ИЗУЧЕНИЕ БИОЛОГИИ ВИДА

**Цель:** изучить биологию вида растения.

**Задачи:**

- ознакомиться с понятием «биология вида»;
- научиться описывать биологию вида с помощью бланка.

**Оборудование:** бланк описания, ручка, блокнот.

**Учебные дисциплины:** экология, биология.

**Класс:** 6, 11.

**Ход работы**

Пользуясь предложенным бланком, охарактеризуйте биологию вида.

Схема изучения биологии вида:

1. Отношение к температуре:

- холодостойкое растение или теплолюбивое;
- температура прорастания семян или появление побегов у многолетних растений;
- отношение к весенним и осенним заморозкам;
- отношение к высоким температурам в разные фазы вегетации.

2. Отношение к свету:

- светлюбиво или теневыносливо;
- цветет ли в условиях затенения.

3. Отношение к влажности почвы:

- влаголюбиво или засухоустойчиво;
- в какие фазы вегетации чувствительно к засухе.

4. Отношение к почвам:

- растет на любых почвах, предпочитает легкие песчаные и супесчаные;
- растет на кислых, нейтральных или щелочных почвах;
- предпочитает рыхлые или плотные почвы.

5. Отношение к почвенному плодородию:
  - растет на богатых питательными веществами почвах;
  - успешно растет на бедных песчаных почвах;
  - растет на различных субстратах.
6. Длина вегетационного периода.
7. Продолжительность жизни (у многолетних).
8. Продолжительность фенофаз:
  - время между появлением всходов и началом бутонизации;
  - длительность цветения;
  - время между завязыванием семян и их созреванием.
9. Способ опыления.
10. Способ распространения плодов и семян.
11. Способ перезимовки (для многолетних).

### ***Контрольные вопросы***

1. Какие показатели используются для характеристики вида?
2. Что такое фенофаза?
3. Перечислите возможные способы распространения плодов и семян
4. Что такое вид?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания о биологии вида, об особенностях растений своего региона;
- учатся давать описание биологии вида;
- развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### ***Применение***

Работа может быть использована на уроках экологии 11 класса «Зависимость организмов от фактов среды», биологии 6 класса как итоговая работа за курс ботаники, во внеурочной деятельности, результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Гусева, Т.В. Подготовка экологических информационных материалов для особо охраняемых природных территорий силами учащихся. Рекомендации для педагогов, руководителей кружков, студентов педагогических отделений вузов [Текст] : учеб. пособие /

Т.В. Гусева [и др.] ; РХТУ им. Д.И. Менделеева. — М. : Эколайн, 2003. — 84 с.

2. Илькун, Г.М. Газоустойчивость растений. Вопросы экологии и физиологии [Текст]. — Киев : Наукова Думка, 1971. — 146 с.

3. Суворова, С.А. Опытническая работа школьников с растениями [текст] : учеб. пособие / С.А. Суворова, К.И. Дагаргулия ; Ряз. гос. ун-т им. С.А. Есенина. — Рязань, 2006. — 156 с.

## 96. АНТРОПОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ

**Цель:** дать антропоэкологическую оценку зеленых насаждений.

**Задачи:**

— ознакомиться с понятием «антропоэкологическое состояние»;

— провести антропоэкологическую оценку зеленых насаждений.

**Новые понятия:** антропоэкология, рекреация.

**Учебные дисциплины:** биология, экология.

**Классы:** 9, 11.

**Комментарии**

*Антропоэкология* — дисциплина, изучающая построение человеком на всех этапах его жизни собственной жизнедеятельности — во взаимосвязи с природой, социумом, культурой.

*Рекреация* — непосредственное влияние человека на сообщества.

**Ход работы**

Пользуясь бланком (табл. 63, 64, 65) опишите состояние парка.

**Контрольные вопросы**

1. Что такое антропоэкологическое состояние?

2. Какие показатели используются для этой характеристики?

3. Что значит антропический?

Таблица 63

Бланк физико-географической характеристики  
зеленых насаждений

№ п/п	Пункт бланка	Ответ
----------	--------------	-------

1	Дата	
2	Географическое положение	
3	Общий характер рельефа	
4	Краткая характеристика почвы	
5	Характеристика зеленых насаждений	
6	Занимаемая площадь. Окружение. Мелкие формы рельефа	

Таблица 64

**Антропоэкологическое состояние  
зеленых насаждений**

№ п/п	Мероприятия по охране и восстановлению зеленых насаждений	Количество	Состояние
1	Санитарные рубки		
2	Новые посадки		
3	Искусственные гнезда для птиц		
4	Лесопарковая мебель — лавочки		
5	Укрытия от дождя		
6	Спортивные и игровые площадки и поляны		
7	Искусственные кострища		
8	Дорожно-тропиночная сеть		
9	Мусоросборники		
10	Аншлаги-указатели		
11	Фонтан		
12	Фонари		

Таблица 65

**Антропическая характеристика  
зеленых насаждений**

№ п/п	Виды использования	Есть или нет	Примечание
1	Пешие прогулки		
2	Отдых в благоустроенных местах		
3	Занятия спортом		
4	Прогулки на велосипеде		
5	Пикники		
6	Сбор: — цветов; — лекарственных растений; — других природных материалов		
7	Рыбная ловля		
8	Выгул собак		
9	Другие виды использования		

В процессе выполнения данной работы учащиеся:  
— расширяют знания об антропоэкологическом состоянии зеленых насаждений;

— формируют навыки антропоэкологической оценки состояния зеленых насаждений;

— развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### ***Применение***

Работа может быть использована на уроках экологии 11 класса «Растительность и ее состояние», биологии 9 класса «Последствия хозяйственной деятельности для окружающей среды», во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Летние школьные практики по биологии [Текст] : метод. пособие / сост. А.Б. Шипунов ; под ред. П.Ю. Жмылева. — М. : МЦН-МО, 1998. — 198 с.

2. Мамонтов, С.Г. Биология. Общие закономерности. 9 кл. [Текст] : учеб. для общеобразоват. учреждений / С.Г. Мамонтов, В.Б. Захаров, Н.И. Сонин. — 4-е изд., стереотип. — М. : Дрофа, 2003. — 288 с.

3. Прибылова, Е.П. Антропоэкологическое состояние зеленых насаждений городских ландшафтов и природоохранное воспитание школьников [Текст] // Современная экология — наука XXI века : матер. междунар. науч.-практ. конф. (17—18 октября 2008 г.) / отв. ред. Е.С. Иванов. — Рязань : РГУ, 2009. — Т. 2. — 108 с.

## **5.4. Основные типы растительности и их особенности**

В средней полосе распространение получили следующие шесть типов растительности: зональный — лесной, интразональные — луговой, болотный, прибрежно-водный и сорный, а также экстразональный — степной. Характерные особенности и различное хозяйственное значение каждого из них во многом определяют специфику геоботанических исследований. Так, в лесных сообществах наибольшее значение приобретает разностороннее изучение древостоя и ярусного строения сообществ. При исследовании лугов ведущим является как можно более полное выявление их флористического состава с целью определения соотношения различных агроботанических групп видов, установления присутствия в травостое ядовитых и сорных видов, а также выяснения влияния сенокосения и пастьбы на структуру и устойчивость этих сообществ. При изучении прибрежно-водной рас-

тительности необходимы комплексная характеристика водоема и описание смены сообществ по профилю от уреза воды до свободной водной поверхности.

При описании отдельных типов растительности особое внимание уделяется их флористическому составу, особенно видам — эдификаторам и доминантам, характеристике специфических особенностей внутренней фитосреды, условий местообитания и приспособлений растений к ним, а также главнейших групп ассоциаций. Все практические вопросы описания фитоценозов в поле (методика заполнения бланка, применение тех или иных шкал относительного обилия, фенологических состояний или жизненности, приемы определения возраста и высоты древостоев и проч.) вынесены в отдельную работу и рассмотрены выше.

## 97. ЛУГ КАК РАСТИТЕЛЬНОЕ СООБЩЕСТВО

**Цель:** сформировать представление о луге как экосистеме.

**Задачи:**

- повторить способы определения температуры, влажности, силы ветра;
- закрепить навыки пользования определителями;
- повторить типы биотических отношений;
- познакомиться с луговой фауной;
- научиться давать комплексную оценку экосистеме луга.

**Оборудование:** мерная рулетка, колышки, весы (безмен), пакет для взвешивания растений, серп, энтомологический сачок, бинокль, пробирки, лопата, булавки, шнуры, планшет, миллиметровая бумага, определители растений, грибов и животных, учебные принадлежности (тетрадь для записей, авторучка, цветные и простые карандаши, линейка), термометр, гигрометр, анемометр, люксометр, вата.

**Новые понятия:** заливные и незаливные луга.

**Учебные дисциплины:** экология, география, биология, химия.

**Классы:** 6, 7, 8, 10.

### **Комментарии**

Луг — это экосистема, растительный компонент которой представлен сообществами мезофильных и гигрофильных трав. Современные луга занимают около 150—200 млн га. Большинство лугов возникло на базе лесов, болот и степей в результате деятельности

человека, приурочено к низинным участкам хорошо увлажненных земель, главным образом в Европе и Новой Зеландии.

По колебаниям влажности луга разделяют на заливные и незаливные. Незаливные, в свою очередь, делятся на суходольные и низинные. Заливные луга расположены по долинам рек и ежегодно заливаются вешними водами. Низинные занимают пониженные части рельефа и питаются за счет грунтовых и атмосферных вод.

Значение лугов велико и многогранно. Они являются источниками кормовых, лекарственных, витаминоносных, пищевых, декоративных и других полезных видов растений; местом обитания многих редких видов растительного и животного мира; барьером, задерживающим существенную часть минеральных удобрений и ядохимикатов, смываемых с полей. Луговая растительность значительно улучшает почву, обогащает ее азотом, повышает содержание гумуса, улучшает структуру. Немаловажным является также эстетическое, воспитательное и научно-познавательное значение лугов. Они приобретают все большую роль как места отдыха населения, а многие из них могут служить эталонами для создания многолетних культурфитоценозов

### *Ход работы*

1. Определите тип луга и укажите его местоположение.
2. Дайте общую характеристику рельефа. Опишите микрорельеф. Каково его происхождение?
3. При помощи простейших метеорологических приборов (термометр, люксометр, анемометр, гигрометр) изучите микроклимат данной территории.
4. Опишите почву (мощность горизонтов, окраска, механический состав, структура, сложение, степень увлажненности, включения) и особенности материнской породы.
5. Выберите однородный участок луга и заложите на нем площадку размером  $400 \text{ м}^2$ , отмерив мерной рулеткой двадцатиметровые стороны, а по углам вбейте ограничивающие колышки. Определите видовую принадлежность растений данного участка. Укажите их ярус, высоту, фенофазу, обилие, жизненную форму, экологическую группу по отношению к воде (гидрофиты, гелофиты, гигрофиты, мезофиты, ксерофиты) и хозяйственное значение.

Растения из каких семейств преобладают на лугу? Вспомните основные черты строения злаков и представителей семейства бобовых. Возьмите по два растения из вышеназванных семейств и сделайте их биоморфологическое описание.

7. Постройте вертикальную и горизонтальную проекции изучае-



мого участка луговой экосистемы. Выделите ярусы. Каково значение ярусного расположения организмов в биоценозе? Обратите внимание на мозаичное расположение микрогруппировок растений. Чем оно обусловлено?

8. Определите хозяйственную продуктивность луга. Для этого выберите пробную площадку размером 1 м<sup>2</sup> (1 x 1 м), срежьте овечьими ножницами или серпом все растения на уровне почвы, положите их в пакет и взвесьте в сыром виде. Пересчитайте хозяйственную продуктивность на 1 га, умножив массу растений на 10 000.

9. Установите видовой состав беспозвоночных животных в надпочвенном слое, среди растений и летающих над ними.

10. Послушайте голоса птиц, с помощью бинокля рассмотрите их габитус (внешний облик) и постарайтесь выяснить их названия.

11. Найдите следы деятельности других позвоночных животных и определите их видовую принадлежность.

12. Вспомните основные типы биотических отношений и приведите примеры таких отношений на лугу.

13. Укажите виды — эдификаторы, доминантные, малочисленные и охраняемые виды.

14. Выберите два хорошо вам известных организма и опишите их экологические ниши, указав абиотические условия среды, биоценотическое окружение, пищевые ресурсы и образ жизни, а также выявите у них адаптации к условиям обитания и образу жизни на лугу.

15. Составьте схему пищевой сети луговой экосистемы.

16. Приведите примеры продуцентов, консументов разных порядков и редуцентов луга.

17. Определите степень антропогенного влияния (низкая, средняя, высокая) на изучаемую экосистему и предложите меры рационального использования и охраны лугов.

18. Сделайте вывод по работе, в котором коротко докажете, что луг — экосистема.

Таблица 66

Описание почвенного разреза

Индексы генетических горизонтов	Мощность горизонта, см	Цвет	Влажность	Механический состав	Структура	Сложение	Включения

А,							
А,							
А							
В							
с							

### **Контрольные вопросы**

1. Что такое экосистема?
2. Почему луг — это экосистема?
3. Чем биогеоценоз отличается от экосистемы?
4. Назовите типы лугов. Как они образуются?
5. Какие показатели используются для характеристики луга?
6. Что обозначают понятия: продуцент, консумент, редуцент (деструктор)?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания о луге как экосистеме;
- закрепляют навыки работы с определителями, методы оценки состояния почвы, воздуха, фитоценоза;
- развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

Тип луга \_\_\_\_\_

Местоположение луга (географическое и топографическое) \_\_\_\_\_

Общий характер рельефа \_\_\_\_\_

Микрорельеф и его происхождение \_\_\_\_\_

Микроклимат: температура \_\_\_\_\_

влажность \_\_\_\_\_%; скорость ветра \_\_\_\_\_ м/с.

Таблица 67

### Растения луга

Название вида	Ярус	Высота	Фенофаза	Обилие	Жизненная форма	Экологическая группа	Хозяйственное значение

--	--	--	--	--	--	--	--

### ***Применение***

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, на уроках географии 7 класса в теме «Почвы», 8 класса «Природные зоны», биологии 6 класса «Растительные сообщества», «Условия жизни растений», экологии 10 класса «Экосистемы», во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Неронов, В.В. Полевая практика по геоботанике в средней полосе Европейской России [Текст] : метод. пособие. — М. : Изд-во Центра охраны дикой природы, 2002. — 139 с.
2. Савинов, И.А. Ботанические экскурсии по Москве и Московской области [Текст]. — М. : Социально-политическая мысль. — 124 с.
3. Семенов, А.А. Полевой практикум по экологии [Текст] : учеб. пособие для студ. вузов и уч-ся старших классов / А.А. Семенов, В.М. Астафьев, З.И. Чердымова ; под ред. А.А. Семенова. — М. : Тайдекс Ко, 2003. — 144 с
4. Суворова, С.А. Опытническая работа школьников с растениями [текст] : учеб. пособие / С.А. Суворова, К.И. Дагаргулия ; Ряз. гос. ун-т им. С.А. Есенина. — Рязань, 2006. — 156 с.

## **98. ЛЕС КАК РАСТИТЕЛЬНОЕ СООБЩЕСТВО**

***Цель:*** описать лесной фитоценоз.

***Задачи:***

- ознакомиться с методикой описания лесного фитоценоза;
- закрепить навыки определения ярусности, возраста деревьев, фенофаз, высоты растений, проектировочного покрытия;
- продолжить знакомство с растениями своего региона и определения с помощью определителя и визуально;
- описать лесной фитоценоз.

**Оборудование:** сантиметровая линейка, треугольник, ручка, блокнот.

**Новые понятия:** фенофаза, ярусность, проектировочное покрытие.

**Учебные дисциплины:** экология, биология, география.

**Классы:** 6, 8, 10.

### **Комментарии**

Лес — зональный тип растительности средней полосы Европейской России, представленный сообществами с господством древесных растений. Лесные фитоценозы образованы многими видами растений и имеют сложное, хорошо выраженное ярусное строение. Господствующим ярусом является древесный, поскольку именно деревья выступают в качестве эдификатора, создавая под своим пологом особую среду и сильно влияя на все прочие растения. В качестве подчиненных выступают ярус кустарников (подлесок), травяно-кустарничковый ярус и мохово-лишайниковый напочвенный покров. Все они образованы более или менее теневыносливыми растениями, способными развиваться под пологом деревьев.

При изучении лесных фитоценозов большое внимание необходимо уделить выяснению состава и структуры древостоя, а также процессам возобновления (состоянию всходов и подроста). Чрезвычайно важен также полный учет видового состава и характера распределения представителей мохово-лишайникового яруса, что впоследствии при обработке описаний необходимо для правильной типологии лесов.

Достаточно информативен анализ жизненных форм по формам роста (деревья, кустарники, кустарнички, многолетние и малолетние травы и т.д.), сравнение спектров жизненных форм растений разных фитоценозов отражает условия их существования. Например, основу естественных фитоценозов (луговых и лесных) составляют многолетние растения, а распространение малолетних видов в составе сообществ — признак их нарушенности. Так в составе агроценозов однолетние растения преобладают по числу видов.

### **Ход работы**

Заполните бланк описания лесного фитоценоза, пользуясь пояснениями.

*Пояснение к заполнению бланка*

Размер площадки — 20x20 м.

Характер рельефа экспозиция и крутизна.

Микрорельеф — неровности: кочки, западинки, канавки и др.

Почва:

генетический тип: подзолистая, дерново-подзолистая, серая, лесная, черноземная.

Механический состав — глинистая, суглинистая, супесчаная, песчаная.

Древостой — формула — показатель соотношения взрослых деревьев в долях от 10. На площадке подсчитайте количество взрослых деревьев разных пород. Например, на площадке растут 8 дубов, 3 клена остролистного, 4 липы, 1 береза бородавчатая, 3 ясеня обыкновенного. Всего 19 деревьев. Формула: 4Д2Л2Кл1ЯсБ.

Ярус — наиболее высокие деревья образуют первый ярус, деревья второй величины образуют второй ярус.

Порода — укажите полное видовое название.

Высота стволов — определите с помощью метровой линейки. Отойти от дерева на расстояние, превышающее высоту дерева. Линейку держите в вытянутой руке, верхний ее конец визируйте на вершину дерева. Указательным пальцем вытянутой руки укажите на основание дерева. Зная расстояние от дерева, длину руки, размер линейки, рассчитайте высоту дерева (подобие прямоугольных треугольников).

Диаметр ствола измерьте на высоте 130 см. Жизненность — состояние вида в фитоценозе (степень развитости или подавленности).

3а — хорошая жизненность, вид проходит полный цикл развития.

3б — то же, но вид не достигает нормальных размеров.

2 — удовлетворительная жизненность, развит, но не плодоносит.

1 — плохая жизненность, вид не цветет, плохо вегетирует.

Фенофазы:

— растение вегетирует.

А — растение образовало стебель, стрелку, имеет бутоны.

В — растение в фазе расцветания, первые цветки.

О — растение в полном цвету.

0 — растение дает основной аспект.

С — растение в фазе отцветания.

+ растение отцвело, но семена не созрели.

+ семена (плода) созрели и высыпаются.

~ растение вегетирует после цветения.

Подлесок — проведите описание состояния кустарникового яруса.

Сомкнутость крон — определите визуально. Выразите в % площади проекции крон к общей площади.

Возобновление древостоя — учитывайте всходы и подрост каждой породы в диапазоне высот от 10 до 500 см.

Травяно-кустарничковый покров:

— общее проективное покрытие — % площади, занятой проекциями надземных частей всех растений;

— аспекты — внешний облик растительного сообщества в данный момент, часто определяется по основной окраске цветущего вида;

— подъярусы — выделяются группы видов, различающиеся по высоте;

— обилие — проведите оценку глазомерно по шкале Друде:

4 (ф) — фоновые растения, образуют сплошной ковер;

3 (об) — обильно встречаются, но фона не дают, не смыкаются;

2 (изр) — разбросаны в небольшом количестве;

1 (р) — редко встречаются, единичные.

Мохово-лишайниковый покров — отметьте наличие мхов, лишайников, перечень видов (если определены).

Внеярусная растительность — лианы, растения на камнях, валежнике.

*Бланк геоботанического описания лесного фитоценоза*

Размер площадки \_\_\_\_\_

Дата \_\_\_\_\_

Географическое положение \_\_\_\_\_

Характер рельефа \_\_\_\_\_

Микрорельеф \_\_\_\_\_

Почва. Генетический тип \_\_\_\_\_

Механический состав \_\_\_\_\_

Таблица 68

### Ярусная структура

Ярус	Порода	Высота стволов	Диаметр	Жизненность	Фенофаза	Примечание

Таблица 69

### Подлесок

Ярус	Порода	Высота стволов	Жизненность	Фенофаза	Примечание

Общая сомкнутость древостоя и его ярусов.

Таблица 70

### Возобновление древостоя

Порода	Число экземпляров на площади 2 x 2 м	Общее количество	Диапазоны высоты

Таблица 71

### Травяно-кустарниковый покров

Название вида	Обилие	Общее проектировочное покрытие	Ярус — подъярус	Фенофаза	Жизненность

Мохово-лишайниковый покров \_\_\_\_\_

Внеярусная растительность \_\_\_\_\_

Название растительной ассоциации \_\_\_\_\_

### **Контрольные вопросы**

1. Какие характеристики используются для описания леса?
2. В какое время года лучше поводить описание фитоценоза и почему?
3. Что такое учетная площадка и каков ее размер?
4. Назовите типы лесов и охарактеризуйте их.
5. Что такое подрост и какое значение он имеет?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания о лесе как растительном сообществе;
- закрепляют навыки определения ярусности, возраста деревьев, фенофаз, высоты растений, проектировочного покрытия;
- развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### **Применение**

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, на уроках географии 8 класса «Леса России», на уроках биологии 6 класса при изучении темы «Растительное сообщество», на уроках экологии 10 класса в теме «Биогеоценоз», во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### **Список рекомендуемой литературы**

1. Неронов, В.В. Полевая практика по геоботанике в средней полосе Европейской России [Текст] : метод. пособие. — М. : Изд-во Центра охраны дикой природы, 2002. — 139 с.

2. Савинов, И.А. Ботанические экскурсии по Москве и Московской области [Текст]. — М. : Социально-политическая мысль. — 124 с.

3. Суворова, С.А. Опытническая работа школьников с растениями [текст] : учеб. пособие / С.А. Суворова, К.И. Дагаргулия ; Ряз. гос. ун-т им. С.А. Есенина. — Рязань, 2006. — 156 с.

## 99. СОСТАВЛЕНИЕ ПЕРЕХОДНЫХ МАТРИЦ

**Цель:** научиться составлять переходные матрицы и давать оценку сукцессионных изменений фитоценоза.

**Задачи:**

- ознакомиться с понятиями переходные матрицы и сукцессия;
- научиться составлять переходные матрицы;
- давать оценку сукцессионных изменений фитоценоза.

**Оборудование:** рулетка.

**Новые понятия:** сукцессия, первичная и вторичная сукцессия.

**Учебные дисциплины:** экология.

**Класс:** 10.

### **Комментарии**

*Сукцессией* называется закономерный направленный процесс изменения сообщества в результате взаимодействия живых организмов между собой и окружающей их абиотической средой.

*Первичная сукцессия* возникает на местах неосвоенных ранее живыми организмами (места выхода горных пород, извержения магмы).

*Вторичная сукцессия* развивается на местах разрушения прежних растительных сообществ (пожары, вырубки).

Реально на территории существует не одно растительное сообщество, а целая серия, закономерно сменяющих друг друга во времени, и составляющих сукцессионную систему территории.

Для изучения и прогнозирования сукцессионных процессов в фитоценозах используются переходные матрицы. При их составлении исходят из рассмотрения леса как совокупности независимых ячеек (парцелл), причем каждая такая ячейка занята отдельным деревом. Под пологом каждого дерева можно обнаружить молодые всходы различных видов деревьев. Было установлено, что проценты всходов разных видов под пологом конкретного дерева отражают вероятность замещения его этими видами. Переходная матрица представляет собой таблицу, в ее крайней



левой вертикальной колонке записывают видовые названия древесных растений, под которыми определяли наличие всходов. В верхней горизонтальной колонке записывают видовые названия древесных растений, всходы которых были обнаружены. В крайней правой вертикальной колонке — общее количество всходов, обнаруженных под каждым конкретным деревом из правой колонки таблицы 70.

Таблица 73

Переходная матрица

	Всходы (%)					
	Б	Д	Т	К	Ос	Сумма
Б	—	2	—	88	10	837
Д	—	81	11	7	21	136
Т	13	0	6	72	9	68
К	28	—	20	36	16	121
Ос	18	12	24	—	46	405

Б — береза, Д — дуб, Т — тополь, К — клен, Ос — осина

В таблице указывают процент всходов каждого конкретного вида, у каждого конкретного дерева. Прочерк означает отсутствие вида, а ноль — представительство вида менее 0,5 %. Виды растений обозначаются одной или двумя начальными буквами их названий. Данные, представленные в переходной матрице, интерпретируются как процент особей вида, указанного слева, который может быть за одно поколение замещен видом, указанным в верхнем ряду.

**Ход работы**

1. Определите видовой состав древесных растений на изучаемой территории.
2. От каждого конкретного исследуемого дерева, принадлежащего к древесному ярусу, измерьте расстояния до всех ближайших окружающих его деревьев, также принадлежащих к этому ярусу. Отметьте половину каждого из измеренных расстояний, формируя неправильный многоугольник, в центре которого будет расположено изучаемое дерево.
3. На этом многоугольнике подсчитайте общее количество всходов древесных растений, а также количество всходов каждого конкретного вида.
4. Выразите в % количество всходов каждого конкретного вида от общего количества всходов, обнаруженных под деревом.
5. На основе этих данных составьте переходную матрицу.

6. На основе этого составьте общий прогноз изменений в фитоценозе.

### ***Контрольные вопросы***

1. Что такое переходная матрица?
2. Как составляется переходная матрица?
3. Что такое сукцессия?
4. Какие типы сукцессий существуют?
5. Почему при саморазвитии сообществ темпы сукцессий постепенно замедляются?
6. Почему сорные растения первыми осваивают обнажившиеся участки?
7. Какие особенности лишайников позволяют им быть пионерами растительных сообществ?

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- формируют навыки составления переходных матриц, прогнозирования развития фитоценоза;
- развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### ***Применение***

Работа может быть использована на уроках экологии 10 класса «Сукцессия», во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### ***Список рекомендуемой литературы***

1. Тимонин, А.К. Ботаника. Высшие растения [Текст] : учеб. для студ. высш. учеб. заведений : в 4 т. — Т. 3. — М. : Академия, 2007. — 352 с.
2. Чернова, Н.М. Основы экологии [Текст] : учеб. для 10(11) кл. общеобразоват. учреждений / Н.М. Чернова, В.М. Галушин, В.М. Константинов. — 7-е изд., стереотип. — М. : Дрофа, 2003. — 304 с.

## **5.5. Химические методы анализа**

### **100. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАЛИЧИЯ СОЕДИНЕНИЙ СВИНЦА В РАСТИТЕЛЬНОСТИ, ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ У АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

**Цель:** научиться определять наличие свинца в растительности.

**Задачи:**

— научить проводить качественные реакции на свинец и оценивать уровень загрязнения;

— развить творческие и исследовательские умения и навыки, способности делать обоснованные выводы по результатам изученного материала.

**Оборудование:** нож.

**Реактивы:** сульфиды, этиловый спирт.

**Новые понятия:** биоаккумуляция.

**Учебные дисциплины:** химия, экология, биология.

**Классы:** 8, 10, 11.

### **Комментарии**

*Тяжелые металлы* — это группа химических элементов с относительной атомной массой более 40. Появление в литературе термина «тяжелые металлы» было связано с проявлением токсичности некоторых металлов и опасности их для живых организмов. Однако в группу «тяжелых» вошли и некоторые микроэлементы, жизненная необходимость и широкий спектр биологического действия которых неопровержимо доказаны.

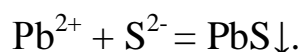
Различия в терминологии в основном связаны с концентрацией металлов в природной среде. С одной стороны, концентрация металла может быть избыточной и даже токсичной, тогда этот металл называют «тяжелым», с другой стороны, при нормальной концентрации или дефиците его относят к микроэлементам. Таким образом, термины «микроэлементы» и «тяжелые металлы» — категории скорее всего качественные, а не количественные, и привязаны к крайним вариантам экологической обстановки.

### **Ход работы**

1. Соберите небольшое количество листьев и стеблей растений, произрастающих на разном расстоянии от автомобильных дорог.

2. Зеленую массу измельчите, из нее приготовьте водно-спиртовую вытяжку при кипячении (10 г биомассы на 100 г водно-спиртовой вытяжки, концентрация этилового спирта должна быть во всех вытяжках одинакова).

3. Полученную вытяжку профильтруйте и исследуйте на содержание ионов  $Pb^{2+}$  с помощью сульфидов ( $Na_2S$ ):



Осадок черного цвета. По количеству образованного осадка можно приблизительно судить о концентрации ионов свинца, попадающих в растение (следует помнить, что крапива аккумулирует соединения свинца из почвы, поэтому ее можно использовать как биоиндикатор) (табл. 69).

4. Сделайте выводы.

### **Контрольные вопросы**

1. Листья какого растения удобно брать для исследования?
2. Зачем необходимо фильтровать вытяжку?
3. Почему нельзя сравнивать данные, полученные на разных растениях?
4. В какой зоне отмечено наибольшее накопление свинца?
5. Как можно объяснить полученные результаты?

Таблица 72

Пробы растений на содержание свинца

Расстояние от автомагистрали, где взята проба, м	Из каких растений состоит биомасса	Реакции на ионы свинца
1. 2—3		
2. 10		
3. 100		
4. 150		
5. и т.д.		

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания о биоаккумуляции, как методе оценки загрязнения атмосферы, о тяжелых металлах;
- формируют навыки определения свинца в растениях, закрепляют навыки проведения химических опытов;
- развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### **Применение**

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, на уроках экологии 10 класса в теме «Экологические факторы», биологии 11 класса, на уроках химии 8 класса — «Качественные реакции», «Тяжелые металлы», во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

## *Список рекомендуемой литературы*

1. Гуляева, В.И. Эксперимент и исследовательская работа по экологии [Текст] // Экология: проблемы, поиски, находки. — М. : Сиринь, 1999.
2. Макарова, Ю.В. Эколого-биогеохимические исследования в агрофитоценозах Самарской области [Текст] // Вестник Самарского государственного университета. Естественная серия. — 2006. — № 7(47). — С. 108—117.
3. Прохорова, Н.В. Гистохимические методы в экологическом мониторинге [Текст] / Н.В. Прохорова, Ю.В. Аксютин // Региональный экологический мониторинг в целях управления биологическими ресурсами. — Тольятти : ИЭВБ РАН, 2003. — С. 181—186.
4. Рунова, Е.М. Экологический мониторинг лесных биоценозов в зонах промышленных выбросов [Текст] // Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири. — Томск : ТГУ, 2004. — С. 132—135.
5. URL : <http://biogeochemistry.narod.ru/ubugunov/monografi/1/1.htm>

## **101. ОБНАРУЖЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ТКАНЯХ РАСТЕНИЙ**

**Цель:** научиться определять наличие тяжелых металлов в растениях.

**Задачи:**

— ознакомиться с методом определения содержания тяжелых металлов;

— провести анализ содержания тяжелых металлов в растениях.

**Оборудование:** бритва (нож, скальпель), пинцет (препаровальная игла), микроскоп, маркер.

**Реактивы:** дитизон.

**Учебные дисциплины:** химия, экология.

**Классы:** 8, 11.

**Внимание!** При работе с химическими реактивами необходимо соблюдать осторожность.

### **Комментарии**

В настоящее время человек почти повсеместно меняет природный фон тяжелых металлов: ведь их производство и, следовательно, рассеяние по поверхности планеты растет не по дням, а по часам. В почву тяжелые металлы попадают либо в водных растворах, либо механическим путем с коллоидными частицами: гумус и другие коллоиды (например,

гидроокислы железа и алюминия) хорошо их сорбируют. Свинец накапливается в верхней гумусовой части почв, где его обычно в 2—6 раз больше, чем в подстилающих породах.

Из почвы металлы довольно быстро перекачиваются в растения. Так, в помидорах, выращенных на расстоянии 500—5000 метров от завода цветной металлургии, свинца было в 5—110 раз, а в клубнях картофеля — в 10—170 раз больше, чем на удаленных контрольных участках.

В зернах пшеницы и ячменя, выросших вдоль дороги, количество свинца в 5—8 раз, а в соломе в 4—5 раз больше, чем в 3 км от шоссе. Больше всего металла накапливают корнеплоды и капуста. В ботве картофеля содержание свинца возрастает в 21 раз, а в клубнях — почти в 26 раз. В листьях и кочерыжках капусты и моркови, выросших у шоссе, свинца в 4—7 раз больше, чем обычно. По-иному ведет себя зеленый лук: он не копит яд.

В нормальной обстановке в организм человека за день поступает 0,35 мг свинца. В этих дозах он безвреден. Токсичной дозой свинца в суточном меню считают 0,83 мг на килограмм пищи.

### ***Ход работы***

1. Реактив приготовьте перед употреблением: 3 мг дитизона растворите в 6 мл ацетона, добавьте 2 мл дистиллированной воды и 1—2 капли ледяной уксусной кислоты.

2. Для изучения локализации свинца в тканях растений приготовьте серии тонких поперечных срезов корня и первых листьев (при работе с образцами серии срезов необходимо начинать, отступая на равное расстояние от края органа). Срезы поместите на предметное стекло, нанесите 3—4 капли дитизона и накройте покровным стеклом. Через несколько минут на срезах появится четкое окрашивание, так как дитизон обладает высокой чувствительностью к свинцу и реагирует с его ионами с образованием нерастворимых солей — дитизонатов свинца, имеющих красный цвет.

3. Рассмотрите срезы под микроскопом при разных увеличениях и зарисуйте их, отмечая распределение свинца.

### ***Контрольные вопросы:***

1. Какие элементы относятся к тяжелым металлам?
2. Какое влияние оказывают тяжелые металлы на организм человека?
3. Как тяжелые металлы влияют на растение?
4. Назовите пути поступления тяжелых металлов в растения.

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- формируют навыки оценки содержания тяжелых металлов в растениях;
- развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

### **Применение**

Работа может быть использована на уроках химии 8 класса «Качественные реакции», экологии 11 класса «Влияние человека на экосистему», во внеурочной деятельности, результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

### **Список рекомендуемой литературы**

1. Козяева, Е.А. Пик автомобильных проблем [Текст] // Волна № 3—4 (20—21). — Иркутск : Иркутская областная типография № 1, 1999. — С. 19—23.
2. Никифорова, Е.М. Тяжелые металлы вредят биосфере [Текст] // Химия и жизнь. — 1976. — № 1. — М. : Наука. — С. 34—37.
3. Федорос, Е.И. Экология в экспериментах [Текст] : учеб. пособие для учащихся 10—11 классов общеобразовательных учреждений / Е.И. Федорос, Г.А. Нечаева. — М. : Вентана-Граф, 2007. — 384 с.

## **102. ОБНАРУЖЕНИЕ НИТРАТОВ В РАСТЕНИЯХ**

**Цель:** научиться определять содержание нитратов в растениях.

**Задачи:**

- ознакомиться с влиянием нитратов на организм человека;
- освоить методику оценки содержания нитратов в растениях;
- определить соответствие содержания нитратов ПДК.

**Оборудование:** пинцет, стеклянные палочки, плоские белые фарфоровые тарелки, стеклянные пластинки, фломастер (маркер), фильтровальная бумага, ножницы, бритва (нож, скальпель).

**Материалы:** растительный материал (плоды, клубни, корнеплоды, луковицы и т.д.).

**Реактивы:** растворы нитрата калия (нитрата натрия) в концентрациях, мг/л: 1000, 900, 800, 700, 600, 500, 400, 300, 200, 100, 50, 10, 1; 1 %-й раствор дифениламина в концентрированной серной кислоте (хранить в капельнице в темноте).

**Новые понятия:** ПДК.

**Учебные дисциплины:** химия, экология.

**Классы:** 9, 11.

**Внимание!** При работе с острыми предметами, химическими реактивами и стеклянной посудой соблюдайте правила безопасности.

### **Комментарии**

Корневые системы растений хорошо усваивают нитраты. В растении происходит восстановление нитратов до аммиака. Аммиак взаимодействует с некоторыми органическими кислотами, в результате образуются аминокислоты. Если бы по каким-то причинам цепь этих превращений нарушается, то нитраты не успевают полностью превратиться в аминокислоты. Часть их может пройти через паренхиму корня, подняться с восходящим током и отложиться в различных органах растений. Аминокислоты являются строительным материалом для белков, из которых построено все живое на Земле.

Внесение азотных удобрений без соблюдения дозы и правил приводит к увеличению содержания нитратов в пищевых растениях. Нитраты в больших количествах вредны. В желудочно-кишечном тракте они превращаются в соли азотной кислоты — нитриты, которые отравляют организм. При этом снижается работоспособность человека, возникает головокружение и даже потеря сознания, в крови увеличивается содержание молочной кислоты, холестерина, лейкоцитов, снижается количество белков, блокируется гемоглобин; нитриты вступают во взаимодействие с гемоглобином, образуя метгемоглобин (вещество, угнетающее дыхательный центр).

Министерство здравоохранения РФ установило предельно допустимые концентрации нитратов в сельскохозяйственной продукции (табл. 74).

Таблица 74

Нормативы содержания нитратов  
в сельскохозяйственных продуктах  
(по данным Министерства здравоохранения РФ на 2004 г.)

Продукт	Норма содержания нитратов (по нитрат-иону), мг/кг
Картофель	250
Капуста	900/500
Морковь	400/250
Томаты	300/150
Лук репчатый	80
Лук-перо	800/600



Огурцы	400/150
Арбузы	60
Дыни	90
Перец сладкий	200
Кабачки	400

*Примечание.* Во втором столбце в числителе приведены нормы для ранних и тепличных овощей, в знаменателе — для поздней продукции открытого грунта.

Попадание большой дозы нитратов в организм опасно для здоровья. По данным Министерства здравоохранения РФ, предельно допустимая доза нитратов для взрослого человека в сутки составляет 500 мг, токсичная доза — 600 мг и более. Использование простых методов обнаружения нитратов в растениях позволяет избежать потребления токсичных доз нитратов.

Тщательное промывание овощей, уменьшает содержание в них нитратов на 10 %, механическая очистка дает снижение на 15—20 %. Варка овощей, особенно очищенных и порезанных, снижает содержание нитратов на 50 и даже 80 %. Для уменьшения содержания этих веществ в зелени ее рекомендуется перед употреблением вымачивать в холодной воде в течение 1—1,5 часов, что снижает количество нитратов на 20—30 %. Уменьшает их содержание в овощах и квашение, соление, маринование.

Надо знать, что наибольшее содержание нитратов в белокочанной капусте — в наружных листьях, в свекле, редисе, редьке, моркови — в корнях и наружных слоях корнеплодов (в моркови много нитратов и в сердцевине).

### ***Ход работы***

1. Подготовьте концентрационную шкалу окраски растворов, соответствующую определенному содержанию нитратов. Для этого в разные места поверхности белой фарфоровой тарелки (стеклянной пластинки с белым фоном) нанесите капли контрольных растворов нитрата калия (нитрата натрия) и добавьте по одной капле дифениламина. Подпишите каждую контрольную пробу.

2. Растительный материал, взятый для исследования, разложите на столе и отделите ткани для анализа. Отожмите сок на поверхность чистой фарфоровой тарелки (стекла с белым фоном) с помощью пинцета или стеклянной палочки. Образцы подпишите фломастером. Одновременно острой бритвой (ножом, скальпелем) сделайте несколько срезов изучаемой ткани и поместите на предметное стекло.

3. На срезы и выжатые порции сока нанесите по капле дифенил-

амин. Сравните полученную окраску с контрольными пробами и оцените количество нитратов в каждом образце.

4. Полученные данные занесите в сводную таблицу (табл. 75) и сделайте выводы.

5. Смойте по окончании работы растительные ткани и сок.

Таблица 75

Содержание нитратов в растении

Условия выращивания	Окраска		Количество $\text{NO}_3^-$ , мг/кг		ПДК для человека, мг/сут	Допустимое, количество продукта, г в сутки на человека
	среза	сока	в ткани среза	в соке		
					500	

**Контрольные вопросы**

1. Назовите источники поступления нитратов в растения.
2. Перечислите условия, благоприятствующие накоплению нитратов в растениях.
3. Какая реакция является качественной на нитраты?
4. Охарактеризуйте круговорот азота в природе.

В процессе выполнения данной работы учащиеся:

- расширяют знания о путях поступления нитратов в растения, их влиянии на организм человека;
- формируют навыки оценки содержания нитратов в растениях;
- развивают творческие, коммуникативные, аналитические и исследовательские компетенции.

**Применение**

Работа может быть использована в рамках экологического практикума, на уроках химии при изучении темы 9 класс «Нитраты», на уроках экологии 11 класса в теме «Круговорот азота», во внеурочной деятельности; результаты могут быть представлены на конференциях в качестве проектного исследования.

**Список рекомендуемой литературы**

1. Голубкина, Н.А. Лабораторный практикум по экологии [Текст]. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : ФОРУМ, 2009. — 64 с.

2. Грицайчук, В.В. Обнаруженные нитраты в растениях (лабораторная работа) [Текст] / В.В. Грицайчук, Е.Я. Кисилевская // Биология в школе. №3. — М. : Педагогика : Биология в школе, 1989. — С. 36—37.

3. Зверев, А.Т. Экология. Практикум. 10—11 кл. [Текст] : учеб. пособие для общеобразовательных учреждений. — М. : ООО «Издательский дом «ОНИКС 21 век», 2004. — 176 с.

4. Федорос, Е.И. Экология в экспериментах [Текст] : учеб. пособие для учащихся 10—11 классов общеобразовательных учреждений / Е.И. Федорос, Г.А. Нечаева. — М. : Вентана-Граф, 2007. — 384 с.

5. Экология [Текст] // Я познаю мир : дет. энцикл. / авт.-сост. А.Е. Чижевский ; под общ. ред. О.Г. Хинн. — М. : АСТ-ЛТД : Олимп, 1997. — 432 с.

Таблица 76

Применение работ главы V

№	Название работы	Предмет	Класс	Тема
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
71	Выбор учетных площадок при проведении экологических исследований	биология, география, экология	6—11	Перед началом полевых работ
72	Жизненные формы растений	биология	6	Жизненные формы растений
73	Построение графика сезонного развития	биология	6	Возрастные периоды в жизни растений
74	Изучение фенофаз лаковых растений	биология	6	Возрастные периоды в жизни растений
75	Древесно-кустарниковые растения в озеленении города	биология	6	Условия жизни растений
		география	8	Природные зоны
76	Видовое многообразие паркового сообщества	экология	10	Экосистемы
		биология	6	Систематика растений

*Продолжение таблицы*

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
		география	8	Биологические ресурсы, их рациональное использование
77	Сравнение флор по их видовому составу	биология	6	Растительные сообщества
78	Изучение ярусного строения фитоценоза	биология	6	Растительные сообщества

		экология	10	Структура биogeоценоза
79	Оценка пространственной структуры ценопопуляции	биология	6	Растительные сообщества
80	Определение сомкнутости крон древесного яруса	экология	10	Структура биogeоценоза
		биология	11	Биogeоценоз
81	Определение проектировочного покрытия	экология	10	Структура биogeоценоза
		биология	11	Биogeоценоз
		геометрия	7	Площадь
82	Определение истинного покрытия	экология	10	Структура биogeоценоза
		биология	9, 11	Биogeоценоз
		биология	6	Растительные сообщества
83	Построение вертикальной и горизонтальной проекции участка лесной экосистемы	геометрия	7	Проекция
		экология	10	Структура биogeоценоза
		биология	9, 11	Биogeоценоз
		биология	6	Растительные сообщества
84	Определение формулы состава древостоя	экология	10	Приспособление к среде обитания
85	Определение видового обилия	экология	10	Биоразнообразие, биogeоценоз
		география	8	Биологические ресурсы, их рациональное использование
		биология	6	Растительные сообщества
86	Определение возраста деревьев	биология	6	Строение стебля

*Продолжение таблицы*

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
87	Морфоэкологическая разнокачественность ценопопуляций растений подорожника большого	алгебра	7	Среднее арифметическое
		экология	10	Биogeоценоз
		биология	6	Возрастные периоды в жизни растений
88	Изучение	экология	10	Биogeоценоз

	морфо-экологической разнокачественности особей в ценопопуляции растений (деревья)			
		биология	6	Систематика растений
89	Исследование факторов опыления энтомофильных древесных растений	биология	6	Опыление
90	Экологические группы растений по отношению к воде	биология	6	Экологические группы растений
		экология	10	Приспособления организмов к среде обитания
91	Анализ распределения видов травяно-кустарникового яруса в зависимости от антропогенных факторов	биология	6	Растительное сообщество
92	Ксероморфизм городских растений	биология	6	Строение листьев
93	Определение жизненного состояния древостоя	экология	10	Влияние человека на среду обитания
94	Фитопатологический анализ характера повреждений листовой поверхности деревьев и кустарников	экология	10	Взаимоотношения между организмами
		биология	7	Насекомые
95	Изучение биологии вида	экология	11	Зависимость организмов от фактов среды
		биология	6	Обобщающий урок за курс «ботаники»
96	Антропоэкологическое состояние зеленых насаждений	экология	11	Растительность и ее состояние

*Окончание таблицы*

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
		биология	9	Последствия хозяйственной деятельности для окружающей среды
97	Луг как растительное сообщество	география	7	Почвы
		география	8	Природные зоны

		биология	6	Растительное сообщество, условия жизни растений
		экология	10	Экосистемы
98	Лес как растительное сообщество	география	8	Природные России
		Биология	6	Растительное сообщество
		экология	10	Биогеоценоз
99	Определение наличия соединений свинца в растительности, произрастающей у автомобильных дорог	экология	10	Экологические факторы
		химия	8	Тяжелые металлы
100	Составление переходных матриц	экология	10	Сукцессия
101	Обнаружение тяжелых металлов в тканях растений	химия	8	Качественные реакции
		экология	11	Влияние человека на экосистему
102	Обнаружение нитратов в растениях	химия	9	Нитраты
		экология	11	Круговорот азота

## VI. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ШКОЛЬНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

При проведении полевых экологических исследований необходимо соблюдать определенные правила техники безопасности.

*Общие правила:*

1. При работе на воде возможны мелкие травмы — порезы, ушибы, а также солнечные удары в жаркую погоду. В случае необходимости надо уметь оказать первую медицинскую помощь, для этого под рукой всегда должна быть аптечка.

2. Не занимайтесь полевыми исследованиями в одиночестве — не давайте непредвиденным опасностям ни одного шанса нарушить ваши планы.

3. Всегда оставайтесь в видимости других членов группы или хотя бы в пределах слышимости.

4. Вас могут поджидать кровососущие, жалящие насекомые. Продумайте, как вы будете от них защищаться, и заранее запаситесь всем необходимым для этого.

5. В группе должен быть список всех, кто участвует в полевых исследованиях. Проверяйте на каждой стоянке, все ли на месте.

6. Заканчивайте работу на маршруте до наступления темноты.

7. Если маршрут по каким-то причинам нужно изменить, все члены группы должны быть об этом проинформированы.

*При работе у глубокой воды:*

1. Если есть спасательные жилеты, то их нужно надеть или хотя бы иметь под рукой спасательные круги на случай чрезвычайного происшествия.

2. Ни в коем случае нельзя работать на воде во время грозы.

3. Ряд важных правил при работе в лодке:

— не садитесь в лодку, не надев спасательный жилет или круг;

— садитесь в лодку не один, а при помощи кого-нибудь, иначе можно ее перевернуть;

— не плавайте в лодке в одиночестве;

— прежде чем отойти в лодке от берега, необходимо проверить, не течет ли она, есть ли в ней спасательные средства на всех (круги, жилеты) и ведро для вычерпывания воды;

— нельзя вставать в лодке во время работы резко или одновременно с кем-нибудь, особенно у одного борта, так как это может раскачать и опрокинуть лодку;

— если людям в лодке надо поменяться местами, то сначала только один человек должен перейти с носа на корму и сесть рядом со вторым, и только затем второй может подняться и осторожно перейти на нос лодки.

4. Измерять глубину водоема с лодки можно лишь тем, кто хорошо умеет плавать, и только при участии взрослых, а для других всегда найдется интересная работа на берегу.

5. Нельзя работать и передвигаться в лодке при ветре свыше 4 баллов, при наличии ледохода, в тумане, в дождь или при грозе, в темное время суток.

6. При отдаче якоря необходимо направить лодку носом против течения и обеспечить ее равновесие.

7. Если промер глубин проводится с моста, то он должен быть оборудован перилами не ниже 1,2 м.

*Правила безопасности в речных долинах, оврагах, заболоченных местностях.*

— при работе в речных долинах и оврагах с крутыми обрывистыми склонами движение должно производиться очень осторожно, особенно весной после сильных дождей, чтобы избежать опасности обвала, оплыва, падения камней и деревьев;

— нельзя ходить вблизи кромки берегового обрыва;

— при передвижении по долинам рек, особенно в устьях протоков со спокойным течением, и при переправах вброд через них следует остерегаться топкого дна, зыбунов и засасывающих илов;

— нельзя ходить по болотам, это очень опасно;

— передвижение по немного заболоченной местности без проторенных дорог нужно проводиться с интервалом между людьми не менее 2—3 м и с обязательным применением шестов, охранных веревок и др.;

— «окна» на заболоченной местности, покрытые яркой сочной зеленью, следует обходить, остерегайтесь скрытых под водой и травой пней, коряг и камней;

— провалившегося в воду нужно сразу вытаскивать с помощью шеста, веревки и т.п.

*Правила безопасности в лесных районах:*

1. Следует избегать:

— работы в зоне возможного падения сухостойных деревьев;

— передвижения по сухостойному лесу во время сильного ветра;

— укрытия во время грозы под высохшими и отдельно стоящими деревьями.



2. Нельзя отправлять на исследования группу менее двух человек.

*Правила безопасности при работе зимой:*

1. Все работы со льда должны проводиться только после тщательной проверки его прочности. Нельзя отправлять одного человека на проверку прочности льда.

2. В местах впадения притоков в водоем ходить по льду очень опасно.

3. Никогда не работайте в очень холодную погоду, а также в туман, снегопад, пургу.

***Список рекомендуемой литературы***

1. Заика, Е.А. Рекомендации по организации полевых исследований состояния малых водных объектов с участием детей и подростков [Текст] / Е.А. Заика, Я.П. Молчанова, Е.П. Серенькая ; под ред. Е.В. Веницианова. — М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2001. — 100 с.

2. Цвилюк, Г.Е. Азы безопасности [Текст] : кн. для детей и родителей. — М. : Просвещение, 1994. — 64 с.

## VII. СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

При проведении экологических исследований изучаются случайные массовые явления. Установление закономерностей, которым подчиняются случайные массовые явления, основано на изучении статистических данных — сведений о том, какие значения принял в результате исследований интересующий признак.

Наблюдавшиеся значения признака называют вариантами (или датами) и обозначают буквой  $V$  (или  $x$ ). Под варьированием понимают изменение значения признака у наблюдаемых элементов.

Изучение статистических данных начинают с их группировки. Для этого используют процесс построения дискретных или интервальных вариационных рядов.

Дискретный вариационный ряд представляет собой построение значений признака в числовой ряд по возрастанию или убыванию. Примером может служить следующий ряд значений, выстроенных по возрастанию: 1111 2222222 3333333333333 44444444 55555555555555 666 77777.

Такой ряд дает возможность выявить максимальные и минимальные значения изучаемого признака и характер направленности изменений.

Для построения интервального вариационного ряда необходимо определить величину интервала, установить полную шкалу интервалов и в соответствии с ней сгруппировать результаты наблюдений. В каждом интервале указывают частоту встречаемости входящих в него значений признака. Примером может служить вышеприведенный числовой ряд, преобразованный в интервальный:

$h$  (величина интервала) 1—2 3—4 5—6 7—8

$r$  (частота встречаемости значения признака) 11 21 21 5

Для определения оптимальной величины интервала ( $h$ ), т. е. такой, при которой построенный интервальный ряд не был бы слишком громоздким и в то же время позволял выявить характерные черты рассматриваемого явления, можно использовать формулу Стержеса:

$$h = (V_{\max} - V_{\min}) (1 + 3,322 \ln n),$$

где  $V_{\max}$  и  $V_{\min}$  — соответственно максимальные и минимальные варианты.

Если  $h$  оказывается дробным числом, то за величину интервала следует принять ближайшее целое число либо ближайшую несложную дробь.

Графическое изображение вариационного ряда позволяет представить в наглядной форме закономерности варьирования значения признака.

Наиболее широко используются следующие виды графического изображения вариационных рядов: полигон, гистограмма, кумулятивная кривая, огива.

Для построения полигона в прямоугольной системе координат по оси «х» откладывают значение вариант, по оси «у» — частоту встречаемости вариант с определенным значением.

Для построения гистограммы в прямоугольной системе координат по оси «х» откладывают отрезки, изображающие интервалы варьирования, и на этих отрезках строят прямоугольники с высотами, равными частотам соответствующего интервала. По оси «у» откладывают частоты.

Для построения кумулятивной кривой используют накопленные частоты. Накопленные частоты показывают, сколько наблюдается элементов со значением признака, меньшим или равным  $V$ . В прямоугольной системе координат по оси «х» откладывают значения вариант, а по оси «у» — соответствующие им накопленные частоты. При перемене осей кумулятивная кривая называется *огивой*.

При проведении экологических исследований вся подлежащая изучению совокупность объектов называется генеральной совокупностью. Число случайно отобранных объектов для исследования называется выборочной совокупностью или выборкой. Число объектов в генеральной совокупности или в выборке называют объемами.

Для характеристики состояния признака в генеральной совокупности используют среднее значение признака. Его определение осуществляется на основе данных, полученных при изучении выборочной совокупности. Для вычисления среднего значения используется формула:

$$M = \frac{\sum V}{n},$$

где  $M$  — среднее значение признака;

$V$  — конкретные значения признака;

$n$  — количество конкретных значений признака.

Однако при одной и той же средней величине наблюдаемые от нее отклонения могут варьировать в разной степени. В связи с этим необходимо ввести показатель, называемый средним квадратическим отклонением. Оно представляет собой среднее отклонение от среднего. Среднее квадратическое отклонение обозначается буквой « $\sigma$ » и вычисляется по формуле:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum V^2 - \frac{(\sum V)^2}{n}}{n-1}} .$$

Для характеристики среднего значения используется показатель — ошибка репрезентативности. Он показывает, какую ошибку вносит в определение среднего значения метод отбора выборочной совокупности. Этот показатель определяется по формуле:

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

Для характеристики изменчивости признака и возможности сравнения признаков, значения которых выражаются в различных метрических единицах, используется показатель — коэффициент вариации. Он определяется по формуле:

$$CV = \frac{\sigma \times 100\%}{M} .$$

Окончательная запись параметров, характеризующих признак, выражается следующим образом:

$$\begin{aligned} M \pm m = \\ \sigma = \\ CV = \end{aligned}$$

Получив средние величины и квадратические отклонения, можно определить достоверность различий между обследуемыми группами по критерию t-Стьюдента. С этой целью применяют формулу:

$$t_{st} = \frac{|M_1 - M_2|}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}} .$$

Для того, чтобы определить достоверность различий, необходимо обратиться к специальной таблице, где указаны значения критерия

Стьюдента при определенных значениях степеней свободы. Степени свободы определяются по формуле:

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

В большинстве биологических исследований достоверность считается доказанной при 95 % уровне значимости. Это свидетельствует о том, что в 95 % случаев эти различия будут проявляться, а в 5 % случаев возможна ошибка.

Граничные значения критерия t-Стьюдента для 95 %-ного уровня значимости

v	0,95	v	0,95	v	0,95
2	4,30	18	2,10	50	2,01
4	2,78	20	2,09	60	2,00
6	2,45	22	2,07	70	2,00
8	2,31	24	2,06	80	1,99
10	2,23	26	2,06	90	1,99
12	2,18	28	2,05	100	1,98
14	2,15	30	2,04	120	1,98
16	2,12	40	2,02	200	1,97

Нередко для того чтобы сделать выводы более убедительными, необходимо определить взаимоотношения между изучаемыми показателями, их связь между собой и степень влияния друг на друга. Для этого используют коэффициент корреляции r. Его величина определяется по формуле:

$$r = \frac{(\sum x) \times (\sum y) - \sum x \times y}{\sqrt{(\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}) (\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n})}},$$

где r — коэффициент корреляции;

x — индивидуальный показатель первого признака;

y — индивидуальные показатели второго признака;

n — общее число наблюдений.

Значение коэффициента корреляции может изменяться в пределах от -1 до +1. Если его значение меньше нуля, то это говорит о наличии обратно пропорциональной связи между признаками. Если

его значение больше нуля, то это говорит о прямо пропорциональной связи между признаками. Если его значение равно нулю, то это означает отсутствие связи.

Граничные значения коэффициента корреляции  
для 95 %-ного уровня значимости

V	0,05	V	0,05	V	0,05	V	0,05
4	0,950	9	0,666	14	0,532	19	0,456
5	0,878	10	0,632	15	0,514	20	0,444
6	0,811	11	0,602	16	0,497	35	0,396
7	0,754	12	0,576	17	0,482	30	0,361
8	0,707	13	0,553	18	0,468	40	0,310

При проведении экологических исследований возникает необходимость выбора наиболее важных факторов, влияющих на исследуемый показатель, и оценка их влияния. Для этого используют дисперсионный анализ. Наиболее простым вариантом этого метода статистической обработки данных является однофакторный дисперсионный анализ. Для его проведения создается дисперсионный комплекс, пример которого представлен ниже.

В структуре дисперсионного комплекса выделяют градации фактора (г), при которых были получены определенные значения вариант (V). Далее проводят расчет вспомогательных величин по формулам, представленных в алгоритме проведения дисперсионного анализа. Затем вычисляется величину показателя силы влияния исследуемого фактора ( $\eta_x^2$ ), на основе которой судят о степени влияния изучаемого фактора на изучаемый признак. Предварительно определяют достоверность этого влияния, используя критерий Фишера (F). Значения этого критерия для определенных уровней значимости можно найти в любом пособии по математической статистике.

## ОДНОФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ

	ГРАДАЦИИ					Число градаций r=5	Факториальная дисперсия $C_x = \sum N_i - N_\Sigma = 552 - 500 = 52$
	1	2	3	4	5		
<i>I</i>	2	3	4	5	6	7	8
Даты	2	4	5	9	3	$N_\Sigma = \frac{(\sum \sum V)^2}{N} = \frac{500^2}{100} = 500$	Случайная дисперсия $C_z = \sum V^2 - \sum N_i = 586 - 552 = 34$
V	3	3	6	7	6		
	1	6	4	6	5		
		3	6	6	6		

Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8
n	3	4	5	4	4	Объем комплекса $N = \sum n = 0$	Общая дисперсия $C_Y = \sum V^2 - \sum H_i =$ $586 - 500 = 86$
$\sum V$	6	16	30	28	20	$\sum \sum V = 100$	
$(\sum V)^2$ $H_i = \frac{\quad}{n}$	12	64	180	196	100	$\sum H_i = 552$	Факториальная варианса $C_x$ $\sigma^2 = \frac{\quad}{r-1} =$ $\frac{52}{4} =$ $13,00$
$\sum V^2$	14	70	194	202	106	$\sum \sum V^2 = 586$	
Частные средние M	2	4	6	7	5	Общая средняя $M_{\sum} = 5$	$C_z$ $\sigma_x^2 = \frac{\quad}{N-r} =$ $\frac{34}{15} = 2,27$

$$\text{Показатель силы влияния } \eta_x^2 = \frac{C_x}{C_y} = \frac{52}{86} = 0,605.$$

**Критерий достоверности**  
 $F = \sigma_x^2 / \sigma_z^2 = 13,00 / 2,27 = 5,7$   
 $v_1 = r-1; v_2 = N-r = 15; F_{st} = \{3,1-4,9-8,3\}.$

### Общий вывод

Влияние фактора достоверно с вероятностью  $P > 0,99$ .

Форма итоговой записи				
Разнообразие	Дисперсия C	Число степеней свободы v	Вариансы $\sigma^2$	$\eta_x^2 = 0,605$
Факториальное (межгрупповое)	52	4	13,00	
Случайное (внутригрупповое)	34	15	2,27	
Общее	86	19	4,53	

## Словарь по экологическому мониторингу Основные понятия, используемые в тексте

**Активный ил** — ил, образующийся при очистке сточных вод в аэрационном бассейне — аэротенке и очищающий сточные воды.

**Анабиоз** — состояние живого организма, при котором жизненные процессы (обмен веществ и др.) настолько замедлены, что отсутствуют все видимые проявления жизни.

**Антропоэкология** — дисциплина, изучающая построение человеком на всех этапах его жизни собственной жизнедеятельности — во взаимосвязи с природой, социумом, культурой.

**Биоиндикатор** — группа особей одного вида или сообщество, по наличию, состоянию и поведению которых судят об изменениях в среде, в том числе о присутствии и концентрации загрязнителя.

**Биоиндикация** — 1) оценка качества среды обитания и ее отдельных характеристик по состоянию ее биоты в природных условиях; для учета изменения среды под действием антропогенного фактора составляются списки индикаторных организмов; 2) обнаружение и определение биологически и экологически значимых антропогенных нагрузок на основе реакций на них живых организмов и их сообществ.

**Биологический мониторинг** — система наблюдений, оценки и прогноза любых изменений в биоте, вызванных факторами антропогенного происхождения.

**Биотестирование** — методическая система, при которой о качестве водной среды и факторах, действующих самостоятельно или в сочетании с другими, судят по выживаемости, состоянию и поведению помещенных в эту среду специально выбранных лабораторных организмов — тест-объектов.

**Бриометры** — маленькие коробочки со мхами определенных видов, по которым определяют режим задымления атмосферы.

**Буферные растворы (смеси)** — растворы (смеси), способные поддерживать постоянство значения рН (или другой характеристики), например, окислительно-восстановительного потенциала) при изменении состава раствора.

**Гетеромерные лишайники** — лишайники, имеющие несколько слоев клеток, каждый из которых выполняет определенную функцию.

**Гигрофиты** — влаголюбивые растения, обитающие в избыточно увлажненной почве при нейтральных условиях кислотности.

**Гидробионты** — водные организмы.

**Гидрометеорология** — наука о гидросфере и атмосфере Земли.



**Гомеомерные лишайники** — накипные лишайники, у которых клетки водорослей равномерно распределены между нитями гриба (гифами) по всему слоевищу.

**Гидрохимический мониторинг** — система наблюдений за показателями качества воды, позволяющая по результатам исследований за продолжительный период (год и более) прогнозировать состояние водоема с учетом сезонных и суточных факторов, факторов загрязнения и других факторов.

**Гумус** — совокупность органических соединений, находящихся в почве, но не входящих в состав живых организмов или их остатков, сохраняющих анатомическое строение.

**Живое (поперечное) сечение реки (потока)** — плоскость сечения потока, перпендикулярная направлению течения.

**Жизненная форма растений, биологическая форма, биоформа** — внешний облик растений (габитус), отражающий их приспособленность к условиям среды.

**Дефолиация** — опадение листьев.

**Зообентос** — донная фауна, животный бентос, совокупность животных, обитающих на дне водоемов.

**Индикатор (вид-индикатор)** — вид, указывающий на особенности условий среды данной местности или экосистемы.

**Канцерогенность** — способность данного фактора (физической, химической, биологической природы) вызывать мутации — изменения генетической структуры клетки, которые в последующем могут вести к процессу развития опухоли.

**Кислотность почвы** — это способность почвы подкислять почвенный раствор или раствор солей вследствие наличия в составе почвы кислот, а также обменных ионов водорода и катионов, образующих при их вытеснении гидролитически кислые соли (преимущественно  $Al^{3+}$ ).

**Коли-индекс** — количество особей кишечной палочки, обнаруживаемое в 1 л (для твердых тел в 1 кг) исследуемого объекта; определяется путем подсчета колоний кишечной палочки, выросших на плотной питательной среде при посеве определенного количества исследуемого материала, с последующим пересчетом на 1 л (кг).

**Коли-титр** — это наименьшее количество исследуемого материала в миллилитрах (для твердых тел — в граммах), в котором обнаружена одна кишечная палочка.

**Колориметрический метод** — метод, основанный на определении концентрации веществ путем измерения интенсивности окраски изменившейся первоначальную окраску пробы.

**Ксерофиты** — растения, приспособленные к жизни в условиях низкого водоснабжения на нейтральных почвах и способным переносить продолжительную атмосферную и почвенную засуху.

**Лихеноиндикация** — индикация с помощью лишайников; позволяет оценить загрязнение больших и малых городов, территории вокруг предприятий-загрязнителей, транспортных магистралей, то есть загрязнение антропогенными источниками.

**Мезофиты** — растения, приспособленные к жизни в условиях среднего водоснабжения (средняя влажность почвы и воздуха) на нейтральных почвах.

**Морфологические признаки почвы** — внешние, доступные наблюдению, признаки, являющиеся результатом процессов формирования почвы и отражающие ее химические и физические свойства.

**Навеска** — определенная масса вещества в количестве, необходимом для приготовления растворов, смесей, рецептур и т.п.

**Некроз** — это патологический процесс, выражающийся в местной гибели ткани в живом организме.

**Обилие** — число особей на единицу площади.

**Общая жесткость** — жесткость сырой воды, обусловленная всеми соединениями кальция и магния.

**Объемная масса почвы** — масса 1 см<sup>3</sup> сухой, не нарушенной посторонним вмешательством почвы.

**Окисляемость** — это величина, характеризующая содержание в воде органических и минеральных веществ, окисляемых (при определенных условиях) одним из сильных химических окислителей.

**Организм-индикатор** — организм с узкими пределами экологической приспособленности (стенобионт), своим поведением, изменением физиологических реакций или самой возможностью существования указывающий на изменения в среде или на ее определенные естественные или антропогенные характеристики.

**Органолептические методы анализа** — методы, основанные на использовании собственных органов чувств оператора — вкусовых ощущений, визуального (зрительного) восприятия, обоняния.

**Партеногенетическое размножение** — размножение без оплодотворения.

**План местности** — чертеж, который изображает небольшую часть земной поверхности сверху в уменьшенном виде. На нем условными знаками показывается, чем занята местность, какие на ней размещены объекты.

**Плодородие** — способность удовлетворять потребности растений в питательных веществах, воздухе, биотической и физико-

химической среде, включая тепловой режим, и на этой основе обеспечивать урожай сельскохозяйственных культур, а также биологическую продуктивность диких форм растительности.

**Погрешности при измерениях** — любые неточности, которые могут повлиять на правильность результатов измерений. Различают случайные и систематические, а также грубые погрешности.

**Полевые методы анализа** — методы анализа, пригодные, в силу некоторых особенностей, для применения как в полевых (экспедиционных), так и в лабораторных условиях.

**Полисапробы** — анаэробные организмы, живущие в сильно загрязненных органическими веществами водоемах с недостатком кислорода и с высоким содержанием сероводорода.

**Постоянная жесткость** — жесткость воды после одночасового кипячения, которая зависит от содержания различных солей, не дающих осадка при кипячении;

**Потамология** — наука о реках, один из крупнейших разделов гидрологии.

**Предельно допустимая концентрация (ПДК)** — предельное максимально-допустимое содержание вредного вещества, которое при контакте, воздействии или ином использовании воды не оказывает влияния на водные организмы и т.п. Различают ПДК для питьевой воды, для воды водоемов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения, для рыбохозяйственных водоемов, для нормативно-очищенных вод.

**Прозрачность воды** — показатель, характеризующий способность воды пропускать световые лучи.

**Проектировочное покрытие** — горизонтальная проекция растения на поверхность почвы.

**Протеазы (протеиназы)** — ферменты, вырабатываемые и выделяемые микроорганизмами во внешнюю среду для переработки (разложения) белков.

**Профиль реки** — изображение вертикального разреза русла от истока до устья. По горизонтальной оси откладываются расстояния от истока по реке, по вертикальной оси (всегда в более крупном масштабе) — высоты уровня воды.

**Пыль** — это дисперсная малоустойчивая система, содержащая больше крупных частиц, чем дымы и туманы. Счетная концентрация (число частиц в 1 см<sup>3</sup>) мала по сравнению с дымами и туманами. Неорганическая пыль в промышленных газовых выбросах образуется при горных разработках, переработке руд, металлов, минеральных солей и удобрений, строительных материалов, карбидов и других неор-

ганических веществ. Промышленная пыль органического происхождения — это, например, угольная, древесная, торфяная, сланцевая, сажа и др.

**Растительное сообщество (фитоценоз)** — совокупность видов растений на однородном участке, находящихся в сложных взаимоотношениях между собой и с условиями окружающей среды. Характеризуется определенным видовым составом и структурой.

**Расход воды (в водотоке)** — количество воды, протекающей через поперечное сечение водотока.

**Сомкнутость крон** — площадь проекции крон; дает представление о густоте насаждений.

**Сообщество индикаторное** — сообщество, по скорости развития, структуре и благополучию отдельных популяций микроорганизмов, грибов, растений и животных которого можно судить об общем состоянии среды, включая ее естественные и искусственные изменения.

**Створ** — условное поперечное сечение водоема или водотока, в котором проводится комплекс работ для получения данных о качестве воды.

**Стенобионты** — организмы, способные существовать лишь в строго определенных условиях окружающей среды и не переносящие их изменений.

**Структура почвы** — совокупность почвенных отдельностей (агрегатов), состоящих из соединенных между собой частиц.

**Сукцессия** — закономерный направленный процесс изменения сообщества в результате взаимодействия живых организмов между собой и окружающей их абиотической средой. Первичная сукцессия возникает на местах неосвоенных ранее живыми организмами (места выхода горных пород, извержения магмы и др.). Вторичная сукцессия развивается на местах разрушения прежних растительных сообществ (пожары, вырубки).

**Тест-объект** — 1) организм, используемый при оценке токсичности химических веществ, природных и сточных вод, почв, донных отложений, кормов и др.; 2) «датчики» сигнальной информации о токсичности среды и заменители сложных химических анализов, позволяющие оперативно констатировать факт токсичности (ядовитости, вредности) водной среды («да» или «нет»), независимо от того, обусловлена ли она наличием одного, точно определяемого аналитически вещества или целого комплекса аналитически не определяемых веществ, какой обычно представляют собой сточные воды.

**Титриметрические методы анализа** — методы, основанные на определении концентраций растворенных в воде веществ путем изме-

рения объемов, реагирующих с определяемым компонентом растворов, имеющих точно известную концентрацию.

**Токсичность** — свойство веществ оказывать неблагоприятное (токсическое) воздействие на организм, имеющее количественные характеристики — ПДК, летальная доза и др.

**Тяжелые металлы** — металлы, имеющие плотность не менее  $4,5 \text{ г/см}^3$ . К тяжелым металлам относятся железо, хром, цинк, свинец, ртуть, марганец, мышьяк (полуметалл) и многие другие. Различают тяжелые металлы — микроэлементы, необходимые организму в малых количествах, и токсиканты, оказывающие токсический эффект даже в малых количествах.

**Ультраксерофиты** — растения, произрастающие в крайне сухих местах обитания (можжевельник).

**Устранимая жесткость** — жесткость воды, устранимая при кипячении, то есть часть общей жесткости, которую можно вычислить. Устье — место впадения реки в водохранилище, озеро, море или другую реку.

**Фенология** — система знаний о сезонных явлениях природы, сроках их наступления и причинах, определяющих эти сроки.

**Фитоценоз** — совокупность высших и низших растений, обитающих на данном однородном участке земной поверхности, с только им свойственными взаимоотношениями, как между собой, так и с условиями местообитания, и поэтому создающими свою особую фитосреду.

**Хвоя** — листовидные органы многих голосеменных (хвойных) растений — сосны, ели, туи и др.

**Химическое потребление кислорода (ХПК)** — показатель окисляемости пробы. Является мерой содержания в пробе органических веществ, химически окисляющихся конкретным окислителем в конкретных условиях. В качестве окислителей обычно используются бихромат калия либо перманганат калия. Соответственно различают показатели бихроматная окисляемость (собственно ХПК) и перманганатная окисляемость. Измеряется ХПК в миллиграммах кислорода, химически связанного в окислителях, потребленного на окисление органических и неорганических соединений, содержащихся в 1 л пробы (мгО/л).

**Хлороз** — болезнь растений, при которой нарушается образование хлорофилла в листьях и снижается активность фотосинтеза.

**Цветность** — показатель качества воды, характеризующий интенсивность окраски воды.

**Ценопопуляция** — совокупность особей одного вида в пределах конкретного фитоценоза.

**Шум** — это звук любого рода, воспринимаемый людьми как неприятный, мешающий или даже вызывающий болезненные ощущения.

**Шумовое загрязнение** — тип физического загрязнения, характеризующийся превышением естественного уровня шумового фона.

**Эвтрофикация** — процесс преобразования водной экосистемы в результате привнесения в водоем минеральных и органических веществ с водосбора в таких количествах, которые не могут быть усвоены биоценозом водоемов.

**Эдификатор** — вид, обладающий высокой средообразующей ролью и поэтому контролирующей режим отношений во всем растительном сообществе.

**Экологическая культура** — совокупность норм, взглядов и установок, характеризующих отношение общества, его социальных групп и личности к природе.

**Экологический мониторинг** — 1) информационная система наблюдений, оценки и прогноза изменений в состоянии окружающей среды, созданная с целью выделения антропогенной составляющей этих изменений на фоне природных процессов; 2) комплексная система наблюдений за состоянием окружающей среды, оценки и прогноза изменений состояния окружающей среды под воздействием природных и антропогенных факторов.

**Экологическое воспитание и образование** — деятельность по формированию экологической культуры, бережного отношения к окружающей природной среде.

**Экосистема** — совокупность популяций различных видов растений, животных и микробов, взаимодействующих между собой и окружающей их средой таким образом, что эта совокупность сохраняется неопределенно долгое время.

**Электропроводность** — это численное выражение способности водного раствора проводить электрический ток.

**Эпифиты** — растения, не связанные с почвой и обитающие на других растениях, но не питающиеся за счет них.

**Эталон** — 1) средство измерений, служащее для хранения и передачи размера единицы физической величины другим средствам измерений; 2) мерило, образец для подражания, сравнения.

## *Список использованной литературы*

1. Аникиев, В.В. Руководство к практическим занятиям по микробиологии [Текст] / В.В. Аникеев, К.А. Лукомская. — М., 1983. — С. 54—60.
2. Аргунова, М.В. Экологический мониторинг [Текст] : метод. рекомендации для учителей к курсу «Экология Москвы и устойчивое развитие» / М.В. Аргунова [и др.]. — М. : Центр «Школьная книга», 2008. — 144 с.
3. Аполлов, Б.А. Учение о реках [Текст]. — М. : Изд-во Моск. ун-та, 1963. — 423 с.
4. Афонькин, С.Ю. Простой метод культивирования амёб и инфузорий [Текст] // Биология в школе. № 1. — М. : Педагогика, Биология в школе, 1990 — С. 43—44
5. Баклашев, А. Влияние шума на организм человека [Текст] / А. Баклашев, А. Астахова // Первая городская молодежная конференция «Экология Москвы и молодежная экологическая политика» (6 декабря 2008г., Московская городская Дума) : сб. матер. и докл. — М. : Российский зеленый крест, 2009. — 310 с.
6. Барановская, Е.П. Экология человека [Текст] : прогр. дисц. и учеб.-метод. реком. / Е.П. Барановская, Т.П. Кременецкая ; Ряз. гос. ун-т им. С.А. Есенина. — Рязань, 2009. — 40 с.
7. Беляев, М.П. Справочник предельно допустимых концентраций вредных веществ в пищевых продуктах и среде обитания [Текст]. — М. : Госсанэпиднадзор, 1993. — 141 с.
8. Биоиндикация загрязнения наземных экосистем [Текст] / под ред. Р. Шуберта. — М. : Мир, 1988. — 350 с.
9. Блинников, В.И. Биоэкологические экскурсии в природу [Текст] : учеб. пособие для учителей биологии / В.И. Блинников, Л.Н. Блинникова. — Рязань : Горизонт, 1993. — 64 с.
10. Бойцов, А.Г. Оценка качества воды по биологическим показателям: пути совершенствования [Текст] / А.Г. Бойцов [и др.] // Гигиена и санитария. — 2005. — № 1. — С. 74—77.
11. Борздыко, Е.В. Методы биологического контроля: биоиндикация и биотестирование [Текст] : учеб.-метод. пособие / Е.В. Борздыко, Л.Н. Анищенко. — Брянск : Наяда, 2008. — 70 с.
12. Борисенко, А.Л. Бриофлора г. Северска как показатель экологического состояния территории [Текст] // Экологические проблемы и пути их решения : сб. науч. тр. аспирантов и студентов. — Томск, 2001. — С. 90—106.

13. Борисенко, А.Л. Вид *Pylaisia polyantha* (Hedw.) (пилезия многоцветковая) как объект экологического мониторинга загрязнения атмосферы [Текст] / А.Л. Борисенко, Н.К. Рыжакова, В.Г. Меркулов // Современная экология — наука XXI века : матер. междунар. науч.-практ. конф. (17—18 октября 2008 г.) / отв. ред. Е.С. Иванов. — Рязань : РГУ, 2009. — Т. 2. — 108 с.
14. Ботаника [Текст] : учеб. для вузов : в 4 т. / П. Зитте [и др.] ; пер. с нем. Е.Б. Поспеловой. — М. : Академия, 2007. — 256 с.
15. Брежнев, Д.Д. Человек и мир растений [Текст] / Д.Д. Брежнев [и др.]. — М. : Колос, 1982. — 303 с.
16. Буйолов, Ю.А. Физико-химические методы изучения качества природных вод [Текст] : метод. пособие. — М. : Экосистема, 1997. — 17 с.
17. Булохов, А.Д. Фитоиндикация и ее практическое применение [Текст]. — Брянск : Изд-во БГУ, 2004. — 245 с.
18. Васильева, З.В. Лабораторные занятия по микробиологии [Текст] / З.В. Васильева, Г.А. Кириллова, А.С. Ласкина. — М., 1979. — С. 37—39.
19. Важнов, А.Н. Гидрология рек [Текст]. — М. : Изд-во Моск. ун-та, 1976. — 339 с.
20. Викторов, В.П. Биология. Растения. Бактерии. Грибы и Лишайники [Текст] : учеб. для уч-ся 6 кл. общеобразоват. учреждений : в 2 ч. — Ч. 1 / В.П. Викторов, А.И. Никишов. — М. : ВЛАДОС, 2005. — 128 с.
21. Гайворонская, Н.М. Применение биотестирования для оценки состояния водных объектов [Текст] // Актуальные проблемы экологии и природопользования : сб. науч. трудов. — М. : РУДН, 2004. — Вып. 6. — Ч. 4. — 428 с.
22. Глазовская, М.А. Общее почвоведение и география почв [Текст]. — М., 1981. — 398 с.
23. Голубкина, Н.А. Лабораторный практикум по экологии [Текст]. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : ФОРУМ, 2009. — 64 с.
24. Горышина, Т.К. Растение в городе [Текст]. — Л. : Изд-во ЛГУ, 1991. — 148 с.
25. ГОСТ 17.1.1.01-77 (СТ СЭВ 3544-82). Использование и охрана вод. Основные термины и определения. — Введ. 1978-10-07. — М. : Б.и., 1978. — 18 с. — (Охрана природы. Гидросфера). — Изм. № 1, утв. в апр. 1984 г. (ИУС № 8 1983).
26. ГОСТ 3351-74. Вода питьевая. Методы определения вкуса, запаха, цветности и мутности. — Взамен ГОСТ 3351-46; введ. 1975-07-01. — М. : Изд-во стандартов, 1988. — 8 с. : табл. — (Гос. Стандарт Союза ССР). — Изм. № 1 (ИУС № 5 1985).



27. ГОСТ 24481-80. Вода питьевая. Отбор проб. — Взамен ГОСТ 4979-49 в части отбора проб питьевой воды; введ. 1982-01-01. — М.: Госкомстандарт, 1984. — 6 с. — (Гос. стандарт Союза ССР).
28. ГОСТ 4979-49. Вода хозяйственно-питьевого и промышленного водоснабжения. Методы химического анализа. Отбор, хранение и транспортирование проб. — Введ. 1949-10-01. — М. : Изд-во Всесоюз. ком. стандартов при Совете Министров Союза ССР, 1949. — 3 с.
29. Горощенко, В.П. Основы природоведения [Текст] : учеб. пособие для уч-ся пед. училищ для спец. № 2001 / В.П. Горощенко [и др.]. — М. : Просвещение, 1976. — 239 с.
30. Грау, Ю. Дикорастущие лекарственные растения [Текст] / Ю. Грау, Р. Юнг, Б. Мюнгер ; пер. с нем. И. Муронец // Самый популярный справочник. — М. : АСТ : Астрель, 2002. — 288 с.
31. Грин, Н. Биология [Текст] : в 3 т. — Т. 2 / Н. Грин, Р. Стаут, Д. Тейлор ; под ред. Р. Сопера. — М. : Мир, 1993. — 325 с.
32. Грин, Н. Биология [Текст] : в 3 т. — Т. 3 / Н. Грин, Р. Стаут, Д. Тейлор ; под ред. Р. Сопера. — М. : Мир, 1993. — 325 с.
33. Грицайчук, В.В. Обнаруженные нитраты в растениях (лабораторная работа) [Текст] / В.В. Грицайчук, Е.Я. Кисилевская // Биология в школе. №3. — М. : Педагогика : Биология в школе, 1989. — С. 36—37.
34. Гришина, Л.А. Организация и проведение почвенных исследований для экологического мониторинга [Текст] / Л.А. Гришина, Г.Н. Копчик, Л.В. Моргун. — М. : Изд-во МГУ, 1991. — 82 с.
35. Гузей, Л.С. Химия 8 кл. [Текст] : учеб. для общеобразоват. учреждений / Л.С. Гузей, В.В. Сорокин, Р.П. Суровцева. — 6-е изд., перераб. и доп. — М. : Дрофа, 2001. — 288 с.
36. Гуляева, В.И. Эксперимент и исследовательская работа по экологии [Текст] // Экология: проблемы, поиски, находки. — М. : Сиринь, 1999. — 205 с.
37. Гусаров, А.В. Аудиторно-практические работы по курсу «География почв с основами почвоведения» [Текст] : учеб.-метод. рук-во для студ. специальности «География». — Ч. 1: Определение основных морфологических признаков почвы. — Казань : КГУ, 2008. — 36 с.
38. Гусева, Т.В. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды [Текст] : справ. материалы / Т.В. Гусева [и др.]. — М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2005. — 176 с.
39. Гусева, Т.В. Подготовка экологических информационных материалов для особо охраняемых природных территорий силами учащихся. Рекомендации для педагогов, руководителей кружков, студентов педагогических отделений вузов [Текст] : учеб. пособие / Т.В. Гусева [и др.] ; РХТУ им. Д.И. Менделеева. — М. : Эколайн, 2003. — 84 с.
40. Данилова, Ю.А. Биоиндикация состояния пресного водоема (иллюстрированная методика) [Текст] : учебно-методическое издание /

Ю.А. Данилова, А.Р. Ляндзберг, А.Г. Муравьев. — СПб. : «Кри-  
смас+», 1999. — 287 с.

41. Двоглазова, А.А. Эколого-биологические особенности дре-  
весных и травянистых растений в насаждениях урбаноэкосистемы  
крупного промышленного центра на (примере г. Ижевска) [Текст] : ав-  
тореф. дис. ... канд. биол. наук. — Уфа : Институт биологии УНЦ  
РАН, 2009. — 21 с.

42. Денисова, Т.П. Биотестирование загрязнителей водной сре-  
ды [Текст]. — Иркутск, 2006. — 32 с.

43. Добрецова, Н.В. Исследовательская работа учащихся по изу-  
чению природы в пионерском лагере [Текст] // Биология в школе. —  
1987. — № 3. — М. : Биология в школе : Педагогика. — С. 69—71.

44. Добровольский, В.В. География почв с основами почвоведе-  
ния [Текст]. — М. : Гуманитарный центр ВЛАДОС, 2001. — 384 с.

45. Добровольский, В.В. Практикум по географии почв с осно-  
вами почвоведения [Текст] : учеб. пособие для вузов. — М. : Гумани-  
тарный центр ВЛАДОС, 2001. — 144 с.

46. Древесные растения г. Воронежа (биоразнообразие и устой-  
чивость) [Текст] : учеб. пособие для вузов / сост. А.И. Федорова,  
М.А. Михеева. — Воронеж : Издательско-полиграфический центр  
Воронежского государственного университета, 2008. — 100 с.

47. Дружинин, С.В. Исследование воды и водоемов в условиях  
школы [Текст]. — М. : Чистые пруды, 2008. — 32 с. (Библиотечка  
«Первого сентября», серия «Биология». Вып. 20)

48. Дудкина, О.П. Основы экологии 10 класс: поурочные пла-  
ны по учебнику Черновой Н.М., Галушина В.М., Константинова В.М.  
[Текст]. — Волгоград : Учитель, 2007. — 326 с.

49. Дунаев, Е.А. Методы эколого-энтмологических исследова-  
ний [Текст]. — М. : МосгорСЮН, 1997. — 44 с.

50. Душенков, В.М. Летняя полевая практика по зоологии бес-  
позвоночных [Текст] / В.М. Душенков, К.В. Макаров. — М. : Акаде-  
мия, 2000. — 256 с.

51. Еремин, Г.Г. Как исследовать почвы в поле и лаборатории  
[Текст]. — М. : Изд-во МГУ, 1955. — 80 с.

52. Журавлева, А.Г. Городские почвы как объект для оценки состо-  
яния окружающей среды [Текст] // Современная экология — наука XXI  
века : матер. междунар. науч.-практ. конф. (17—18 ноября 2008 г.). / отв.  
ред. и сост. Е.С. Иванов. — Рязань. : РГУ, 2008. — 680 с.

53. Зайцева, В.Н. О фенологических наблюдениях учащихся  
[Текст] / В.Н. Зайцева, Т.Л. Гришко, Е.Е. Кравченко // Биология в школе  
№ 1. — М. : Педагогика : Биология в школе, 1990. — С. 62—64.

54. Захаров, С.А. Курс почвоведения [Текст]. — М. ; Л. : ОГИЗ-Сельхозгиз, 1931. — 550 с.
55. Зверев, А.Т. Экология. Практикум. 10—11 кл. [Текст] : учеб. пособие для общеобразовательных учреждений. — М. : ООО «Издательский дом «ОНИКС 21 век», 2004. — 176 с.
56. Золотов, Г.В. Мониторинг антропогенной эвтрофикации пресноводных водоемов [Текст] : метод. реком. к практ. занятиям по экологии / Г.В. Золотов, В.В. Панюков ; Рязоблкомприрода ; РИРО. — Рязань, 1994. — 20 с.
57. Израэль, Ю.А. Мониторинг загрязнения природной среды [Текст] / Ю.А. Израэль, И.К. Гасилина, Ф.Я. Ровинский. — Л. : Гидрометеиздат, 1978. — 560 с.
58. Кавеленова, Л.М. Проблемы организации системы фитомониторинга городской среды в условиях лесостепи [Текст]. — Самара : Самарский Университет, 2003. — 124 с.
59. Кауричев, И.С. Почвоведение [Текст] / И.С. Кауричев, Н.П. Панов, Н.Н. Розов. — М. : Агропромиздат, 1989. — 719 с.
60. Козяева, Е.А. Пик автомобильных проблем [Текст] // Волна № 3—4 (20—21). — Иркутск : Иркутская областная типография № 1, 1999. — С. 19—23.
61. Колбовский, Е.Ю. Изучаем природу в городе [Текст]. — Ярославль : Академия развития, 2006. — 256 с.
62. Колмогорова, Е.Ю. Жизненное состояние древесных растений произрастающих в местах загрязнения выбросами автотранспорта [Текст] // Современный мир, природа и человек : межвуз. сб. науч. тр. — Томск : Крокус, 2009. — Т. 1. — № 1. — С. 90—91.
63. Комплексные оценки качества поверхностных вод [Текст] / под ред. А.М. Никанорова. — Л. : Гидрометеиздат, 1984. — 139 с.
64. Кремер, Б.П. Деревья: местные и завезенные виды Европы [Текст] : пер. с нем. — М. : АСТ : Астрель, 2002. — 288 с.
65. Круглова, Е.П. Биоэкологический мониторинг активности почвенных микроорганизмов Ерлинского дендропарка [Текст] / Е.П. Круглова, Е.А. Лупанов О.Е. Суровцева // Современная экология — наука XXI века : матер. междунар. науч.-практ. конф. (17—18 октября 2008 г.) / отв. ред. Е.С. Иванов. — Рязань : РГУ, 2009. — Т. 2. — 108 с.
66. Кузьмина, М.М. Транспорт и городская среда [Текст] / М.М. Кузьмина, И.Н. Рыжов // Биология в школе. — 1995. — № 2. — С. 68.
67. Летние школьные практики по биологии [Текст] : метод. пособие / сост. А.Б. Шипунов ; под ред. П.Ю. Жмылева. — М. : МЦНМО, 1998. — 198 с.

68. Литвинова, Л. Нравственно-экологическое воспитание школьников [Текст] / Л. Литвинова, О.Е. Жиренко. — М. : 5 за знания, 2005. — 207 с.

69. Лотова, Л.И. Морфология и анатомия высших растений [Текст]. — М. : Эдиториал УРСС, 2000. — С. 241—257.

70. Макарова, Ю.В. Эколого-биогеохимические исследования в агрофитоценозах Самарской области [Текст] // Вестник Самарского государственного университета. Естественная серия. — 2006. — № 7(47). — С. 108—117.

71. МаксUTOва, Н.К. Ландшафтный мониторинг охраняемых природных территорий [Текст] / Н.К. МаксUTOва, Е.А. Скупинова. — Вологда : Полиграфист, 2003. — 120 с.

72. Мамаев, А.Д. Методическое руководство по биотестированию воды. 1 [Текст] / А.Д. Мамаев, Ю.Д. Ворбьев. — М. : «Высшая школа», 1991. — 160 с.

73. Мамонтов, С.Г. Биология. Общие закономерности. 9 кл. [Текст] : учеб. для общеобразоват. учреждений / С.Г. Мамонтов, В.Б. Захаров, Н.И. Сонин. — 4-е изд., стереотип. — М. : Дрофа, 2003. — 288 с.

74. Махлин, М.Д. Насекомые [Текст]. — СПб. : БКК, 2009. — 96 с.

75. Мелехова, О.П. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование [Текст] : учеб. пособие для студ. высш. учебн. заведений / О.П. Мелехова, Е.И. Егорова, Т.И. Евсеева. — М. : Академия, 2007. — 288 с.

76. Методические указания по мобилизации растительных ресурсов и интродукции аридных кормовых растений [Текст] / под ред. Г.И. Бычкова. — М. : Россельхозакадемия, 2000. — 84 с.

77. Методы биоиндикации и биотестирования природных вод [Текст] / под ред. В.А. Брызгалo, Т.А. Хоружей. — Л. : Гидрометеoиздат, 1989. — Вып. 2. — 276 с.

78. Минакова, В.В. Изучение ответной реакции двустворчатого моллюска *UNIO PICTORUM* на воздействие ионов свинца и кадмия [Текст] / В.В. Минакова, Е.А. Кануникова, И.В. Карнаухова // Экосистемы малых рек: Биоразнообразие. Биология, Охрана : тезисы докладов всеросс. конф. 16—19 ноября 2004 г. — Борок. — С. 62—63.

79. Миркин, Б.М. Словарь понятий и терминов современной фитоценологии [Текст] / Б.М. Миркин, Г.С. Розенберг, Л.Г. Наумова. — М. : Наука, 1989. — 223 с.

80. Миркин, Б.М. Устойчивое развитие: вводный курс [Текст] : учеб. пособие / Б.М. Миркин, Л.Г. Наумова. — М. : Университетская книга. — 312 с.

81. Михайлов, А.А. Морфологическое описание почвы [Текст]. — М. : Наука, 1974. — 72 с.
82. Мотузова, Г.В. Принципы и методы почвенно-химического мониторинга [Текст]. — М. : Изд-во МГУ, 1988. — 101 с.
83. Муравьев, А.Г. Оценка экологического состояния природно-антропогенного комплекса [Текст] : учеб. пособие / А.Г. Муравьев. — 2-е изд., расшир. и доп. — СПб. : Кристмас+, 2000. — 118 с.
84. Мыльникова, З.М. Планктонные инфузории реки Латка [Текст] // Экосистемы малых рек: Биоразнообразие. Биология, Охрана : тезисы докл. Всерос. конф. 16—19 ноября 2004. — Борок — С. 63—64.
85. Неронов, В.В. Полевая практика по геоботанике в средней полосе Европейской России [Текст] : метод. пособие. — М. : Изд-во Центра охраны дикой природы, 2002. — 139 с.
86. Нетрусов, А.И. Практикум по микробиологии [Текст] / А.И. Нетрусов [и др.] ; под ред. А.И. Нетрусова. — М. : Академия, 2005. — С. 492—495.
87. Никаноров, А.М. Гидрохимия [Текст] : учеб. для вузов по спец. «Гидрология суши». — СПб. : Гидрометеиздат, 2001. — 444 с.
88. Никаноров, А.М. Научные основы мониторинга качества вод [Текст]. — СПб. : Гидрометеиздат, 2005. — 576 с.
89. Никифорова, Е.М. Тяжелые металлы вредят биосфере [Текст] // Химия и жизнь. — 1976. — № 1. — М. : Наука. — С. 34—37.
90. Николаевский, В.С. Методы оценки состояния древесных растений и степени влияния на них неблагоприятных факторов [Текст] / В.С. Николаевский, Н.Г. Николаевская, Е.А. Козлова // Лесной вестник. — 1999, май. — № 2(7). — С. 76—77.
91. Павлова, М.Е. Школьный гербарий: изготовление и хранение [Текст] / М.Е. Павлова, И.В. Ягодковская. — М. : Чистые пруды, 2006. — 32с.
92. Палкина, Т.А. Эколого-геоботанические методы полевой практики [Текст] // Современная экология — наука XXI века : матер. междунар. науч.-практ. конф. (17—18 октября 2008 г.) / отв. ред. Е.С. Иванов. — Рязань : РГУ, 2009. — Т. 2. — 108 с.
93. Петин, А.Н. Анализ и оценка качества поверхностных вод [Текст] : учеб. пособие / А.Н. Петин, М.Г. Лебедева, О.В. Крымская. — Белгород : Изд-во БелГУ, 2006. — 252 с.
94. Петин, А.Н. Малые водные объекты и их экологическое состояние [Текст] : учеб.-метод. пособие / А.Н. Петин, Н.С. Сердюкова, В.Н. Шевченко. — Белгород : Изд-во БелГУ, 2005. — 238 с.
95. Петров, В.В. Мир лесных растений [Текст]. — М. : Наука, 1978. — 168 с.
96. Петросян, А.Г. Методы биотестирования в оценке токсичности почв водосборных площадей малых рек и причерноморских ли-

манов [Текст] / А.Г. Петросян, С.Е. Дятлов // Экосистемы малых рек: Биоразнообразие. Биология, Охрана : тезисы докл. Всерос. конф. 16—19 ноября 2004. — Борок. — С. 69—70.

97. Петунин, О.В. Изучение экологии в школе. Программы элективных курсов, конспекты занятий, лабораторный практикум, задания и упражнения [Текст]. — Ярославль : Академия развития ; Владимир : ВКТ, 2008. — 192 с.

98. Полонский, В.Ф. Гидролого-морфологические процессы в устьях рек и методы их расчета (прогноза) [Текст] / В.Ф. Полонский, Ю.В. Лупачев, Н.А. Скриптунов. — СПб. : Гидрометеоздат, 1992. — 384 с.

99. Прибылова, Е.П. Антропоэкологическое состояние зеленых насаждений городских ландшафтов и природоохранное воспитание школьников [Текст] // Современная экология — наука XXI века : матер. междунар. науч.-практ. конф. (17—18 октября 2008 г.) / отв. ред. Е.С. Иванов. — Рязань : РГУ, 2009. — Т. 2. — 108 с.

100. Прокашев, А.М. Руководство по полевой диагностике и экологической оценке почв Кировской области [Текст] : для учителей географии, биологии и экологии. — Киров : Изд-во ВГПУ, 2000. — 68 с.

101. Прохорова, Н.В. Гистохимические методы в экологическом мониторинге [Текст] / Н.В. Прохорова, Ю.В. Аксютин // Региональный экологический мониторинг в целях управления биологическими ресурсами. — Тольятти : ИЭВБ РАН, 2003. — С. 181—186.

102. Рассохин, Р.В. Экологическая оценка состояния пресноводных водоемов Подмосковья по тяжелым металлам [Текст] / Р.В. Рассохин, Е.В. Станис // Атуальные проблемы экологии и природопользования : сб. науч. тр. — Вып. 6. — Ч. 4. — М. : Изд-во РУДН, 2004. — С. 247—250.

103. Растительные индикаторы почв, горных пород и подземных вод [Текст]. — М. : Изд-во АН СССР, 1964. — 390 с.

104. Рахманин, Ю.А. Приоритетные направления и критерии оценки загрязнения окружающей среды [Текст] // Гигиена и санитария. — 2003. — № 6. — С. 14—16.

105. Розенберг, В.Г. Теория биоиндикации. 1 [Текст]. — М. : «Высшая школа», 1994. — 141 с.

106. Романов, Г.Н. Как грязный воздух губит деревья [Текст] // Химия и Жизнь. — 1972. — № 9. — С. 42—43.

107. Романов, С.А. Основные направления экологических исследований и использование их результатов в преподавании школьного курса географии [Текст] // Современная экология — наука XXI века : матер. междунар. науч.-практ. конф. (17—18 октября 2008 г.) / отв. ред. Е.С. Иванов. — Рязань : РГУ, 2009. — Т. 2. — 108 с.

108. Романова, Е.М. Двустворчатые моллюски как биомониторы загрязнения водных экосистем тяжелыми металлами [Текст] / Е.М. Романова, О.А. Индирякова, А.П. Куранова. — Вестник ТвГУ. — 2008. — С. 163—168. (Серия: Биология и экология (7))
109. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений [Текст] / под ред. В.А. Абакумова. — Л. : Гидрометеиздат, 1983. — 239 с.
110. Рунова, Е.М. Экологический мониторинг лесных биоценозов в зонах промышленных выбросов [Текст] // Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири. — Томск : ТГУ, 2004. — С. 132—135.
111. Рыбакова, Г.В. Органические соединения хлора в окружающей среде [Текст] / Г.В. Рыбакова, С.Н. Завиваев // Современный мир, природа и человек : межвуз. сб. науч. тр. — Томск : Крокос, 2009. — Т. 1. — № 1. — С. 95—96.
112. Рямова, А.М. Проведение школьных экологических исследований [Текст] : метод. реком. / А.М. Рямова, Г.В. Золотов, В.В. Панюков ; Ряз. обл. ин-т развития образования. — Рязань, 1997. — 33 с.
113. Рямова, Н.А. Деревья: от Акации до Ясеня [Текст]. — М. : Карапуз : ТЦ «Сфера», 2006. — 192 с.
114. Саэт, Ю.Е. Методические рекомендации по геохимической оценке состояния поверхностных вод [Текст] / Ю.Е. Саэт, Е.П. Янин. — М. : ИМГРЭ, 1985. — 48 с.
115. Савинов, И.А. Ботанические экскурсии по Москве и Московской области [Текст]. — М. : Социально-политическая мысль. — 124 с.
116. Свириденко, Д.Г. Действия тяжелых металлов на продуктивность зерновых культур и биологическую активность почв [Текст] / Д.Г. Свириденко [и др.] // Актуальные проблемы экологии и природопользования : сб. науч. тр. — Вып. 6. — Ч. 1. — М. : Изд-во РУДН, 2004. — 428 с.
117. Семенов, А.А. Полевой практикум по экологии [Текст] : учеб. пособие для студ. вузов и уч-ся старших классов / А.А. Семенов, В.М. Астафьев, З.И. Чердымова ; под ред. А.А. Семенова. — М. : Тайдекс Ко, 2003. — 144 с
118. Сергеева, Е.С. Методы биоиндикации водоисточников в гигиене [Текст] // Медицинский альманах. — 2009, июнь. — № 2(7). — С. 178—181.
119. Суворова, С.А. Опытническая работа школьников с растениями [текст] : учеб. пособие / С.А. Суворова, К.И. Дагаргулия ; Ряз. гос. ун-т им. С.А. Есенина. — Рязань, 2006. — 156 с.
120. Суравегина, И.Т. Как учить экологии [Текст] : кн. для учителя / И.Т. Суравегина, В.М. Сенкевич. — М. : Просвещение, 1995. — 96 с.

121. Тимонин, А.К. Ботаника. Высшие растения [Текст] : учеб. для студ. высш. учеб. заведений : в 4 т. — Т. 3. — М. : Академия, 2007. — 352 с.

122. Фасулати, К.К. Полевое изучение наземных беспозвоночных [текст]. — М. : Высшая школа, 1971. — 424 с.

123. Федорос, Е.И. Экология в экспериментах [Текст] : учеб. пособие для учащихся 10—11 классов общеобразовательных учреждений / Е.И. Федорос, Г.А. Нечаева. — М. : Вентана-Граф, 2007. — 384 с.

124. Физико-химические методы анализа [Текст] / под ред. В.Б. Алесковского. — Л. : Химия, 1988. — 376 с.

125. Фомин, Г.С. Вода. Контроль химической, бактериальной и радиационной безопасности по международным стандартам [Текст] : энциклоп. справ. — 3-е изд., перераб. и доп. — М. : Протектор, 2000. — 848 с.

126. Хомич, В.А. Экология городской среды [Текст] : учеб. пособие. — М. : Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006. — 240 с.

127. Цандекова, О.Л. Фенологическая оценка древесных растений в очагах загрязнения выбросов автотранспорта [Текст] // Современный мир, природа и человек : межвуз. сб. науч. тр. — Томск : Крокус, 2009. — Т. 1. — № 1. — С. 97.

128. Цвилюк, Г.Е. Азы безопасности [Текст] : кн. для детей и родителей. — М. : Просвещение, 1994. — 64 с.

129. Черненькова, Т.В. Реакция лесной растительности на промышленное загрязнение [Текст]. — М. : Наука, 2002. — 191 с.

130. Чернова, Н.М. Основы экологии [Текст] : учеб. для 10(11) кл. общеобразоват. учреждений / Н.М. Чернова, В.М. Галушин, В.М. Константинов. — 7-е изд., стереотип. — М. : Дрофа, 2003. — 304 с.

131. Чернышев, В.Б. Экология насекомых [Текст]. — М. : МГУ, 1996. — 304 с.

132. Чертопруд, М.В. Мониторинг загрязнения водоемов по составу макрозообентоса [Текст] / метод. пособие. — М. : Ассоциация по химическому образованию, 1999. — 16 с.

133. Чурикова, В.В., Основы микробиологии и вирусологии [Текст] / В.В. Чурикова, Д.П. Викторов. — Воронеж, 1989. — С. 235—236.

134. Шалеева, Г.П. Окружающий мир [Текст]. — М. : АСТ : СЛОВО, 2010. — 128 с. (Современная энциклопедия начальной школы).

135. Экология [Текст] // Я познаю мир : дет. энцикл. / авт.-сост. А.Е. Чижевский ; под общ. ред. О.Г. Хинн. — М. : АСТ-ЛТД : Олимп, 1997. — 432 с.



136. Экология Москвы и устойчивое развитие [Текст] : учеб. пособие для 10(11) классов средних общеобразоват. школ / под ред. Г.А. Ягодина. — М. : МИОО : Интеллект-Центр, 2008. — 352 с.
137. Экология организмов [Текст] : прогр. дисц. и учеб.-метод. реком. / сост. Е.С. Иванов, А.П. Круглова, Ю.М. Посевина. — Рязань, 2009. — 70 с.
138. Экология родного края [Текст] / под ред. Т.Я. Ашихминой. — Киров : Вятка, 1996. — 720 с.
139. Экология. Юридический энциклопедический словарь [Текст] / под ред. С.А. Боголюбова. — М. : Издательство НОРМА, 2001. — 448 с.
140. Эрхард, Ж.-П. Планктон. Состав, экология, загрязнение [Текст] : пер. с фр. / Ж.-П. Эрхард, Ж. Сежен. — Л. : Гидрометеиздат, 1984. — 256 с.
141. Ягодин, Г.А. Преподавание курса «Экология Москвы и устойчивое развитие» в 2008/09 учебном году [Текст] / Г.А. Ягодин [и др.]. — М. : МИОО, 2008. — 176 с.
142. Яковлев, Г.П. Ботаника [Текст] : учеб. для вузов / Г.П. Яковлев, В.А. Челомбитько ; под ред. Р.В. Камелина. — СПб. : СпецЛит : Изд-во СПХФА, 2003. — С. 68—100.
143. URL : <http://festival.1september.ru/articles/538746/>
144. URL : <http://duckweed.kubagro.ru/biocont.htm>
145. URL : <http://meduniver.com/Medical/Biology/279.html>
146. URL : <http://slovari.yandex.ru/~книги/БСЭ/Активный%20ил/>
147. URL : <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%80%D0%B8%D0%BE%D1%81%D0%BE%D0%BD>
148. URL : <http://net.eurekanet.ru/yellow/info/739.html>
149. URL : [http://efa.xost.ru/teach\\_mat/litmo/mayer.php](http://efa.xost.ru/teach_mat/litmo/mayer.php)
150. URL : <http://lihoborka.narod.ru/monitoring/bespozvon.htm>
151. URL : <http://www.rae.ru/monographs/55-2251>
152. URL : <http://www.chem.msu.su/rus/journals/chemlife/2000/dafni.html>
153. URL : <http://www.ref.by/refs/97/31039/1.html>
154. URL : <http://www.ecwatech.ru/abstracts/2008/11/656.doc>
155. URL : <http://nsmelaya.narod.ru/ecopraktika.htm>
156. URL : <http://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/136778/%D0%A1%D1%83%D0%B2%D0%BE%D0%B9%D0%BA%D0%B8>
157. URL : [http://sapm.3dn.ru/index/skrining\\_pishhevykh\\_dobavok\\_i\\_produkto\\_v\\_na\\_infuzorijakh/0-119](http://sapm.3dn.ru/index/skrining_pishhevykh_dobavok_i_produkto_v_na_infuzorijakh/0-119)
158. URL : [http://revolution.allbest.ru/chemistry/00109256\\_0.html](http://revolution.allbest.ru/chemistry/00109256_0.html)
159. URL : [http://www.o8ode.ru/article/answer/method/izmerenie\\_elektroprovodimosti\\_i\\_colenociti\\_vody\\_konduktometri4eckim\\_metodom.htm](http://www.o8ode.ru/article/answer/method/izmerenie_elektroprovodimosti_i_colenociti_vody_konduktometri4eckim_metodom.htm)

160. URL : <http://www.anchem.ru/literature/books/muraviev/025.asp>
161. URL : <http://www.micro-biology.ru/main-microbiology/spreading/83-mikroflora-vody.html>
162. URL : [http://www.medical-enc.ru/10/coli\\_index.shtml](http://www.medical-enc.ru/10/coli_index.shtml)
163. URL : <http://www.zdorovieinfo.ru/water/water-articles/?article=474590>
164. URL : <http://www.nauka-shop.com/mod/shop/productID/51814/>
165. URL : <http://makkaveev-lab.narod.ru/Makkaveev55G5.pdf>
166. URL : [http://purecrystal.ru/article\\_info.php?articles\\_id=1](http://purecrystal.ru/article_info.php?articles_id=1)
167. URL : <http://subscribe.ru/archive/job.education.ekologschool/200409/20001023.html>
168. URL : <http://www.detskiysad.ru/raznlit/zemlevedenie085.html>
169. URL : <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/429821>
170. URL : <http://herba.msu.ru/algae/materials/book/text/part1/9.html>
171. URL : [http://window.edu.ru/window\\_catalog/pdf2txt?p\\_id=36822&p\\_page=5](http://window.edu.ru/window_catalog/pdf2txt?p_id=36822&p_page=5)
172. URL : <http://portfolio.1september.ru/work.php?id=578279>
173. URL : [http://libgost.ru/rukovodstvo/67838Tekst\\_Rukovodstvo\\_Rukovodstvo\\_po\\_opredeleniyu\\_metodom\\_biotestirovaniya\\_toksichnosti\\_vod\\_donnyh\\_otlozheniiy\\_zagryaznyayushih\\_veshestv\\_i\\_burovyh\\_rastvorov.html#i308007](http://libgost.ru/rukovodstvo/67838Tekst_Rukovodstvo_Rukovodstvo_po_opredeleniyu_metodom_biotestirovaniya_toksichnosti_vod_donnyh_otlozheniiy_zagryaznyayushih_veshestv_i_burovyh_rastvorov.html#i308007)
174. URL : <http://flowerlib.ru/books/item/f00/s00/z0000037/st003.shtml>
175. URL : <http://subscribe.ru/archive/job.education.ekologschool/200408/30011242.html>
176. URL : [http://www.krugosvet.ru/enc/nauka\\_i\\_tehnika/biologiya/MORFOLOGIYA\\_POCHV.html](http://www.krugosvet.ru/enc/nauka_i_tehnika/biologiya/MORFOLOGIYA_POCHV.html)
177. URL : <http://all-aboutall.narod.ru/Soil.html>
178. URL : [http://ecology.ostu.ru/index.php?option=com\\_content&task=view&id=184](http://ecology.ostu.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=184)
179. URL : <http://subscribe.ru/archive/job.education.ekologschool/200408/18003822.html>
180. URL : <http://all-aboutall.narod.ru/Soil.html>
181. URL : <http://smallgarden.ru/pochvogrunty/>
182. URL : [http://www.sad.ru/fev\\_09\\_1.php](http://www.sad.ru/fev_09_1.php)
183. URL : <http://www.igorken.com/?p=127&page=3>
184. URL : <http://bse.sci-lib.com/article066887.html>
185. URL : <http://www.vevivi.ru/best/YEkologicheskie-osnovy-ustoichivosti-rastenii-ref6847.html>
186. URL : <http://tele-conf.ru/problemyi-zhiznedeyatelnosti-organizma-i-ekologiya/lihenoindikatsiya-zagryazneniya-vozduha-v-g.-ivanovo.html>

## Оглавление

<b>Введение</b> . . . . .	3
<b>I. Особенности экологических исследований</b> . . . . .	8
<b>1.1. Организация мониторинговых исследований</b> . . . . .	8
<b>1.2. Основные компоненты системы мониторинга</b> . . . . .	9
<b>II. Экологические исследования водоемов</b> . . . . .	17
<b>2.1. Изучение пресноводных экосистем</b> . . . . .	17
1. Составление плана местности . . . . .	19
2. Визуальное исследование водоема . . . . .	23
3. Определение горизонтального профиля реки . . . . .	28
4. Определение скорости течения воды . . . . .	31
5. Наблюдения за изменением уровня воды в реке . . . . .	34
6. Определение расхода воды в реке . . . . .	36
<b>2.2. Физико-химические методы оценки     состояния водоемов</b> . . . . .	39
<b>2.2.1. Правила взятия проб воды для исследований</b>	
7. Определение органолептических показателей качества воды . . . . .	41
8. Описание водоема . . . . .	47
9. Определение температуры воды . . . . .	51
10. Определение рН воды . . . . .	53
11. Определение цвета воды количественными методами . . . . .	56
12. Определение окисляемости воды . . . . .	59
13. Определение биохимического потребления кислорода (БПК) . . . . .	62
14. Определение содержания в воде ионов хлора, свинца, кадмия, бария, меди и калия . . . . .	67
15. Определение содержания в воде солей железа . . . . .	70
16. Качественное и количественное определение ионов хлора . . . . .	73
17. Определение содержания сульфат-ионов в воде . . . . .	76
18. Определение содержания в воде соединений азота . . . . .	80
19. Определение содержания взвешенных частиц в воде . . . . .	86
20. Определение жесткости воды . . . . .	88
21. Определение электропроводности воды . . . . .	91
22. Определение содержания кислорода в пробе воды . . . . .	94
<b>2.3. Элементы биологического мониторинга         эвтрофикации пресноводного водоема</b> . . . . .	98
<b>2.3.1. Понятие биоиндикации</b> . . . . .	98

<b>2.3.2. Биоиндикация с помощью растений</b> . . . . .	100
23. Оценка состояния водного объекта по ряске . . . . .	101
<b>2.3.3. Оценка состояния водной экосистемы с помощью видового состава крупных беспозвоночных животных</b> . . . . .	106
24 Оценка состояния водной экосистемы с помощью пятиуровневой шкалы степени загрязнения воды или индекса Ф. Вудевиса («биотический индекс реки Трент») . . . . .	106
25. Оценка состояния водной среды по видовому составу активного ила . . . . .	110
26. Биоиндикация загрязнения водоема с помощью макрозообентоса (Индекс Майера) . . . . .	115
<b>2.4. Микробиологические методы определения токсичности воды</b> . . . . .	120
27. Определение токсичности воды при помощи дафний . . . . .	122
28 .Биологическое тестирование воды по прорастанию семян . . . . .	126
29. Оценка состояния водной среды по поведению сувоек . . . . .	129
30. Оценка состояния водоема с помощью инфузорий . . . . .	131
<b>2.5. Бактериальный анализ воды пресноводного водоема</b> . . . . .	133
31. Определение микробного числа воды . . . . .	134
32. Определение коли-индекса и коли-титра . . . . .	137
33. Метод оценки состояния водоема в проекте River Watch . . . . .	139
<b>2.6. Санитарный анализ воды по показателю сапробности</b> . . . . .	141
34. Определение сапробности водоема по популяциям пресноводных моллюсков . . . . .	143
35. Определение сапробности водоема по популяциям водорослей . . . . .	145
36. Гидрометеорологические явления . . . . .	150
37. Интегральная оценка качества воды . . . . .	151
Применение работ главы II . . . . .	156
<b>III. Экологические исследования атмосферного воздуха</b> . . . . .	160
<b>3.1. Загрязнение атмосферы</b> . . . . .	161
38. Микроклиматические наблюдения . . . . .	163
39. Комплексная оценка городского микроклимата . . . . .	168
40. Изучение запыленности воздуха летом (вариант 1) . . . . .	171

41. Определение загрязнения окружающей среды пылью и ее накопление на листовых пластинках растений (вариант 2) . . . . .	175
42. Биоиндикация антропогенного воздействия по шкале краевых некрозов листьев . . . . .	177
43. Определение антропогенного загрязнения воздушной среды по доли пораженной ткани листа . . . . .	180
44. Оценка состояния загрязнения воздуха с помощью растений-биоиндикаторов . . . . .	182
45. Лихеноиндикация . . . . .	185
46. Биоиндикация состояния воздуха по хвое ели . . . . .	189
47. Биоиндикация состояния воздуха по эпифитным мхам . . . . .	193
48. Мониторинг загрязнения почвы и воздуха с помощью крест-салата . . . . .	196
49. Оценка степени загрязнений воздуха по снежному покрову . . . . .	198
50. Оценка степени загрязнения воздуха по интенсивности потока автотранспорта . . . . .	202
51. Изучение шумового загрязнения окружающей среды . . . . .	207
Применение работ главы III . . . . .	211
<b>IV. Экологические исследования почв . . . . .</b>	<b>213</b>
<b>4.1. Почвенно-экологические исследования . . . . .</b>	<b>213</b>
<b>4.2. Правила работы с почвой . . . . .</b>	<b>214</b>
<b>4.2.1. Техника отбора образцов для лабораторных исследований . . . . .</b>	<b>214</b>
<b>4.2.2. Подготовка почвы к анализу . . . . .</b>	<b>215</b>
52. Изучение почвенного профиля . . . . .	216
53. Измерение параметров почвы . . . . .	221
54. Определение механического состава почвы . . . . .	224
55. Определение влажности почвы . . . . .	228
56. Определение структуры почв . . . . .	230
57. Определение объемной массы почвы . . . . .	234
58. Определение сложения почв . . . . .	236
59. Определение наличия включений . . . . .	239
60. Определение водопрочности структуры почвы . . . . .	241
61. Определение кислотности почвы . . . . .	244
62. Определение содержания карбоната кальция в почвах . . . . .	248
63. Изучение биологической активности почвы . . . . .	250
64. Определение влажности почв по биоиндикаторам влажности . . . . .	253

65. Определение глубины залегания грунтовых вод по растениям-биоиндикаторам . . . . .	254
66. Определение кислотности и плодородия почв по составу растительности . . . . .	256
67. Определение плодородия почв по биоиндикаторам . . . . .	259
68. Определение состава напочвенных беспозвоночных . . . . .	263
69. Определение степени экологического загрязнения среды с помощью биотеста . . . . .	265
70. Биоэкологический мониторинг почвенных микроорганизмов . . . . .	269
Применение работ главы IV . . . . .	271
<b>V. Экологические исследования фитоценозов . . . . .</b>	<b>274</b>
<b>5.1. Практические рекомендации по осуществлению экологических исследований фитоценоза . . . . .</b>	<b>275</b>
<b>5.2. Сбор и описание растительных организмов . . . . .</b>	<b>275</b>
<b>5.2.1. Сбор растений . . . . .</b>	<b>275</b>
<b>5.2.2. Правила сбора растений . . . . .</b>	<b>275</b>
<b>5.2.3. Засушивание . . . . .</b>	<b>276</b>
<b>5.2.4. Монтирование гербария . . . . .</b>	<b>276</b>
<b>5.2.5. Хранение гербария . . . . .</b>	<b>277</b>
<b>5.2.6. Описание растений . . . . .</b>	<b>277</b>
71. Выбор учетных площадок при проведении экологических исследований . . . . .	281
72. Жизненные формы растений . . . . .	283
73. Построение графика сезонного развития . . . . .	285
74. Изучение фенофаз злаковых культур . . . . .	288
75. Древесно-кустарниковые растения в озеленении города . . . . .	290
76. Видовое многообразие паркового сообщества . . . . .	292
77. Сравнение флор по их видовому составу . . . . .	295
78. Изучение ярусного строения фитоценоза . . . . .	298
79. Оценка пространственной структуры ценопопуляции . . . . .	301
80. Определение сомкнутости крон древесного яруса . . . . .	304
81. Определение проектировочного покрытия . . . . .	306
82. Определение истинного покрытия . . . . .	308
83. Построение вертикальной и горизонтальной проекции участка лесной экосистемы . . . . .	310
84. Определение формулы состава древостоя . . . . .	312
85. Определение видового обилия . . . . .	313
86. Определение возраста деревьев . . . . .	318

87. Морфоэкологическая разнокачественность ценопопуляций растений подорожника большого . . . . .	319
88. Изучение морфо-экологической разнокачественности особей в ценопопуляции растений (деревья) . . . . .	322
89. Исследование факторов опыления энтомофильных древесных растений . . . . .	324
90. Экологические группы растений по отношению к воде . . . . .	326
91. Анализ распределения видов травяно- кустарникового яруса в зависимости от антропогенных факторов . . . . .	330
92. Ксероморфизм городских растений . . . . .	332
93. Определение жизненного состояния древостоя . . . . .	335
94. Фитопатологический анализ характера повреждений листовой поверхности деревьев и кустарников . . . . .	338
<b>5.3. Комплексные методы исследования . . . . .</b>	<b>342</b>
95. Изучение биологии вида . . . . .	342
96. Антропоэкологическое состояние зеленых насаждений . . . . .	344
<b>5.4. Основные типы растительности . . . . .</b>	<b>347</b>
97. Луг, как растительное сообщество . . . . .	347
98. Лес, как растительное сообщество . . . . .	352
99. Составление переходных матриц . . . . .	356
<b>5.5. Химические методы анализа . . . . .</b>	<b>359</b>
100. Определение наличия соединений свинца в растительности, произрастающей у автомобильных дорог . . . . .	359
101. Обнаружение тяжелых металлов в тканях растений . . . . .	361
102. Обнаружение нитратов в растениях . . . . .	363
Применение работ главы V . . . . .	367
<b>VI. Техника безопасности при проведении школьных экологических исследований . . . . .</b>	<b>371</b>
<b>VII. Статистическая обработка результатов исследований . . . . .</b>	<b>374</b>
<b>Словарь по экологическому мониторингу . . . . .</b>	<b>380</b>
<b>Список использованной литературы . . . . .</b>	<b>387</b>

Учебное издание

МЕТОДЫ  
ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Практикум

Иванов Евгений Сергеевич  
Авдеева Наталья Владимировна  
Кременецкая Татьяна Владимировна  
Золотов Геннадий Валентинович

Редактор *В.Л. Рубайлова*  
Технический редактор *А.Д. Польшкова*

Подписано в печать 15.08.11. Поз. № 026. Формат 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>  
Гарнитура Times New Roman. Бумага офсетная. Печать трафаретная.  
Усл. печ. л. 23,24. Уч.-изд. л. 23,9. Тираж 120 экз. Заказ №

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина»  
390000, г. Рязань, ул. Свободы, 46

Отпечатано в редакционно-издательском центре РГУ  
390023, г. Рязань, ул. Урицкого, 22