

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

С. Г. БАРАНОВ

С.Ю. МОРЕВ

Т. С. БИБИК

**ПРАКТИКУМ ПО ЭКОЛОГИИ
ДЛЯ БАКАЛАВРОВ НАПРАВЛЕНИЯ 050100**



Владимир 2013

УДК 577.4(07)

ББК 28.081

П69

Рецензенты:

Кандидат химических наук
заведующий лабораторией проблем внедрения
адаптивно-ландшафтных систем земледелия
Владимирского научно-исследовательского института
сельского хозяйства

И. Ю. Винокуров

Доктор биологических наук, профессор
исполняющий обязанности зав. кафедрой биологии, биотехнологии
и экологии Московского государственного областного
гуманитарного института

А. А. Колонцов

Печатается по решению редакционно-издательского совета ВлГУ

Практикум по экологии для бакалавров направления
П69 050100 / С. Г. Баранов, С. Ю. Морев, Т. С. Бибик ; Владим. гос.
ун-т имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича
Столетовых. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2013. – 188 с.
ISBN 978-5-9984-0329-3

Содержит теоретический материал, лабораторные и практические работы,
методические рекомендации, вопросы для усвоения материала, задания, прило-
жение, а также краткий словарь использованных терминов.

Рекомендован для формирования профессиональных компетенций в соот-
ветствии с ФГОС 3-го поколения.

Ил. 16. Табл. 24. Библиогр.: 64 назв.

УДК 577.4(07)

ББК 28.081

ISBN 978-5-9984-0329-3

© ВлГУ, 2013

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	5
I. БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКОЛОГИЯ.....	6
1. Токсины литосферы	6
<i>Работа 1.</i> Токсичность почвы как следствие антропогенной нагрузки.....	7
<i>Работа 2.</i> Определение засоленности почв городских улиц по сухому остатку почвенной вытяжки.....	9
2. Метгемоглобинообразователи	11
<i>Работа 3.</i> Качественное определение нитратов.....	13
<i>Работа 4.</i> Количественное определение нитратов	14
3. Фитотоксины.....	18
<i>Работа 5.</i> Многообразие токсинов растений	23
<i>Работа 6.</i> Оценка фитонцидной активности растений и токсичности оседающей на них пыли в опытах с простейшими и насекомыми.....	24
<i>Работа 7.</i> Определение антимикробных свойств высших растений и биологической загрязненности разных вод методом «подводной пробы»	27
4. Токсины атмосферы	29
<i>Работа 8.</i> Биомониторинг с помощью растений-биоиндикаторов	30
<i>Работа 9.</i> Биоиндикация загрязнения атмосферы по биоразнообразию лишайников.....	32
<i>Работа 10.</i> Фитопатогенные микроорганизмы	38
5. Химическое загрязнение гидросферы	39
<i>Работа 11.</i> Изучение биоразнообразия и биологического сходства	40
<i>Работа 12.</i> Изучение степени сапробности водоема.....	43
<i>Работа 13.</i> Определение степени эвтрофикации водоема	47
<i>Работа 14.</i> Определение общего содержания органических веществ в воде	50
<i>Работа 15.</i> Определение жёсткости воды	52
<i>Работа 16.</i> Определение свинца и его соединений в атмосферных осадках (снеге) вблизи автодорог.....	57
<i>Работа 17.</i> Определение объема токсичной нагрузки, вносимой промышленными предприятиями (по С.М.Чесноковой).....	60

<i>Работа 18.</i> Биоиндикация качества воды по биотическому индексу	62
6. Оценка качества среды по стабильности развития	68
<i>Работа 19.</i> Определение стабильности развития древесных и травянистых растений.....	68
<i>Работа 20.</i> Определение состояния окружающей среды по комплексу признаков у хвойных.....	82
<i>Работа 21.</i> Определение фосфатов в почве в виде фосфорномолибденованадиевого комплекса.....	85
7. Фенологические наблюдения как метод экологических исследований	89
<i>Работа 22.</i> Сравнительный статистический анализ фенодат.....	91
8. Мутагенез	94
<i>Работа 23.</i> Влияние токсичных химических веществ на размножение популяции инфузорий	94
9. Методы изучения наземных биоценозов	98
<i>Работа 24.</i> Сравнение видового состава птиц различных биоценозов по индексу биоразнообразия.....	102
II. ПРИКЛАДНАЯ ЭКОЛОГИЯ. ЭКОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА	104
1. Игра «Экологический континуум»	104
2. Игра "С наименьшим сопротивлением – с наибольшей эффективностью"	107
3. Экологическая паспортизация на примере городского парка.....	110
4. Оценка экологического состояния зеленых насаждений.....	118
5. Методы экологического мониторинга производственных (учебных) помещений	129
6. Методы диагностики экологической культуры человека.....	139
7. Новые формы и методы внешкольного экологического образования.....	157
8. Экологические кроссворды	163
Терминологический словарь	167
Приложение	179
Библиографический список.....	183

ПРЕДИСЛОВИЕ

Предлагаемое издание предназначено для студентов, школьных учителей и руководителей экологических и природоохранных исследовательских групп. Прежде всего книга рассчитана на преподавателей биологии, географии и химии. Приведены методики, доступные для воспроизведения. При углублённом изучении экологии предлагаемые методы могут служить основой для проведения экологических исследований и применяться на уроках, в кружках, при индивидуальных исследованиях.

Часто начинающие исследователи испытывают затруднения в постановке исследовательских задач, подборе цели и методов исследований. Исходя из опыта, накопленного отечественными экологами, авторы напоминают о наиболее распространённых следующих методах: эксперимент (соответствующие виды анализа, обязательное присутствие опыта и контроля, которые максимально приближены друг к другу по экологическим условиям), описание (детализированный общебиологический метод, выполняющийся по определённой системе) и моделирование (может быть в разнообразных формах). Наличие этих методов, хотя бы одного из них отличает исследовательскую работу от практической, связанной с практическими природоохранными задачами. Книга – результат многолетнего опыта проведения олимпиад по биологии и экологии и работе в летних экологических лагерях. Авторы благодарны учителям школ Владимирской области, чьи работы были использованы в процессе подготовки книги.

При формировании издания использовалась классификация современной экологии как макронауки, принятая Современным гуманитарным университетом (Н.А. Акимова, В.В. Хаскин, 2006).

Просьба присылать отзывы и замечания по адресу: 600024, г. Владимир, проспект Строителей, 11, ВлГУ, Педагогический институт, Естественно-географический факультет.

I. БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКОЛОГИЯ

1. ТОКСИНЫ ЛИТОСФЕРЫ

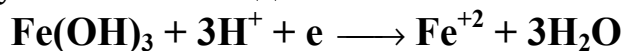
Почвенная оболочка определяет многие процессы, происходящие в биосфере, она аккумулирует органические и неорганические вещества и выполняет три важные функции: поглощает токсины, разрушает их и нейтрализует.

При загрязнении почвы физическими, химическими и биологическими загрязнителями ее функции нарушаются. Способность к самоочищению ослабляется. Это может привести к тому, что в почве возбудители дизентерии сохраняются в течение нескольких месяцев, тифа, паратифа – в течение 1,5 лет. В незагрязненной почве возбудители сохраняются в течение лишь 2 – 3 суток.

В России пятая часть территории загрязнена пестицидами. Хлорсодержащие пестициды сохраняются в почве наибольшее время, быстрее распадаются сложные эфиры фосфорной кислоты. Пестициды, реагируя реакционными группами с гуминовыми кислотами, теряют свои токсичные свойства.

Известно более 200 хлорорганических соединений. Из них около 20 считаются особенно токсичными, например ДДТ. Другая группа токсинов – диоксины – содержит в молекуле не спаренную электронную пару, это объясняет их активность в химических реакциях. Период полураспада диоксинов в почве в два раза превышает период полураспада хлорорганических пестицидов, известно, что диоксины активно передаются по трофическим цепям. Источниками диоксинов являются сгорание топлива (50 – 100г/год), производство стали и железа (50 – 150 г/год), отходы целлюлозно-бумажной промышленности. Новые виды этих соединений, называемых суперэкоотоксикантами, продолжают выявляться в среде, и контроль за ними представляет серьезную экологическую проблему.

Кислотные дожди являются непрямым антропогенным фактором, нарушающим свойства почвы. Кислая среда в аэробных условиях способствует увеличению подвижности тяжёлых металлов:



Ионы тяжелых металлов вымываются в более глубокие слои или грунтовые воды. В результате микроэлементы становятся недоступны для растений. Такой процесс особенно характерен для хвойных лесов Европы, так как в опавшей хвое содержится много органических кислот.

Из-за обилия протонов водорода коллоидные частицы заряжаются положительно и связывают отрицательно заряженные анионы, например фосфаты, и они становятся также недоступными для растений.

Изменение структуры почвы происходит при уплотнении, например в городах. Недостаток кислорода приводит к избытку восстановительных реакций, например, нитраты восстанавливаются до свободного азота, который улетучивается в атмосферу и становится недоступным для корневой системы растений.

Токсичность почвы проявляется в разной степени всхожести семян и продуктивности зеленой массы растений. Токсическое действие выбросов автомобильного транспорта проявляется в накоплении в почве тяжелых металлов и их соединений, а также оксидов азота, углерода, серы. Эти токсины тормозят протекание ферментативных процессов в организме растения, что сказывается на всхожести семян и синтезе зеленой массы растений.

Работа 1. ТОКСИЧНОСТЬ ПОЧВЫ КАК СЛЕДСТВИЕ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ

Цели и задачи. Изучить влияние загрязненности почвы около дорог на всхожесть и урожайность зеленой массы растений.

Оборудование и материалы

1. Пластиковые стаканчики 15 – 20 шт.
2. Совок или лопата.
3. Семена кресс-салата, фасоли пятнистой (коэффициент всхожести не менее 95 %).
4. Чашки Петри, марля и водопроводная вода для замачивания семян.

Ход работы

1. Набрать земли (гумусовый слой) у проезжей части дороги (на расстоянии 2 и 250 – 300 м от проезжей части). Для чистоты эксперимента важно, чтобы характер почвы и растительный покров были одинаковыми.
2. Замочить по 5 семян каждого вида растения (обложить влажной марлей) и посеять через неделю на глубину 1 – 2 см в приготовленную для опыта почву в пластиковых стаканчиках. Прodelать аналогичные действия с контрольным образцом почвы.
3. Через 2 – 3 дня определить коэффициент всхожести K как отношение числа всходов к общему числу семян. Чем больше коэффициент всхожести, тем жизнеспособность растения выше.
4. Через 2 недели проростки каждого вида растения измерить. Результаты занести в таблицу.

Влияние загрязнённости почв на всхожесть и длину проростков зерновых растений

№ п/п	Вид растения	Опыт		Контроль	
		K	Длина стебля, см	K	длина стебля, см
1					
2					
...					

Вывод

Пользуясь таблицей, обобщите результаты и ответьте на вопросы:

- а) У каких растений выше коэффициент всхожести?
- б) У каких растений больше зеленая масса? Почему?
- в) Одинакова ли окраска у контрольных и испытуемых растений?

Если в токсичной почве происходит торможение появления проростков, то для этого образца почвы исходный уровень отсчёта берут на неделю – две позже, чем у контрольного образца. Для оценочных исследований воздействия промышленных предприятий и дорог на свойства почвы, следует добиться одинаковых физико-химических свойств почвы, например, высушить образцы в сушильном шкафу до определенного уровня влажности, следует также просеять почву и

удалить растительные или животные останки. Семена кресс-салата и фасоли пятнистой также можно использовать для тестирования атмосферных осадков, сточных вод с промышленных предприятий.

Задание на дом

Подготовить сообщения "Состав выхлопных газов и их влияние на развитие древесных растений", "Растения-биоиндикаторы почв".

Работа 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАСОЛЕННОСТИ ПОЧВ ГОРОДСКИХ УЛИЦ ПО СУХОМУ ОСТАТКУ ПОЧВЕННОЙ ВЫТЯЖКИ

Для борьбы с гололедом на городских улицах очень часто применяют поваренную соль (**NaCl**). Под действием соли лед тает, делается пористым и скользким. Однако образующийся рассол разъедает обувь пешеходов, высаливаясь на коже белой полосой, разъедает металлические части автомашин, портит шины. В самой же почве увеличивается концентрация почвенного раствора (особенно у почв с хорошим поглощающим комплексом: черноземов, глинистых почв), что приводит к дефициту доступной для растений влаги, нарушает их водный режим. Особенно ярко это проявляется у лип, растущих вдоль дорог. Хлорозы и некрозы листовой пластинки у лип под действием солей наблюдаются чаще всего во второй половине лета и начинаются с края листа, постепенно распространяясь на всю листовую пластинку. Живая ткань постепенно отмирает, и листья преждевременно опадают. Однако это явление неспецифично и может наблюдаться и под влиянием других факторов (газового загрязнения воздуха, ухудшения водного режима почв и растений).

Цели и задачи. Определить содержание водорастворимых солей в почве.

Оборудование и материалы. Весы теххимические, колбы на 500 мл; воронки; стеклянные палочки; ступки; сито с ячейкой 1 мм; выпарительные чашки; водяная баня; фильтры; сушильный шкаф; дистиллированная вода, не содержащая CO₂; для освобождения от CO₂ берут 2 – 3 л дистиллированной воды. Кипятят 30 мин, охлаждают.

Ход работы

А. Приготовление почвенной вытяжки

Определяют сначала гигроскопическую влагу почвы и берут воздушно-сухую навеску с учетом этого показателя. Например, в поч-

ве содержится 4,56 % гигроскопической влаги. Соответственно навеска берется 104,56 или 52,28 г воздушно-сухой почвы (из расчета 100 и 50 г) абсолютно сухого образца.

Навеску почвы помещают в сухую колбу вместимостью 500 – 750 мл и приливают 5-кратное количество дистиллированной воды, не содержащей углекислоты (250 – 500 г). Колбу с навеской закрывают резиновой пробкой и взбалтывают 5 мин, после чего вытяжку фильтруют через складчатый фильтр. Фильтр помещают в воронку диаметром 15 – 20 см так, чтобы он лежал на 0,5 – 1 см ниже края воронки. Нельзя допускать, чтобы фильтр был выше воронки, так как в этом случае по краю фильтра образуются «выцветы» солей и концентрация их в фильтрате снижается.

Перед тем как вылить вытяжку в фильтр, содержимое колбы встряхивают, чтобы взмутить навеску, и на фильтр стараются перенести по возможности всю почву. Это необходимо для того, чтобы частички почвы закольматировали поры фильтра, что способствует увеличению прозрачности фильтрата. При выливании суспензии струю направляют на боковую стенку фильтра, чтобы он не порвался. Вытяжку профильтровывают до тех пор, пока фильтрат не станет прозрачным. Анализ водной вытяжки начинают после того, как она полностью отфильтруется. Ее количество измеряют мерным цилиндром. Водные вытяжки анализируют сразу же после их получения, так как под влиянием микробиологической деятельности может изменяться их состав (щелочность, окисляемость). Хранят вытяжку в колбе, закрытой пробкой.

Б. Определение сухого остатка вытяжки

Сухой остаток водной вытяжки дает представление об общем содержании в почве растворимых в воде органических и минеральных соединений. По величине сухого остатка определяют степень засоленности почв.

50 – 100 мл водной вытяжки помещают в фарфоровую выпаривательную чашку диаметром 7 – 10 см (предварительно высушенную и взвешенную). Выпаривают, постепенно добавляя новые порции вытяжки. По окончании выпаривания чашку с сухим остатком вытирают снаружи фильтровальной бумагой и высушивают в сушильном шкафу при 105 °С в течение 3 ч, охлаждают, взвешивают. Можно высушивание провести на слабо нагретой электроплитке, избегая только прока-

ливания остатка. Содержание растворимых веществ характеризуется величиной сухого остатка, выраженной в процентах:

$$\text{Сухой остаток, \%} = A \cdot 100 / P,$$

где A – масса остатка, г;

P – навеска почвы, соответствующая взятому объему вытяжки, г.

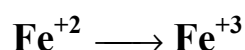
Для того чтобы удалить из сухого остатка растворимые органические вещества, пробы в чашках прокаливают в муфеле при $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ до белого цвета: 10 – 15 мин с момента достижения указанной температуры. Если озоление не произошло, то чашку охлаждают. Добавляют несколько капель дистиллированной воды и снова прокаливают.

Содержание водорастворимых солей в большинстве почв колеблется от сотых до десятых долей процента. Засоленными считаются почвы с содержанием солей более 0,2 %. Если в почвах содержание солей превышает 1 %, их относят к солончакам.

2. МЕТГЕМОГЛОБИНООБРАЗОВАТЕЛИ

Работа 3. КАЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ НИТРАТОВ

Метгемоглобинообразователи – это токсины, способные окислять ион железа в молекуле гемоглобина, повышая положительную валентность с +2 до +3:



В результате образуется метгемоглобин (MtHb), содержащий в своей молекуле ион железа со степенью окисления, нехарактерной для гемоглобина, и, следовательно, неспособный к присоединению кислорода. Обычно MtHb-образователи обладают, как правило, высокими окислительными свойствами. Различают пять групп токсинов-MtHb-образователей.

Первая группа – это минеральные вещества, содержащие остатки азотистой кислоты, гидридные соединения, например гидразин (N_2H_4).

Вторая группа объединяет органические соединения азота: анилин, фенилгидразин, гидросиламин.

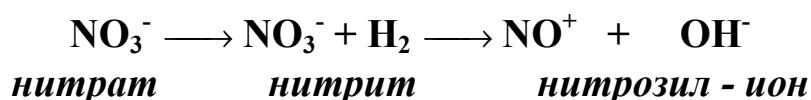
К третьей группе принадлежат неорганические окислители, например хлорсодержащие и марганецсодержащие кислоты. Напри-

мер, хлорноватая кислота (HClO_3) и её соли – хлораты, марганцевая кислота (HMnO_4) и её соли – перманганаты.

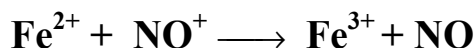
К четвертой группе относят органические красители, например метиловый синий, крезоловый голубой, те, которые меняют таутомерное строение в процессе окислительно-восстановительных реакций.

К пятой относят лекарственные препараты, естественного и искусственного происхождения. Это широко распространенные препараты, содержащие в химической формуле как азотсодержащие группы, так и другие радикалы с сильными окислительными свойствами. 60 % всех отравлений в быту происходят с передозировкой таких средств, как нитроглицерин, сульфаниламид, аспирин, барбитуратные снотворные.

Проникая в живой организм, например в кислую среду желудка млекопитающих и человека, нитраты восстанавливаются до нитритов, а нитриты образуют нитрозил-ионы NO^+ , обладающие мутагенными свойствами:



Нитрозил-ион акцептирует один электрон у иона железа в гемоглобине и также как все MtHb-образователи образует неспособное к переносу соединение гемоглобина со степенью окисления железа +3:



Нитраты являются загрязнителями подземных вод, так как легко проходят поверхностные слои почвы. Мутагенные свойства проявляются в присоединении нитрозил-иона к азотистым основаниям нуклеотидов, что ведет к изменению генетических свойств нуклеиновых кислот.

Каждый организм на генетическом уровне приспособлен реагировать на факторы окружающей среды, например, гетеротрофные грызуны менее чувствительны к растительным токсинам-алкалоидам, чем человек. У жвачных, потребляющих большое количество растительных кормов, основная ферментативная переработка происходит в рубце. ЛД₅₀ нитратов для крупного рогатого скота (сем. Полорогие) намного ниже по сравнению с всеядными кабанами или птицами с высоким уровнем метаболизма (табл.1). При этом играет роль также генетический фактор доместификации, снижающий защитные свойства организма.

Соли азотной кислоты – нитраты – способны аккумулироваться во многих частях культурных растений: являясь метгемоглибинообразователем, этот токсин в концентрациях, превышающих ПДК, может быть опасным для человека и животных.

Таблица 1

**ЛД₅₀ для различных семейств животных
(нитраты и нитриты), мг/кг**

Семейства	Нитраты	Нитриты
Куриные	2000 – 3000	100 – 150
Свиньи	800 – 1000	30 – 70
Полорогие	300 – 500	100 – 150

Нитраты, восстанавливаясь, трансформируются в соли азотистой кислоты - нитриты, которые при взаимодействии с дифениламином дают окрашенные продукты.

Работа 3. КАЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ НИТРАТОВ

Цели и задачи. Освоить качественную реакцию определения нитратов дифениламином, сравнить содержание нитратов в различных частях овощей.

Оборудование и материалы

Свежие и лежалые овощи: свекла, морковь, картофель, огурцы, выращенные в парнике и открытом грунте, цветочная почка (кочан) капусты. Также можно использовать овощи, выращенные с применением удобрений. Инструменты: скальпель (ножницы), пипетка или шприц. Химические реактивы: дифениламин (кристалл), серная кислота (конц.).

Ход работы

1. Приготовить срезы овощей у основания, сердцевины и периферийной части. У капусты срезы делают у внешних и внутренних глубоко лежащих листьев. В каждом случае выбирают контрольный и опытный образцы.
2. На свежий срез нанести 3 – 5 кристаллов дифениламина, через 2 мин капнуть на них 1 – 2 капли серной кислоты. Стойкое яркое посинение говорит о высоком содержании нитратов.
3. В столбцах «опыт» и «контроль» тщательно отмечается часть плода, который изучается на содержание нитратов, проставляют плюсы или минусы. Если окраска слабая и исчезает, то напротив соответ-

ствующего образца выставляют минус, если окраска слабо розовая, выставляют два плюса, если образуется сине-фиолетовое окрашивание – три плюса. Если окрашивание отсутствует, выставляют один минус. При неопределенных, сомнительных результатах проставляют минус /плюс.

4. Объяснить результаты, используя заполненную таблицу.

Качественная реакция на нитраты

№ п/п	Результаты	
	Опыт	Контроль
1		
2		
3		
...		

Обосновать химизм реакции между нитратом и дифениламином. Ответ обосновать, используя понятия "биотрансформация" и "метаболизм".

Приготовить сообщения на темы: "Многообразие метгемоглобинообразователей в быту", "Правила внесения минеральных удобрений," "Кулинарная обработка для предотвращения поступления нитратов в пищу".

Работа 4. КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ НИТРАТОВ

Существуют различные типы нитратометров. Прибор НМ 002 предназначен для экспресс-анализа концентрации азота нитратов в водных растворах проб почв, воды, растительной сельскохозяйственной продукции методом прямой потенциометрии с помощью электродной системы, включающей два электрода: мембранный (ионоселективный, нитратный) и вспомогательный. В основу действия работы нитратометра заложен принцип прямого потенциометрического измерения активности однозарядных анионов NO_3^- контролируемой пробы с помощью электродной ионоселективной системы, которая позволяет преобразовывать э.д.с. (электродвижущую силу) электродной системы в значение концентрации нитратов в образце.

В культурных растениях нитраты (соли азотной кислоты) накапливаются при повышенном внесении азотных удобрений. При упо-

треблении их в пищу в желудочно-кишечном тракте нитраты восстанавливаются до нитритов и может развиваться патологическое состояние метгемоглобинемии. Метгемоглобинонемия – нарушение способности гемоглобина связывать растворенный в крови кислород и доставлять его клеткам тканей.

В водопроводной воде предельно допустимая концентрация нитратов составляет 45 мг/л, в природных водоемах – 10 мг/л. Допустимая ПДК для пищевых продуктов – 45 мг/л, в питьевой воде 10 мг/л.

Цели и задачи. Изучить устройство прибора, подготовить к работе, научиться принципу градуировки прибора по стандартным растворам. Сравнить содержание нитратов в воде, молоке, фруктовых соках.

Оборудование, материалы и реактивы

1. Нитратомер НМ-002.
2. Водопроводная, дистиллированная вода, молоко, соки, другие жидкие продукты.
3. Приэлектродный раствор, приготовленный из смеси навесок солей 10,11 г KNO_3 и 0,37 г KCl , растворенных в 1 л дистиллированной воды.
4. Насыщенный раствор KCl , дистиллированная вода, химическая посуда.

Ход работы

1. Рассмотрите внешний вид прибора НМ 002 (рис. 1). Преобразователь 1 состоит из корпуса и крышки, в которых закреплены печатные платы. Электроды 2 и 3 с помощью штекеров вставляются в соответствующие гнезда на конце соответствующего кабеля 4. К кнопкам включения 8 относятся: кнопка включения «ВКЛ», две кнопки выбора рода работы: «U» и «C/mV».

Кнопка «0» в нажатом состоянии позволяет компенсировать постоянную составляющую э.д.с. электродной системы и измерить приращение э.д.с. электродной системы. Кнопка «C/mV» позволяет осуществить выбор режима работы: измеряет концентрацию в отжатом состоянии и э.д.с. электродной системы в нажатом.

3. Рассмотрите ручку настройки на ноль 9. Она служит для оперативной настройки прибора и имеет две зоны регулирования – грубую и плавную.

4. Снимите резиновую заглушку со вспомогательного электрода и залейте 3 – 5 мл насыщенного хлорида калия, оставьте электрод не менее чем на 24 ч.

5. Корпус мембранного электрода следует промыть дистиллированной водой, потом 2 раза приэлектродным раствором и залить 1,5 мл приэлектродного раствора.
6. Оставляют мембранный электрод погруженным в стакане с 50 мл приэлектродного раствора не менее чем на 24 ч. Проводят измерение нитратов в приготовленных пробах в количестве менее 100 мл. Если проба мала, ее разбавляют дистиллированной водой, снимают показание в милливольтгах, находят по кривой соответствующее значение концентрации нитратов в миллиграммах на литр. Данные заносят в таблицу.
7. В качестве калибровочного раствора используют приэлектродный раствор (с концентрацией KNO_3 1 моль/л). Для приготовления концентрации 0,001 моль/л (100 мг/л) берут 1 мл исходного раствора и добавляют 99 мл дистиллированной воды. К 5 мл полученного раствора добавляют 45 мл дистиллированной воды, получают 50 мл раствора с концентрацией 0,0001 моль/л (10 мг/л). К 5 мл полученного раствора добавляют 45 мл дистиллированной воды, получают 50 мл раствора с концентрацией 0,00001 моль/л (1 мг/л).
8. Электроды освобождают от растворов и промывают дистиллированной водой. В корпус измерительного мембранного электрода наливают 1,5 мл приэлектродного раствора, снимают заглушку со вспомогательного электрода, помещают оба электрода в стакан с концентрацией раствора 1 мг/мл и подсоединяют к соответствующим клеммам.
9. Через 1 мин, когда установится тепловое равновесие, включают прибор кнопкой ВКЛ. Затем нажимают на кнопку СмВ. Делают три измерения с интервалом 2 – 3 мин, находят среднеарифметическое. Ополаскивают стакан и электроды дистиллированной водой. Аналогично проводят измерение раствора с концентрацией 10 и 100 мг/л.
10. На миллиметровой бумаге строят график. Ось OX – концентрация NO_3^- , на оси OX откладывают 100, 10 и 1 мг/л. Ось OY обозначают как э.д.с. электродной системы (мВ). По трем точкам строят градуировочную кривую и подписывают: «Градуировочная кривая для определения концентрации нитрат-иона».
11. Все электроды и посуду промывают дистиллированной водой. Электроды оставляют замоченными в стакане с дистиллированной водой.

12. Определяют содержание нитратов и заполняют следующую таблицу.

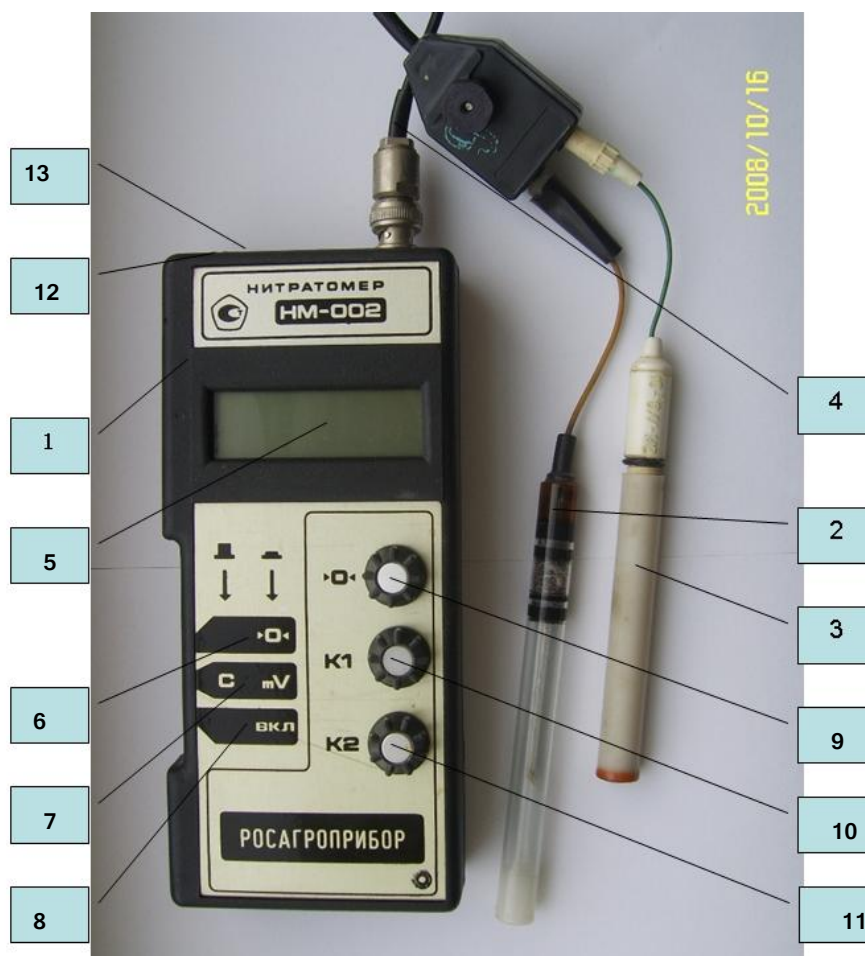


Рис. 1. Внешний вид прибора НМ 002:

1 – преобразователь; 2 – вспомогательный электрод; 3 – измерительный электрод; 4 – соединительный кабель; 5 – индикатор; 6 – кнопка измерения приращения э.д.с.; 7 – кнопка измерения концентрации и э.д.с. электродной системы; 8 – кнопка включения прибора; 9 – ручка настройки на ноль; 10, 11 – ручки грубой и точной настройки; 12 – гнездо для подключения питания 220 В; 13 – гнездо для заземления

Содержание нитратов в тестируемых образцах

№ п/п	Подробное описание пробы (название, изготовитель и др.)	э.д.с., мВ	С%, мг/л	ПДК пробы, примечания
1				
2				
...				

Вывод. Содержит результаты того, в каком образце содержание нитратов наибольшее, меньшее и почему (ваше мнение). Сравнить результаты со справочными значениями допустимых концентраций (ПДК) для природных вод, пищевых продуктов.

Задание на дом. Приготовить сообщение на тему: «Нитраты как мет-гемоглобинообразователи».

Вопросы для контроля

1. Что такое электродвижущая сила (э.д.с.)?
2. На чем основано потенциометрическое определение нитрат-иона?
3. Какова ПДК нитратов в питьевой воде, в овощах?
4. Для чего проводится градуировка прибора?

3. ФИТОТОКСИНЫ

Царство Растения включает около 1 тыс. видов высших растений, содержащих токсичные вещества, большая часть их произрастает в аридных областях. Условно ядовитые растения – это те, которые проявляют токсичные свойства при определенных условиях: освещенности, типе почв, температуре. Например, алкалоид соланин образуется в клубнях картофеля в результате действия света или длительного хранения. Астрагал шерстисто-цветковый (сем. Бобовые) становится ядовитым лишь произрастая на почвах с повышенным содержанием селена. Представители рода Клевер в условиях теплой зимы накапливают циангликозид, необходимый для защиты от моллюсков, поедающих клевер ранней весной. Повышенная токсичность растений аридных зон объясняется двумя причинами. При высокой освещенности рост замедлен, затруднена регенерация поврежденных растений, поэтому растения с помощью токсинов защищаются от бактерий, грибов и вирусов. Кроме того, в аридных областях растения – источник воды для консументов. Поэтому вторая причина – это эволюционно выработанный механизм защиты от животных. Существуют две основные группы токсинов растений: алкалоиды и гликозиды.

Алкалоиды – это продукты метаболизма растений. В очищенном виде – это кристаллы с щелочными свойствами, плохо растворимы в воде, лучше – в органических растворителях. В растениях содержатся в виде солей: молочной, лимонной, янтарной, яблочной, ща-

велевой, реже – в виде минеральных кислот, например серной. В природе насчитывается около 700 алкалоидов. В растении одного вида встречаются три алкалоида и более (сем. Пасленовые), больше всего – в сем. Маковые. У представителей семейства Розоцветные алкалоидов не найдено.

Для каждого семейства характерен свой алкалоид, например, для сем. Эфедровые характерен алкалоид эфедрин. Алкалоиды накапливаются в количестве до 10 % (в сухих растениях) в различных частях: корне, стебле, листьях в зависимости от вида растений. Накопление алкалоидов в условно токсичных растениях зависит от климата, характера почвы, времени года.

Атропин содержится в представителях сем. Пасленовые: дурмане обыкновенном (*Datura stramonium* L.), белене чёрной (*Hyoscyamus niger* L.), белладонне обыкновенной (красавке) – (*Atropa beladonna*).

Гиосциамин – алкалоид, как и атропин, содержащийся в белене.

Кониин содержится в растениях сем. Зонтичные, например в болиголове пятнистом (омег пятнистый) – *Conium maculatum* L. Стебель болиголова легко можно спутать со стеблем дягиля лекарственного (дудник, *Archangelica officinalis* (Moench Hoffm.)). При отравлении конином промывают желудок 0,1%-ным раствором KMnO_4 , принимают слабительное.

Аконит встречается в представителях сем. Лютиковые, например, в растении борец северный (*Aconitum septentrionale*). Известно около 300 видов этого семейства, в России – около 75 видов. Лечение отравления аконитом заключается в принятии антисептического средства (0,1%-ный раствор KMnO_4) и назначении сульфата атропина (антидот). В данном случае алкалоид атропин действует как антагонист акониту.

Люпинин встречается в растениях сем. Люпинов, например в роде Люпин, а также в сем. Лютиковые. Характерный представитель – живокость посевная (*Delphinium consolida* L., *Consolida arvensis* Oriz.), (синонимы: шпорник, василёк рогатый). Алкалоид содержится в основном в семенах; у животных вызывает гепатотоксичное и фотосенсибилизирующее действие. При этом печень теряет важный микроэлемент – цинк, он замещается на медь и селен. Алкалоиды да-

ют цветное окрашивание с различными реактивами, которые используются для качественного анализа и в токсикологической экспертизе.

Гликозиды. Это распространенная группа фитотоксинов. Вещества, относящиеся к ним, представляют собой сложные эфироподобные органические вещества. В чистом виде это твердые бесцветные и горькие на вкус кристаллы, способные образовывать водные растворы с нейтральной реакцией. Состоят из 2 компонентов: гликона и агликона. Гликон – это сахарная часть молекулы гликозида, она состоит из двух или нескольких остатков глюкозы, фруктозы, галактозы, мальтозы или других сахаров. Агликон – это органическое вещество, имеющее различные структуры. Агликоном могут быть органические кислоты, спирты, альдегиды, производные фенола и др. В желудочно-кишечном тракте или других органах животного гликозиды гидролизуются с образованием гликона и агликона. Гликон способствует быстрому всасыванию гликозида слизистой кишечника, дыхательных путей, после чего подвергается окислению. Агликон обуславливает токсическое действие, т.е. действует как токсический агент. Токсическое действие основано на связывании сульфгидрильных групп некоторых ферментов.

Гликозиды классифицируют по химическому составу составных компонентов. Так, *циангликозиды* – гликозиды с азотсодержащим агликоном, при расщеплении (пиролизе) которого образуется синильная кислота. Содержатся в растениях различных семейств, например вике, клевере, люцерне, черемухе, лавровишне, а также в косточках плодовых растений, например персика, абрикоса.

Серогликозиды – гликозиды с агликоном, содержащим атом серы. При расщеплении серогликозидов образуется эфирное масло. Содержатся, в основном, в растениях сем. Крестоцветные (рапсе, горчице полевой, редьке дикой, ярутке и др.). Обладают сильным фитонцидным действием. Выделяются из биологического материала подкисленным спиртом.

Сердечные гликозиды – гликозиды с агликоном, не содержащим атомы серы. Сердечные гликозиды действуют преимущественно на сердечно-сосудистую систему. Характерное свойство этих гликозидов – накапливаться в сердечной мышце, оказывая действие на проводящую систему миокарда (растения сем. Норичниковые и Лилейные).

Сапонингликозиды – гликозиды с агликоном, представляющим сапонин. Последний представляет собой группу органических веществ, обладающих гемолитическими и пенообразующими свойствами. Сапонин содержат растения сем. Гвоздичные, Лютиковые, Бобовые, Лилейные, Пасленовые и др.. Сапонингликозиды относятся к гемолитическими ядам, так как растворяют оболочку эритроцитов. Поэтому сапонингликозиды обуславливают появление в крови гемоглобина. Как и серогликозиды, сапонингликозиды обладают сильным фитонцидным действием.

Гликоалкалоиды – гликозиды с агликоном, представляющим алкалоид. Характерное свойство гликоалкалоидов – нейротоксичность. Среди гликоалкалоидов наиболее широко известен соланин. Он характерен для растений сем. Пасленовые, например содержится в паслене черном (*Solanum nigrum* L.), а также в незрелых клубнях картофеля.

Гликозиды являются факторами саморегуляции роста популяции растений. Так, эвкалипты выделяют гликозиды, тормозящие рост молодых дочерних растений, что способствует плавному сукцессионному процессу. При акклиматизации из Австралии в другие районы планеты, например в США, гликозиды могут терять свои свойства, так как для формирования этих токсинов в растениях важны определённые физико-химические свойства окружающей среды.

К прочим токсинам растений относятся эфирные масла, смолистые вещества, кумарин. Эфирные масла летучи как эфир, одновременно обладают свойством масел. В их состав входят углеводороды, органические спирты, альдегиды, кетоны, фенолы, карбоновые кислоты. Это неспецифические природные факторы защиты растений от паразитов и хищников. Обычно они имеют пряный специфический запах, горьковато-жгучий вкус. Эфирными маслами особенно богаты цветки. Являются нейротоксинами. Содержатся в багульнике, борщевике обыкновенном, пижме обыкновенной. Смолистые вещества близки по действию к эфирным маслам, но содержат еще и дополнительные эфиры, придающие вязкость и нерастворимость, в том числе и в щелочах. Содержатся в выделительных тканях растения, на воздухе образуют затвердевшие кристаллы. Характерны для хвойных, из травянистых – для вежа ядовитого (*Cicuta verosa*), сем. Зонтичные. Содержит смолистое вещество цикутин во всех частях растения,

больше всего – в корневище. Нередки случаи отравления детей, поедаящих корневище, приятное на вкус. Цикутин нейротоксичен. Лечение включает интенсивное промывание желудка 0,1%-ным раствором $KMnO_4$, введение активированного угля, слабительных, внутривенно – раствора глюкозы, гидрокарбоната натрия.

Кумарин – вещество, понижающее свертывание крови (нарушает синтез коагулирующих веществ в крови), обладает геморрагическим действием, следовательно, этот токсин относится к гематотоксинам. Содержится в растениях сем. Бобовые (род Донник), Мятликовые (душистый колосок).

Фитонциды (от греч. «фитон» – растение и лат. «цедерес» – убивать) – это токсичные вещества растений, обладающие бактерицидными и бактериостатическими свойствами. Многие фитонциды влияют на функции организмов простейших и грибов. Фитонциды являются одним из факторов иммунитета растений, они играют важную роль во взаимоотношениях растений с другими организмами в биоценозе. Фитонциды открыты в начале 20-го века, когда было замечено действие летучего вещества лука и чеснока на клетки дрожжей. Известно, что бегония (сем. Бегониевые) и герань (сем. Гераниевые) снижают содержание бактерий в жилом помещении на 40 – 45 %, циперус (сем. Осоковые) и хризантема (сем. Сложноцветные) – на 60 %. Бактериостатическое действие – это эффект торможения роста и размножения организмов. Бактерицидное действие представляет собой эффект полной элиминации (поражения) микроорганизмов. Такое воздействие в природе встречается редко. На дифтерийные бактерии бактерицидное действие оказывают фитонциды винограда, ежевики, клюквы, клубники, земляники, смородины. Антифунгицидным и фунгиостатическим действием обладают более 1000 видов высших растений более чем из 137 семейств. Протистоцидное действие – это эффект элиминации организмов, принадлежащих к подцарству Protozoa. Высокую фитонцидную активность в отношении кишечной палочки (*Escherichia coli*), стрептококка и бацилл сибирской язвы проявляют следующие эфирные масла (в порядке убывания активности): коричное, шалфейное, мятное, тминное, анисовое. У различных растений фитонцидная активность обуславливается различными веществами. У черемухи, лавровишни (сем. Розоцветные) фитонцидная активность

обусловлена синильной кислотой, которая образуется в результате гидролиза CN-содержащих гликозидов. У древесных растений (лиственницы, клена, ясеня) фитонцидная активность обусловлена наличием фенольных соединений. В капусте фитонцидная активность обусловлена горчичными (эфирными) маслами. В листьях брусники, дуба, черемухи содержатся хиноны. В лаванде (сем. Губоцветные), луке, яблоне содержатся альдегиды, формирующиеся из сахара и органических веществ. Как правило, фитонциды образуются в первые минуты механического повреждения растения, причём сначала образуются летучие фракции фитонцидов, затем жидкие. Некоторые фитонциды способны усиливать иммунитет млекопитающих, у человека усиливать фагоцитоз (летучие фитонциды брусники и березы). Однако известно, что фитонциды черемухи могут быть токсичны для лейкоцитов человека.

Фитоалексины (от греч. «алексио» – защищать) – это видоспецифические фитонциды, т.е. фитонциды, характерные для определенной группы семейств растений. Существуют вещества, которые усиливают синтез фитоалексинов. Это вещества-индукторы, которые используются в сельском хозяйстве, например, для повышения устойчивости картофеля к парше и другим грибковым заболеваниям. Такие вещества специфичны по отношению к вредителю, но остаются дорогими препаратами для защиты растений. Известно, что выведены сорта тополя, обладающие высокой способностью к выработке алексинов против ржавчинных грибов.

Фитотерапия – это научно обоснованное использование фитонцидов для улучшения здоровья человека (чай, настойки). Летучие фитонциды дуба, мяты оказывают гипотензивный эффект (снижающий кровяное давление). Летучие фитонциды сирени, тополя пирамидального, наоборот, повышают кровяное давление. Фитонциды лаванды, душицы, Melissa вызывают седативный (успокаивающий) эффект. Фитонциды мяты сужают просвет бронхов, а фитонциды березы, чабреца, липы расширяют.

Таким образом, фитонциды оказывают в целом защитное действие, стабилизируя воздействие острых факторов окружающей среды, опасных для растения, что может использоваться человеком в своих целях.

Работа 5. МНОГООБРАЗИЕ ТОКСИНОВ РАСТЕНИЙ

Цели и задачи. Систематизировать знания о фитотоксинах растений средней полосы России.

Материалы

Гербарий растений, содержащих алкалоиды и гликоалкалоиды; литература: определители, справочная литература по лекарственным растениям.

Ход работы

Пользуясь определителями и справочной литературой, заполнить таблицу, записывая названия растений и семейств по-русски и латыни.

Фитотоксины растений средней полосы

№ п\п	Вид	Семейство	Токсин	Действие на организм
1				
2				

Вопросы для контроля

1. В каких растения преобладают алкалоиды, а в каких – гликозиды?
2. Как можно проверить действие фитонцидов растений друг на друга?
3. Какие вы предложите варианты экспериментов, показывающих действие растений друг на друга, совокупное действие нескольких растений на растения другого вида?

Работа 6. ОЦЕНКА ФИТОНЦИДНОЙ АКТИВНОСТИ РАСТЕНИЙ И ТОКСИЧНОСТИ ОСЕДАЮЩЕЙ НА НИХ ПЫЛИ В ОПЫТАХ С ПРОСТЕЙШИМИ И НАСЕКОМЫМИ

Цели и задачи. Научиться пользоваться методами оценки фитонцидной активности растений по их влиянию на простейших и насекомых. Оценить токсичность оседающей на растения пыли.

Оборудование и материалы

Свежие листья растений (тополя бальзамического, черемухи, хвойных), сухие листья эвкалипта, календулы, полыни, чабреца, почки сосны для приготовления вытяжек; сенной настой или вытяжка из плодородной почвы; насекомые; микроскоп; предметные и покровные стекла; часовые стекла или предметные с выемкой; пипетки; стаканчики на 100 мл; чашки Петри; маленькие ступки с пестиками.

Ход работы

А. Проба с простейшими

Для опытов берут культуру простейших, приготовленную заранее.

1. Висячую каплю культуры простейших помещают над часовым стеклом с кашицей или вытяжкой исследуемого материала, чтобы они не соприкасались и, наблюдая в микроскоп при увеличении 300 или 600 (в зависимости от цели), отмечают по секундомеру время прекращения движения простейших.

Фитонцидную активность (А) выражают в единицах, рассчитанных по формуле, где Т – время.

$$A=100/T.$$

Картины гибели простейших под влиянием фитонцидов разных растений различны. Это растворение (лизис), образование вздутий и пузырей, сморщивание, просто прекращение движения и т.д.

2. В каплю культуральной жидкости с простейшими в середине часового стекла добавляют меньшую каплю вытяжки растений с сильной фитонцидной активностью. Наблюдают сначала усиление движения, затем избегание простейшими фитонцидной вытяжки (рассредоточение по краям), далее обнаруживаются уменьшение и вовсе прекращение движения.

Через некоторое время можно видеть и морфологические изменения, указанные в предыдущем разделе данной работы.

Для исключения растекания капли вытяжки ее место можно ограничить, сделав предварительно на предметном стекле петлю из человеческого волоса, в которую и помещают каплю культуральной жидкости.

Приготовление культуры микроорганизмов

1. Измельченное сено заливают водой, кипятят 10 – 15 мин. Охлаждают, настаивают 2 – 3 сут до образования бактериальной пленочки. Добавляют 1 – 2 мл воды из водоема аквариума или комочек свежей почвы. Выдерживают 1 – 2 сут.
2. Листья капусты отваривают 5 – 10 мин, отвар сливают, охлаждают, в него помещают небольшой комочек почвы. Выдерживается в термостате 1 – 2 сут.
3. Комочек почвы взбалтывают с водой в небольшой емкости, закрывают неплотно куском бумаги, выдерживают в термостате 1 – 2 сут.

Следует отметить, что в размножении простейших (как и всех организмов) существуют циклы. Так, они хорошо размножаются вес-

ной и летом, хуже – осенью и плохо – в зимние месяцы (особенно в морозы). Кроме того, даже при хорошем их размножении в вышеуказанные периоды они прекращают движение в холодном лабораторном помещении (температура ниже +18 – +20 °С), особенно при соприкосновении с холодным предметным стеклом, независимо от токсического эффекта.

Приготовление кашиц и настоев

Мелко нарезанные листья растений быстро растирают в ступке и сразу помещают на часовое стекло. В случае длительного стояния растертого материала фитонцидная активность теряется. Если листья недостаточно влажны и плохо растираются, в ступку добавляют небольшое количество воды. При растирании твердых листьев (эвкалипта, тополя, хвойных) в ступку добавляют дробленое просеянное через сито (1 – 2 мм) стекло или крупный промытый речной кварцевый песок. При дроблении стекла лучше использовать полотняный мешочек и молоток.

Для приготовления настоев растения измельчают до частиц размерами 1 – 5 мм, заливают кипятком, кипятят на слабом огне 3 – 5 мин, настаивают 1 – 2 сут в термостате. Не следует сильно измельчать растения (в кофемолке или мельнице). При заливании водой это приводит к слеживанию материала и плохой экстракции активных веществ.

Б. Проба с насекомыми

(обнаружение инсектицидных свойств высших растений)

Используют кашицу из растертых листьев растений или мелко нарезанную хвою (5 – 7 г). В пробирки, на дне которых находится кашица растений, помещают муравьев, комнатных мух, плодовую мушку дрозофилу и по скорости их гибели судят о фитонцидной активности того или иного растения.

Летающих насекомых ловят взмахами сачка (движение в виде восьмерки) в воздухе, по траве, кустам. Муравьев ловят в бутылку, на дно которой помещено немного сахарного отвара. Плодовых мушек разводят в лаборатории на специальных средах, они также прекрасно размножаются на давленых сладких фруктах (особенно винограде).

В. «Подводная проба» на антимикробные вещества в высших растениях

Целые неповрежденные листья разных растений помещают в стеклянные стаканчики (или банки на 100 мл) с равным объемом дистиллированной воды, к которой добавлена 1/10 часть воды из пруда,

водохранилища. Сосуды оставляют в теплом затемненном месте на одну-две недели. В течение этого времени неустойчивые к бактериальному разложению листья разлагаются, а устойчивые – сохраняются. При сильной бактериальной загрязненности естественных вод и проведении опытов в жаркую погоду получение результатов резко ускоряется и иногда наблюдения надо проводить каждые 2 ч или в 2 раза увеличить разбавление воды (1:20). Наиболее устойчивыми к разложению являются листья хвойных, тополя бальзамического.

Работа 7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ АНТИМИКРОБНЫХ СВОЙСТВ ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ РАЗНЫХ ВОД МЕТОДОМ «ПОДВОДНОЙ ПРОБЫ»

Цели и задачи. Научиться определять антимикробные свойства некоторых растений.

Опыт может быть поставлен в трех аспектах.

1. Определение антимикробных свойств листьев разных растений в загрязненных водах, что имитирует очищающую роль листьев, падающих в водоемы, по берегам которых расположены лесные насаждения.

2. Влияние температуры среды на биологическую (микробиологическую) активность вод.

3. Микробиологическая загрязненность разных вод.

Оборудование и материалы

Серия стерильных стаканчиков на 100 мл (или банки); крышки к стаканчикам (можно использовать чашки Петри, часовые стекла или фольгу); термостат; длинный пинцет; термометр; листья растений в период их активной вегетации.

Ход работы

А. Антимикробные свойства листьев разных растений

В одни стаканчики наливают одинаковое количество дистиллированной воды (контроль), в другие – также дистиллированную воду, но разбавленную на 1/3 водой из пруда, водохранилища, реки с тихим течением, т.е. из водоемов, загрязненных органикой. В случае сильного биологического загрязнения разбавление следует увеличить. Повторность опытов трехкратная.

Неповрежденные зеленые листья разных растений (тополя черного, бальзамического, ивы, березы, ясеня, липы), сорванных непо-

средственно перед опытом или с предварительно отобранных и поставленных в воду веток, взвешивают и помещают в относительно равных весовых количествах в стерильные стаканчики с испытуемой водой, прикрывают крышками или фольгой, помещают в темноту при температуре 18 – 20 °С. Постоянно следят за состоянием листьев (в течение недели и более). Разложение тканей листьев (а следовательно, и снижение их биологической активности) видно по разрушению хлорофилла, побурению (можно посмотреть на свет), непрочности листовой ткани.

Составляют ряд устойчивости разных видов растений к разложению в воде, обусловленный их антимикробными свойствами (фитонцидной активностью).

Б. Влияние температуры водной среды на биологическую (микробиологическую) активность вод

Опыт по постановке аналогичен предыдущему, однако опытные и контрольные стаканчики помещают в темноту при разной температуре: 16 – 18 и 26 – 28°С. В случае высокой летней температуры для охлаждения стаканчиков можно применять охлаждающие смеси. В случае повышения температуры в опыте и при взятии проб загрязненной воды в жаркие летние дни получение результатов значительно ускоряется и наблюдать за растениями в стаканчиках следует по часам.

Для охлаждения стаканчиков с водой их ставят в холодную воду. Можно использовать также водяные бани, наполненные тающим льдом. Баня со смесью соль-лед-вода позволяет получать температуру значительно ниже нуля и довольно быстрое охлаждение.

В. Биологическая загрязненность разных вод

Для этого в опытах используют воду из разных источников (прудов, водохранилища, родников), в которую помещают листья одинаковых растений небольшой или средней устойчивости. При использовании листьев наиболее устойчивых листьев (например, тополей) время опыта значительно удлиняется. После экспозиции в темноте выявляют наиболее биологически загрязненный водоем, в воде которого листья разрушаются особенно быстро.

Для постановки опытов предварительно договариваются со студентами о доставке воды из того или иного источника (водохранилища, пруда, реки, родника). Если вода берется за день до опытов, разумнее ее поставить в холодильник.

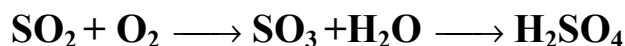
После постановки опытов из группы назначаются на каждый день по два дежурных, которые записывают результаты опытов ежедневно в общий лист, записи контролирует лаборант.

Вопросы для контроля

1. Листья каких растений обладают наибольшей антимикробной активностью?
2. Какие воды (из взятых) являются наиболее биологически загрязненными?
3. Как влияет температура на проявление антимикробной активности растений?

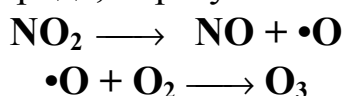
4. ТОКСИНЫ АТМОСФЕРЫ

Химические загрязнители атмосферы разделяют на первичные, поступающие непосредственно в атмосферу, и вторичные, являющиеся результатом химического превращения первичных загрязнителей. Так, поступающий в атмосферу оксид серы (IV) окисляется до оксида серы (VI), последний взаимодействует с парами воды с образованием серной кислоты:



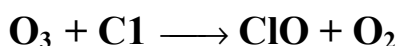
При взаимодействии оксида серы (VI) с аммиаком образуется сульфат аммония. К первичным загрязнителям также относят оксид углерода (II) CO (неполное сгорание твердых отходов, в выхлопных газах, выбросы промышленных предприятий). Угарный газ относится к ядам гемоглобина, способствует повышению температуры в атмосфере и созданию парникового эффекта. Оксид серы (IV) образуется при сжигании серосодержащего топлива, при переработке сернистых руд. Сероводород и сероуглерод являются нейротоксинами, действуют на медиаторы симпатической и парасимпатической нервной системы. Источники их выброса – нефтепромыслы, а также предприятия по изготовлению искусственного волокна и сахара. Оксиды азота способствуют образованию озона (вторичный загрязнитель атмосферы) и образуются при производстве азотных удобрений, анилиновых красителей. Оксид азота (IV) и оксид серы (IV) обладают синергетическим действием, повреждают многие высшие растения.

Соединения фтора образуются на предприятиях по производству керамики, стекла, фосфорных удобрений. При этом в атмосферу попадают фтороводород, фториды кальция и натрия. Соединения хлора поступают от предприятий, производящих пестициды, соляную кислоту и оказывают на растения действие, аналогичное действию серной кислоты. Вторичные загрязнители атмосферы способствуют возникновению фотохимического смога, характерного для крупных городов. Инверсия усиливает токсический эффект в атмосфере над городами. Фотохимический смог образуется при распаде оксида азота (IV) на оксид азота (II) и атомарный кислород, который взаимодействуя с молекулами кислорода, образует молекулы озона:



Среди органических веществ атмосферы вторичными загрязнителями являются органические перекиси, они образуются из летучих углеводородов и содержат пероксидную группу Н-О-О -.

В 1974 г. два американских ученых М. Молино и Ф. Роулэнд (Калифорнийский университет) доказали, что озон разрушается хлорфторуглеродами. Хлорфторуглероды (ХФУ) – это охлаждающие вещества, используемые в холодильниках. Эти вещества также используются в огнетушителях, при производстве пенопласта и чистке одежды. Молекулы ХФУ устойчивы, разрушаются под действием ультрафиолетового излучения на большой высоте (около 25 км). При этом отщепляются активные атомы хлора, которые взаимодействуют с молекулами озона:



Таким образом, токсины атмосферы разнообразны как по происхождению, составу, так и по действию на организм.

Работа 8. БИОМОНИТОРИНГ С ПОМОЩЬЮ РАСТЕНИЙ - БИОИНДИКАТОРОВ.

У растений, чувствительных к атмосферному загрязнению, на листьях возникают омертвевшие участки (некрозы). Желтое окрашивание называют хлорозом. Обычный загрязнитель – оксид серы SO₂ – вызывает межжилковое обесцвечивание у ясеня, березы, липы, ежевики, малины, гречихи, тыквы, фиалки, папоротника-орляка, люцерны, ячменя. У хвойных, например у сосны обыкновенной, происходит

покраснение и обесцвечивание хвои, начиная от верхушки побега. Смесь SO_2 и NO_2 : обладает синергетическим действием. В городах этой смесью часто поражаются фасоль, редька, соя, табак, томаты. При этом нижняя сторона пораженных листьев выглядит серебристой или красноватой. Признаки повреждения тяжелыми металлами сходны с признаками, вызываемыми оксидом серы, например раннее пожелтение листьев (в июне-июле) у придорожных древесных растений – тополя, липы.

Озон – вторичный загрязнитель атмосферы. Он вызывает зернистую пятнистость на нижней стороне листьев табака, винограда, фасоли.

Действие SO_2 и NO_2 возможно подтвердить, измеряя рН дождевой воды. Низкое рН свидетельствует о высоком содержании в атмосфере оксидов азота или серы. Вирусная и бактериальная мозаичность определяется по присутствию на растении клещей и тлей, вирусной и бактериальной инфекций.

Цели и задачи. Определить причину повреждения листовых пластин у растений.

Оборудование и материалы

Гербарный материал с описанием, микроскоп, увеличительное стекло.

Ход работы

Определить источник повреждений растений и заполнить таблицу, приводя название семейств и видов по-русски и латыни. Использовать справочную и другую литературу, при необходимости тщательно рассмотреть характер повреждения под увеличением.

Растения как биоиндикаторы атмосферного загрязнения

№ п/п	Растение, семейство, вид	Характер повреждения	Химическое вещество
1			
2			

Вопросы для контроля

1. Как отличить повреждение, вызванное SO_2 , озоном и тяжёлыми металлами?
2. Как отличить повреждение, вызванное вирусами, бактериями, грибами от повреждений атмосферными токсинами?

Работа 9. БИОИНДИКАЦИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ
ПО БИОРАЗНООБРАЗИЮ ЛИШАЙНИКОВ
(по А.В. Пчёлкину, А.С. Боголюбову, 1997)

Лишайник как симбиотический организм и низшее растение, имеет черты гриба и водоросли. Считается, что лишайники – хороший индикатор чистоты атмосферного воздуха. Как биомасса лишайников, так и видовой состав отражают состояние атмосферного воздуха. Однако не надо забывать, что биоразнообразие лишайников в первую очередь зависит от местообитания, например от разнообразия физико-химических условий и состава растительного сообщества. Поэтому для сравнения используют территории по возможности с одинаковым рельефом, почвой и составом древесных, кустарниковых и травянистых растений. Лихеноиндикация – это определение качества атмосферного воздуха с помощью лишайников. Основным методом лихеноиндикации является наблюдение за изменениями относительной численности лишайников. Для этого проводят измерения проективного покрытия лишайников на определённых площадях и получают среднее значение. Одной из наиболее удачных методик измерения относительной численности лишайников является методика линейных пересечений. Данная методика заключается в наложении гибкой ленты с миллиметровыми делениями на поверхность ствола с фиксированием всех пересечений её со слоевищами лишайников. В качестве такой ленты удобно использовать обычный портняжный метр.

Цели и задачи. Определить уровень загрязнения атмосферы по видовому составу лишайников и проективному покрытию, который они занимают.

Оборудование и материалы

Лупа, определитель лишайников, целлофановые пакеты для сбора лишайников, скотч для этикеток, прозрачная палетка из целлофана с расчерченной сантиметровой сеткой, портняжный метр, компас.

Ход работы

1. Обследовать территорию на наличие лишайников, выбрать на пробной площадке модельные деревья (5–10), имеющие характерное покрытие лишайниками.
2. На первом модельном дереве отмечают точку на северной стороне ствола. Накладывают на ствол мерную ленту таким образом, чтобы ноль шкалы ленты совпадал с выбранной точкой, а возрастание чисел на

шкале соответствовало бы движению по часовой стрелке. После полного оборота вокруг ствола фиксируют ленту в нулевой точке. Измеряют длину окружности ствола l , результат записывают в таблицу.

3. Определяют виды лишайников на модельном дереве, используя определитель лишайников.

4. Выполняют лихенометрическую съемку. Для этого рассматривают ствол модельного дерева по окружности ленты, фиксируют начало и конец каждого пересечения ленты с талломами лишайников. Измерения проводят с точностью до 1 мм. Полученные данные записывают в таблицу.

Виды лишайников:

Вид 1 – *гипогимния вздутая*.

Вид 2 – *эверния мезоморфная*.

Вид 3 – *уснея жесткая*.

Вид 4 – *цетрария сосновая* (данный вид не зарегистрирован на дереве 1, но отмечен на других деревьях площадки № 1).

5. Рассчитывают проективное покрытие (с) для каждого вида лишайников на каждом модельном дереве. Для этого складывают длины всех пересечений для каждого вида лишайников. Например, для уснеи жесткой (вид 3) проективное покрытие на дереве 1 согласно данным таблицы будет равно:

$$c = 0,5 + 1 + 3 + 1 = 5,5 \text{ см.}$$

Образец оформления результатов лихенометрической съёмки

Площадка № 1. Дерево 1, окружность ствола 140 см

Номер пересечений с лентой	Виды лишайников							
	1-й		2-й		3-й		4-й	
	Начало, см	Конец, см	Начало, см	Конец, см	Начало, см	Конец, см	Начало, см	Конец, см
1	0	0,8	35	35,5	74,5	75		
2	3	5	74	75	88	89		
3	6	7	92	94	118	121		
4	12	13	96	97	132	133		
5	21,5	22	100	102				
6	32	32,2	113	114				
7	36	36,6						
8	47	48						
9	50	52						

Номер пересе- чений с лен- той	Виды лишайников							
	1-й		2-й		3-й		4-й	
	Нача- ло, см	Конец, см	Нача- ло, см	Конец, см	Нача- ло, см	Конец, см	Нача- ло, см	Конец, см
10	59,5	60						
11	70,5	71						
12	75,5	74,5						
13	75,5	76,5						
14	80,5	81						
15	84,5	86						
16	90	93						
17	111	113						
18	114	115						
19	123	124						
20	127	129						
21	131	133						

6. Подобным образом рассчитывают суммарное проективное покрытие каждого вида на всех модельных деревьях данной пробной площадки. Например, для первой площадки (допустим, на этой площадке было обследовано 7 деревьев):

проективное покрытие *гипогимнии вздутой* $c_1 = 129,5$ см;

проективное покрытие *эвернии мезоморфной* $c_2 = 14$ см;

проективное покрытие *уснеи жесткой* $c_3 = 16,5$ см;

проективное покрытие *цетрарии сосновой* $c_4 = 4$ см.

7. Рассчитывают сумму окружностей L всех модельных деревьев данной площадки:

$$L = l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + \text{и т.д.}$$

Например, для пробной площадки № 1:

$$L = 140 + 101 + 120 + 83 + 110 + 110 + 106 = 770 \text{ см.}$$

8. Вычисляют относительное проективное покрытие C каждого вида в процентах по формуле:

$$C = (c / L) 100\%,$$

где c – проективное покрытие данного вида на всех модельных деревьях, см; L – сумма длин окружностей всех модельных деревьев, см.

Например, для площадки № 1 получено:

проективное покрытие *гипогимнии вздутой*: $C_1 = (129,5 / 770) 100 = 16,8 \%$;

проективное покрытие *эвернии мезоморфной*: $C_2 = (14 / 770)100 = 1,8 \%$;
 проективное покрытие *уснеи жесткой*: $C_3 = (16,5 / 770)100 = 2,1 \%$;
 проективное покрытие *цетрарии сосновой*: $C_4 = (4 / 770)100 = 0,51 \%$.
 9. Определяют величину проективного покрытия в баллах по табл. 2.

Таблица 2

Величина проективного покрытия, балл

Покрытие, балл	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Покрытие, %	1 – 3	3 – 5	5 – 10	10 – 20	20 – 30	30 – 40	40 – 50	50 – 60	60 – 80	80 – 100

Например, для площадки № 1 проективные покрытия каждого вида в баллах будут равны

$$C_1 = 4; C_2 = 1 \text{ балл}; C_3 = 1; C_4 = 0.$$

10. Определяют класс полеотолерантности А каждого лишайника по табл. 3.

Таблица 3

Классы полеотолерантности и типы местообитаний эпифитных лишайников (по Трассу, 1985).

Классы полеотолерантности	Типы местообитаний по степени влияния антропогенных факторов и встречаемость в них видов	Виды
1	Естественные местообитания (ландшафты) без ощутимого антропогенного влияния	<i>Lecanactis abietina</i> , <i>Lobaria scrobiculata</i> , <i>Menegzzia terebrata</i> , <i>Mycoblastus sanguinarius</i> , виды родов <i>Pannaria</i> , <i>Parmeliella</i> , самые чувствительные виды рода <i>Usnea</i>
2	Преимущественно естественные и антропогенно неизменные местообитания	<i>Bryoria fuscescens</i> , <i>Evernia divaricata</i> , <i>Cyalecta ulmi</i> , <i>Lecanora coilocarpa</i> , <i>Ochrolechia androgyna</i> , <i>Parmeliopsis aleurites</i> , <i>Ramalina calicaris</i>
3	Естественные и антропогенно слабо измененные местообитания	<i>Bryoria fuscescens</i> , <i>Cetraria chlorophilla</i> , <i>Hypogymnia tubulosa</i> , <i>Lecidea tenebricosa</i> , <i>Opegrapha pulicaris</i> , <i>Pertusaria pertusa</i> , <i>Usnea subfloridana</i>

Классы полевостойкости	Типы местообитаний по степени влияния антропогенных факторов и встречаемость в них видов	Виды
4	Естественные, антропогенно слабо и слабо-умеренно измененные местообитания	Bryoria implexa, Cetraria pinastri, Graphis scripta, Lecanora leptirodes, Lobaria pulmonaria, Opegrapha diaphora, Parmelia subaurifera, Parmeliopsis ambigua, Pertusaria coccodes, Pseudevernia furfuracea, Usnea filipendula
5	Естественные, антропогенно слабо-умеренно измененные местообитания	Caloplaca pyracea, Lecania cyrtella, Lecanora chlorotera, L. rugosa, L. subfuscata, L. subrugosa, Lecidea glomerulosa, Parmelia exasperata, P. Olivacea, Physcia aipolia, Ramalina farinacea
6	Естественные и антропогенно средне-умеренно измененные местообитания	Arthonia radiata, Caloplaca aurantiaca, Evernia prunastri, Hypogymnia physodes, Lecanora allophana, L. carpinea, L. chlorona, L. pallida, L. symmictera, Parmelia acetabulum, P. subargentifera, P. Exasperatula, Pertusaria discoidea, Hypocenomyce scalaris, Ramalina fraxinea, Rinodina exigua, Usnea hirta
7	Выраженное умеренно антропогенно измененные местообитания	Caloplaca vitellina, Candelariella vitellina, C. xanthostigma, Lecanora varia, Parmelia conspurcata, P. sulcata, P. verruculifera, Pertusaria amara, Phaeophyscia nigricans, Phlyctis agelaea, Physcia ascendens, Ph. stellaris, Ph. tenella, Physconia pulverulacea, Xanthoria polycarpa

Классы полеотолерантности	Типы местообитаний по степени влияния антропогенных факторов и встречаемость в них видов	Виды
8	Умеренно и сильно антропогенно измененные местообитания (с равной встречаемостью видов)	Caloplaca cerina, Candelaria concolor, Phlyctis argena, Physconia grisea, Ph. Enteroxantha, Ramalina pollinaria, Xanthoria candelaria
9	Сильно антропогенно измененные местообитания	Buellia punctata, Lecanora expal-lens, Phaeophyscia orbicularis, Xanthoria parietina
10	Очень сильно антропогенно измененные местообитания (встречаемость и жизненность видов низкие)	Lecanora conizaeoides, L. hageni, Lepraria incana, Scoliciosporum chlorococcum

11. Рассчитывают индекс полеотолерантности IP по формуле

$$IP = \sum [(A_i \cdot C_i) / C_n],$$

где n – количество видов на описанной пробной площадке;

A_i – класс полеотолерантности каждого вида;

C_i – проективное покрытие каждого отдельного вида в баллах;

C_n – сумма значений покрытия всех видов в баллах, что для пробной площадки № 1 составляет $4+1+1+0 = 6$ баллов.

Например, для площадки № 1 индекс полеотолерантности будет равен:

$$IP = (6 \cdot 4) / 6 + (6 \cdot 1) / 6 + (6 \cdot 1) / 6 + (6 \cdot 0) / 6 = 6.$$

12. Определяют значение годовой концентрации атмосферного загрязнителя (SO_2) и «зону благополучия» по величине найденного индекса полеотолерантности и данным табл. 4.

Таблица 4

Индексы полеотолерантности и годовые концентрации SO_2

Индекс полеотолерантности	Концентрация SO_2 , мг/м ³	Зона
1 – 2	–	Нормальная
2 – 5	0,01 – 0,03	Смешанная
5 – 7	0,03 – 0,08	Смешанная
7 – 10	0,08 – 0,10	Зона борьбы
10	0,10 – 0,30	Зона борьбы
0	более 0,3	Лишайниковая пустыня

В выводах сообщают о результатах других биоиндикационных исследований, подтверждающих или не подтверждающих результаты лишеноиндикации.

Работа 10. ФИТОПАТОГЕННЫЕ МИКРООРГАНИЗМЫ

Среди многих видов растений, особенно высших, встречаются виды, подверженные патогенному действию паразитарных микроорганизмов: грибов, бактерий, вирусов. Грибы на поверхности листовой пластины образуют характерную махровость (ржавчинные грибы). Грибное поражение нужно отличать от поражения абиотическими факторами: заморозками (почернение краев листьев), кислотными дождями (желтовато-коричневая крапчатость, характерная для городских растений). Типичное проявление вирусного заражения – мозаичность. Она широко распространена среди культурных растений (кабачков, фасоли, лилейных). Характерны отверстия на листьях, оставляемые листогрызущими насекомыми, а также склерозированные участки, оставляемые тлей. Бактериальные некротические пятна более крупные, но редкие. Пятнистость листьев домашних культурных растений вызывается вирусами или их фрагментами, передающимися от взрослых растений (например, через клубни у тюльпанов) и неприносящими ощутимого вреда растению. Поэтому вирусная инфекция может использоваться человеком для создания новых фенотипов домашних растений.

Цели и задачи. Проанализировать дикорастущие и культурные растения на присутствие микроорганизмов. Научиться различать три типа поражения листовой пластинки: грибами, вирусами и бактериями.

Оборудование и материалы

1. Гербарный материал с описанием.
2. Микроскоп и увеличительное стекло.
3. Справочная литература.

Ход работы

1. Определить до вида растения из гербария.
2. Определить характер повреждения: некроз (краевой, межжилковый), мозаичность, галлы, наросты, штриховатость.
3. Определить основной характер фитопатогенности (вирусной, грибковой, бактериальной).

4. Заполнить таблицу. Семейства и виды растений записать по-русски и латыни.

Повреждения листовой пластины, вызываемые различными организмами

№ п/п	Растение: семейство, вид	Характер повреждения	Возбудитель
1			
2			
...			

Вопросы для контроля

1. Каковы наиболее частые возбудители болезней у культурных растений?
2. Что такое персистирующая инфекция?
3. Каков наиболее частый способ передачи вирусных инфекций среди растений?
4. Какими экологическими факторами обусловлены такие инфекционные болезни, как грипп птиц, коровье бешенство?

5. ХИМИЧЕСКОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ГИДРОСФЕРЫ

Мировой океан составляет более 94 % гидросферы, 4 % занимают подземные воды. Пресные воды составляют 1/15, полярные ледники – 1,6 % объёма гидросферы.

Следствием действия антропогенных факторов является привнесение в водную среду несвойственных ей веществ – ксенобиотиков. Выделяют химическое, физическое и биологическое загрязнения природных вод.

Период полураспада ртути – 70 – 80 дней, кадмия – более 10 лет. Процессы токсификации (усиления токсичных свойств токсинов) неодинаковы для анаэробных и аэробных условий. Миграция тяжелых металлов в абиотической среде гидросферы может происходить в различных состояниях: взвешенном, растворённом и коллоидном. Во

взвешенной форме присутствуют гидроксиды железа, марганца и тяжелые металлы в органическом детрите. В растворенном состоянии существуют ионы и комплексные соединения. В коллоидном состоянии находятся как тяжёлые металлы, так и органические соединения.

К природным загрязняющим минеральным веществам относятся выбросы кратеров вулканов, а также биогенные элементы в высоких концентрациях (фосфор, азот) в местах подводных разломов океанического дна. Однако такой вид загрязнения можно считать условным, так как увеличение биогенных элементов способствует биопродуктивности морских организмов, например моллюсков. Кроме тяжелых металлов, сбрасываемых промышленными предприятиями, в реки поступает большое количество минеральных удобрений, моющих средств и солей, используемых зимой в городах. Серьезную эвтрофикацию вызывают фосфаты, попадающие в воду с моющими средствами. Хлорид натрия создает высокое осмотическое давление, токсичное для гидробионтов, неспособных к активной осморегуляции. Повышение кислотности воды приводит к нарушению обмена кальция, особенно в организмах с его высоким содержанием, например в моллюсках. Наличие силикатных пород у берегов водоема способствует химическому вытеснению ионов алюминия. В этом случае алюминий является вторичным загрязнителем гидросферы. К вторичным загрязнителям относятся газы (NH_3 , H_2S , CO_2 , CH_4), которые образуются при анаэробном бактериальном разложении органических остатков. Все эти вещества снижают рН воды, следовательно, и ее буферную емкость, что приводит к более быстрому загрязнению водоёма минеральными веществами.

Таким образом, химические загрязнители гидросферы также разнообразны и их количество может возрастать из-за трудно регулируемых механизмов рыночной экономики.

Работа 11. ИЗУЧЕНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ И БИОЛОГИЧЕСКОГО СХОДСТВА

В черте городских населенных пунктов насчитываются десятки водоёмов как естественных, так и искусственных, которые испытывают жесткое антропогенное влияние со стороны промышленных предприятий, жилищных и коммунальных объектов (гаражей, поверхностного стока, высоковольтных линий, бытовых отходов). В ре-

зультате происходит изменение гидрорежима водоемов, зарастание сорной растительностью (элодеей, ряской, роголистником), исчезают стенобионтные организмы: кувшинка белая, кубышка желтая, личинки ручейников, веснянок, поденок. С изменением природного ландшафта и обеднением прибрежного фитоценоза исчезают прибрежные птицы, млекопитающие, амфибии и рептилии.

Коэффициент биологического сходства П. Жаккара показывает степень оскудения биоценоза по сравнению с контрольным, относительно ненарушенным, и рассчитывается по формуле

$$K = \frac{V_3 \cdot 100}{V_1 + V_2 - V_3},$$

где V_1 и V_2 – число видов на исследуемой и контрольной площадках (водоемах), V_3 – число видов, общих для обоих водоемов.

Экологически обоснованное природопользование – это использование водных объектов в целях человека, обеспечивающее потребности последующих поколений. Экологически ценными являются объекты с высоким индексом биоразнообразия.

Количественное соотношение видов в биоценозе, или индекс разнообразия H , чаще всего определяется по формуле Шеннона

$$H = -\sum_{i=1}^n p_i \log_2 p_i,$$

где n количество i -го вида; $p_i = 1/n$.

К наиболее распространённым гидробионтам относят представителей следующих отрядов: Жуки, Ручейники, Десятиногие, Ветвистоусые, Поденки, Вислокрылки, Двукрылые, Стрекозы и др. Индекс биоразнообразия удобно находить для каждого крупного таксона: для типов Черви, Моллюски, Членистоногие, а также для классов, относящихся к этим типам.

Цели и задачи. Комплексное описание прибрежного фитоценоза с учетом позвоночных, обитающих в водоеме, гидрофитов, определение индекса биоразнообразия и экологической ценности водоема.

Оборудование и материалы

Драга с сетью из мельничного таза, водный сачок или драга, микроскоп МБС-10, гербарий водных растений, химическая посуда, 4 %-ный формалин.

Ход работы

Провести комплексное описание основных типов фитоценозов на берегу водоёма. Определить основные таксоны беспозвоночных, обитающих в водоёме. С помощью драги взять 250 – 300 мл придонного грунта. Крупных беспозвоночных помещают в пенициллиновые флакончики с 4 %-ным формалином и определяют по определителю до вида или до семейства с помощью преподавателя. Сосчитать общее количество видов зообентоса, используя микроскоп, в объеме грунта 4 мл. Определить среднее значение особей каждого вида. Неопределенные до вида особи определяют до семейства. Если грунт густой, его разбавляют водой для удобства работы. При работе с микроскопом пользуются энтомологической иглой. Удобна длинная (5 – 7 см) игла, вставленная в деревянную или пластиковую ручку, диаметром примерно с карандаш. Определяют количество особей каждого таксона и заносят данные в таблицу. Отчёт дополняют гербарием из растений таких семейств, как Осоковые, Розоцветные, Ежеголовниковые, Рдестовые, Частуховые, Маковые, Ситниковые). При определении биоразнообразия полезно описать физико-химические свойства водоёма: солёность, жесткость воды, прозрачность, световой режим, характер грунта. Различают мелкозернистые (мягкие) и крупнозернистые (жесткие) грунты. К мягким грунтам относятся глины (диаметр частиц меньше 0,01 мм), илы (от 0,01 до 0,1 мм) и песок (0,1 – 1 мм), к жестким – гравий (диаметр частиц 0,1 – 1 см), галька (1 – 10 см), валуны (10 – 100 см) и глыбы (более 100 см). Обычно грунты состоят из смеси различных фракций.

Рабочая таблица для определения индекса биоразнообразия

№ п/п	Таксоны (тип, класс, отряд, семейство)	Количество особей в 4 мл	Индекс биоразнообразия K_b
1			
2			
...			

Проведите описание водоемов города (посёлка) по следующему плану:

1. Месторасположение.

2. Удаленность от городских объектов (в метрах), другие особенности (близость гаражей, дорог, мусорных куч, засоренность).
3. Описание фитоценоза (в процентном соотношении доминантных видов к площади покрытия, задерненность (в процентах), ярусность, степень сомкнутости, основные экологические группы).
4. Индекс биоразнообразия.
5. Организмы, встреченные во время экскурсии (амфибии, рептилии, птицы), отмечается присутствие людей и их поведение (например, по пятибалльной системе).
6. Ответить на следующие вопросы:
 1. Какой водоем имеет наибольший коэффициент биоразнообразия? Чем вы это объясните, исходя из описания водоема?
 7. Найдите по формуле П. Жаккара коэффициент биологического сходства между этими двумя водоемами. Если коэффициент Жаккара 80 % или более, значит биологическое сходство биоценозов высокое, если менее 80 %, – биологическое сходство мало. Объясните полученный результат.

Для комплексных экологических исследований определяют профили глубин, скорость течения (для реки), характеризуют изрезанность береговой линии, крутизну, материал склонов.

Работа 12. ИЗУЧЕНИЕ СТЕПЕНИ САПРОБНОСТИ ВОДОЕМА

Сапробность (от греч. «сапрос» – гнилой) водоема – характеристика степени загрязненности водоема органическими веществами. Сапробность водоема устанавливается по видовому составу обитающих в нем организмов-сапробионтов. Способность некоторых гидрофитов (рдеста, тростника) минерализовать органические вещества используют для биологической очистки водоемов. Биогенные элементы поступают в воду из атмосферных осадков, в результате эрозии почв, с промышленными и коммунальными стоками. Исходя из степени загрязненности органическими веществами (продуктами распада растительных и животных остатков), различают низко- и высокосапробные растения. Индекс сапробности показывает степень загрязненности водоема органическими веществами. Чем выше индекс сапробности, тем больше загрязнен водоем. По степени увеличения органических веществ водоемы классифици-

руют на низкосапробные (олигосапробные водоёмы), среднесапробные (α -мезосапробные, β -мезосапробные) и высокосапробные (полисапробные). Степени сапробности соответствуют определённый класс качества воды, содержание биогенных элементов – азота и фосфатов, кислорода, способность к потреблению кислорода и Coli-индекс (табл. 5).

Таблица 5

Характеристика различной степени сапробности

Степень сапробности	Состояние водоема	Класс качества воды	Аммонийный азот, ммг/л	Азот нитратов, мг/л	Фосфаты, мг/л	Кислород, % насыщения	ББПК, мг/л	Coli-индекс клеток/мл
Олигосапробная зона	Чистое	1 – 2	$\ll 0,04$	$< 0,03$	$< 0,05$	90 – 100	0 – 3,3	< 50
Бетамезосапробная зона	Умеренно загрязненное	3	0,04 – 0,08	0,03 – 0,05	0,05 – 0,07	80 – 90	3,3 – 5	50 – 100
Альфамезосапробная зона	Загрязненное	4	0,08 – 1,5	0,05 – 1,0	0,07 – 0,1	50 – 80	5 – 7,7	100 – 1000
Полисапробная зона	Грязное, очень грязное	5 – 6	1,5 – 5,0	1,0 – 8,0	0,1 – 0,3	5 – 50	7,7 – 10	1000 – 20000

Наиболее удобно определять уровень сапробности по растениям. В этом случае сапробность является способностью растений обитать в биоценозе при повышенном содержании органических веществ.

Табл. 6 показывает, что самым низкосапробным растением является стрелолист обыкновенный, а высокосапробным – ряска малая. Исходя из того, какие растения преобладают в водоеме, определяют общий индекс загрязнения органическими веществами. При этом делают вывод: если в водоеме по биомассе преобладает ряска малая, элодея канадская, то говорят о высокой сапробности водоёма.

Таблица 6

Индексы сапробности некоторых гидрофитов

Стрелолист обыкновенный 1,4 Кувшинка белая 1,4 Рдест блестящий 1,4 Водокрас обыкновенный 1,5 Рдест злаковый 1,7 Кубышка желтая 1,7 Рдест пронзеннолистный 1,7 Рдест курчавый 1,8	ЗОНА НИЗКОЙ САПРОБНОСТИ
Уруть колосистая 1,8 Ряска трехдольная 1,8 Пузырчатка обыкновенная 1,8 Горец земноводный 1,8 Элодея канадская 1,9 Роголистник темно-зеленый 1,9 Многокоренник обыкновенный 2,0 Ряска горбатая 2,0 Ряска малая 2,3	ЗОНА ВЫСОКОЙ САПРОБНОСТИ

Для определения степени сапробности полезно знать общий микробный показатель в водоёме. В качестве критерия биологической загрязнённости используют общее число образующих колоний бактерий в 1 мл воды.

При такого рода работе принято следить за стерильностью, аккуратно подготовиться к выполнению каждого шага, консультироваться с врачами-микробиологами.

Пробы воды отбирают с соблюдением стерильности в стерильную посуду с резиновыми притёртыми или ватно-марлевыми пробками. В стоячих водоёмах пробы отбирают с помощью батометров, погружённых на уровень 10 – 15 см от дна, в проточных водоёмах – около берега и в центре течения. Отбирают около 500 мл воды. Микробиологические исследования выполняют не позднее 2 ч с момента взятия пробы (либо при условии хранения при температуре 1 – 5 °С не более 6 ч).

Выявление организмов и их учёт можно произвести путём высева проб в простые жидкие и агаризированные питательные среды (например, в мясо-пептонном агаре (МПА)).

Сначала делают серию разведений от 10² до 10⁶. Берут 10 мл и фильтруют через мембранные фильтры, используя водоструйный насос. После фильтрации на фильтре остаются все находившиеся в 10мл воды бактерии. Каждую пробу анализируют в 3-, 5-кратной повторности.

Мясопептонный агар после приготовления в жидком теплом виде разливают по чашкам Петри. Мембраны стерильно кладут на поверхность агара после 24 ч, когда агар остынет и превратится в гель.

Чашки Петри переворачивают и помещают в термостат при температуре 30 – 37 °С на сутки.

После инкубации рассматривают колонии на поверхности агара. Подсчитывают количество колоний различной окраски, формы. Условно каждая колония соответствует одной особи бактерии. Виды или семейства бактерий можно определить только по специальным микробиологическим определителям. Численность клеток микроорганизмов в 1 мл воды рассчитывают по формуле

$$A = NR/10,$$

где N – число колоний на чашке; Кл; R – разведение, из которого произведён посев; 10 – пересчёт на 1 мл.

Высокое число колоний свидетельствует об общей микробиологической обсеменённости.

Стерилизация посуды возможна с помощью прокаливания (предварительно посуду моют сильными бактерицидными средствами). Фильтры с диаметром поры несколько микронов хранят в стерильном состоянии. Руки перед работой также обрабатывают мылом. Важным условием является присутствие контроля, который дает картину степени стерильности, с которой проходит работа. Работа может быть осложнена из-за недостатка в агаре, посуды, (водоструйный насос можно приготовить из подручных средств). Поэтому вначале проводится обсуждение возможности такой работы, планирования, только потом приступают к реализации подготовленного плана.

Цели и задачи. Определить общий показатель сапробности водоема по растениям-биоиндикаторам.

Оборудование и материалы

Определитель растений. Инструменты для вылавливания растений (грабли, сачок).

Ход работы

1. Измерить индикаторной бумагой или рН-метром кислотность воды в водоеме, использовать несколько точек, желательно у дна, у берегов с различными фитоценозами, в толще воды.
2. Собрать растения, характерные для водоёма, и приготовить гербарий. Отчёт должен указывать на то, какие растения доминируют по численности (в каком соотношении), количеству особей, биомассе, какие растения встречаются редко, указывают вегетативную стадию развития растений, характерные повреждения.

Отчёт также должен содержать ответы на вопросы:

1. Каковы тип водоема (пруд, озеро), характер грунта (илистый, песчаный, песчано-илистый)?
2. Какую зону сапробности имеет водоем (низкую, высокую)?
3. Какие меры можно предпринять для снижения уровня сапробности водоема?
4. Возможно ли зарыбление водоема ценными видами рыб?
5. Если есть береговая эрозия, как можно предотвратить ее?
6. Какие возможны мероприятия по созданию зон отдыха на берегах водоема?

Работа 13. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ ЭВТРОФИКАЦИИ ВОДОЕМА

Эвтрофикация – это процесс поступления и накопления в водоеме минеральных и органических веществ, которые слабо вовлекаются в круговорот экосистемы и, следовательно, накапливаются в ней. Экологическое обследование проводят с целью получения документальных данных (научных отчетов, заверенных местными органами управления). На первом этапе проводится обследование 3 видов загрязнений, поступающих в водную экосистему: органических, минеральных веществ, теплового загрязнения.

Неорганическими загрязнителями являются тяжелые металлы (Pb, Hg, Cd, As, Sb, Sn). Под тяжёлыми металлами понимают металлы с атомным весом более 40 и плотностью более 4,5 г/см³. Большинство из них попадают в воду из-за человеческой деятельности. Тяжелые металлы поглощаются фитопланктоном, а затем передаются (мигрируют) по пищевой цепи рыбам и млекопитающим.

Биологическое потребление кислорода (БПК₅) – это количество кислорода, необходимое для окисления растворенных органических

веществ в течение 5 сут. Химическое потребление кислорода (ХПК) – количество кислорода, связываемое всеми химическими веществами в определенный промежуток времени. Общий органический углерод (ООУ) показывает, сколько атомов углерода содержится в воде в определенный промежуток времени. В нормальных условиях в течение 5 сут происходит окисление 70 % органических веществ. Нормативный уровень ХПК для водоёмов и водотоков в местах хозяйственно-питьевого водопользования не более 30 мг O₂/л.

В настоящее время существует большой выбор тест-комплектов для выполнения количественного, полуколичественного анализа химического экспресс-анализа как в полевых, так и в лабораторных условиях. К ним относятся, например, биоаналитическая система БАС-БПК5 в комплекте с микробиологическим биосенсором, набор «Экотест» с колориметрическим принципом определения. Тест-комплекты сокращают трудоёмкость анализов. Однако, как правило, эти тест-системы дороги, требуют серьёзной подготовки, зачастую рассчитаны на небольшое количество проб. Поэтому традиционные апробированные и легко воспроизводимые методы химического анализа с помощью недорогих реактивов должны продолжать использоваться в научно-исследовательской работе студентов.

Увеличение количества минеральных веществ вызывает повышение биологической продуктивности растений (рис. 2). При отмирании растений образуется избыток органического детрита, который, накапливаясь, вызывает увеличение количества детритофагов.

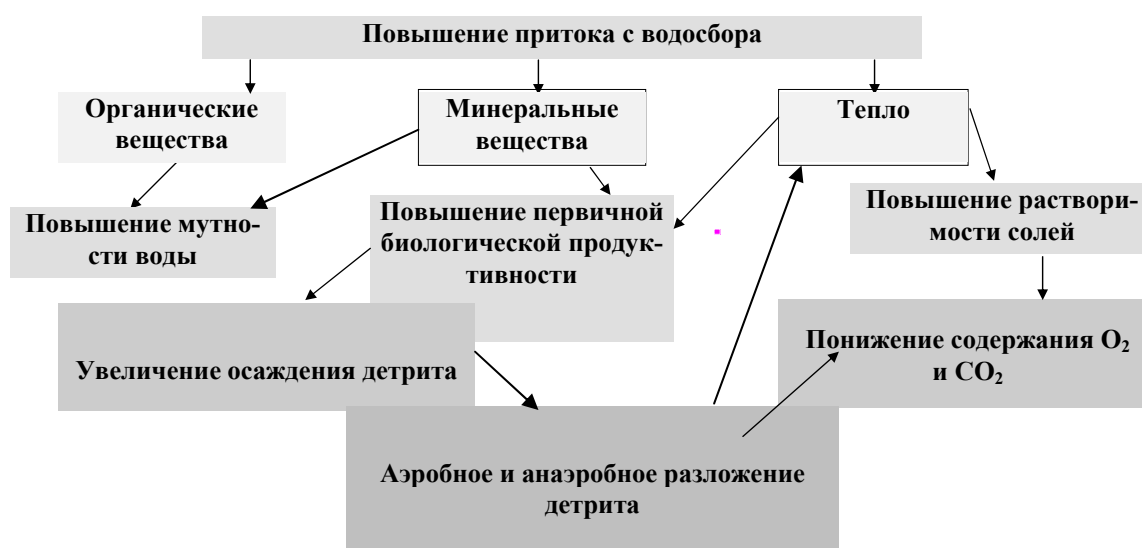


Рис. 2. Общая схема процесса эвтрофикации пресного водоёма

Органические и минеральные вещества, попадающие в водоём, могут иметь как природное, так и техногенное происхождение.

Цели и задачи. Определить уровень эвтрофикации водоема.

Оборудование и материалы

Драга с сетью для ловли крупных беспозвоночных, микроскоп МБС-10, лабораторная посуда, препаровальные энтомологические иголки и другие инструменты.

Ход работы

Коэффициент эвтрофикации определяется по отношению количества организмов-детритофагов к общему количеству организмов. В качестве индикаторов эвтрофикации используются малощетинковые черви – олигохеты. Коэффициент эвтрофикации находится по формуле

$$K_{\text{э}} = \frac{N_{\text{э}}}{N_{\text{о}}},$$

где $N_{\text{э}}$ – количество особей малощетинковых червей; $N_{\text{о}}$ – общее количество особей организмов в зообентосе.

Чем больше коэффициент эвтрофикации, тем выше уровень минеральных веществ в водоеме. Подсчитывают количество олигохет (с помощью преподавателя) в 4 мл придонной суспензии, делают вывод, сравнивая показатели разных водоёмов. При сборе грунта используют разные пробы детрита: у берегов, с глубоких мест донного ложа водоёма. У берега берут пробы как у травянистых берегов, так и у берегов, поросших древесной растительностью. При подсчёте мелких гидробионтов, в том числе олигохет, используют специальные стеклянные камеры. Камера Богорова представляет собой пластиковую кювету из нескольких лунок, соединённых друг с другом (рис.3). Камеру можно изготовить самостоятельно, но для этого понадобится станок (для точного соблюдения глубины кюветы). Полезна также чашка Петри с нанесённым острым инструментом на дне сеткой квадратов со стороной 0,25 – 0,5 см.



Рис.3. Камера Богорова для определения мелких червей, ракообразных и личинок насекомых

Работа 14. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЩЕГО СОДЕРЖАНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ВОДЕ

В условиях лаборатории возможно определение общего содержания органического вещества в воде методом перманганатометрии, в основе которого лежит окислительно-восстановительная реакция KMnO_4 с определяемым веществом в анализируемом растворе.

Для медленно окисляемых веществ, в том числе органических, используют метод обратного титрования, когда к фиксированному объёму анализируемого раствора добавляют избыток перманганата, а затем оттитровывают его стандартным раствором восстановителя (например, шавелевой кислотой $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ или её солями – оксалатами – натрия или аммония $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$, $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$).

О содержании вещества, определяемого методом обратного титрования, судят по количеству прореагировавшего с ним KMnO_4 : чем больше KMnO_4 затрачено на окисление органических веществ, тем больше их содержание в анализируемой воде.

Количество KMnO_4 , пересчитанное на активный кислород, называют перманганатной окисляемостью, которая показывает количество кислорода, идущего на окисление органических веществ в воде. С её помощью определяют химическое потребление кислорода (ХПК) для природных вод. Так, для грунтовых и речных вод ХПК варьируется от 1 до 60 мг/л.

Цели и задачи. Определение общего белка методом перманганатной окисляемости.

Оборудование и материалы

1. Колбы конические на 100 и 250 мл по 3 шт.
2. Пипетки мерные на 2, 5, 10 и 50 мл.
3. Мерный цилиндр на 100 мл.
4. Ротатор или магнитная мешалка.
5. 0,05 н. (или близкий к нему) раствор $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$.
6. 0,05 н. (или близкий к нему) раствор KMnO_4 , титрованный по оксалату натрия.
7. 2 н. раствор H_2SO_4 .

Ход работы

Приготовление растворов

Раствор KMnO_4 готовят и хранят в тёмном месте или в бутылках из тёмного стекла, так как на свету происходит заметное разложение KMnO_4 :



Нормальность раствора KMnO_4 определяют через 8 – 10 дней после его приготовления по оксалату натрия $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$.

Реакция окисления иона $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ является автокаталитической, так как катализатором служит продукт реакции – ионы Mn^{2+} .

Зная эквивалент оксалата натрия, вычисляют навеску этой соли, которую необходимо взять, чтобы приготовить раствор для определения нормальности раствора перманганата калия. При этом растворы оксалата натрия и перманганата калия должны примерно иметь одинаковую нормальность (например, 0,05 н.).

Для приготовления 100 мл 0,05 н. раствора оксалата натрия $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ нужно взять $(0,05 \cdot 67,01 \cdot 0,1) = 0,3351$ г. Не следует брать точную навеску. Нужно сначала на технических весах взять навеску, близкую к рассчитанной, например 0,34 г, а затем взвесить её на аналитических весах (это значительно ускоряет и упрощает работу).

Пусть взятая навеска равна 0,3445 г. Перенесём её в мерную колбу (избегать потерь!), растворим в дистиллированной воде, разбавим раствор до метки и затем, закрыв колбу пробкой, хорошо перемешаем.

Нормальность приготовленного раствора оксалата натрия $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ устанавливается из соотношения:

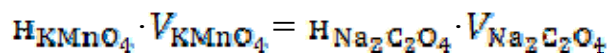
$$\begin{aligned} 0,3351 \text{ г } \text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4 &- 0,05 \text{ н.} \\ 0,3445 \text{ г } \text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4 &- x \\ x &= 0,514 \text{ н.} \end{aligned}$$

Приготовленный раствор оксалата натрия титруют раствором перманганата калия.

В коническую колбу на 100 мл вносят по 10 мл раствора $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ и по 5 мл 2 н. раствора H_2SO_4 . Колбы с растворами нагреваются до 70 – 80 °С (водяная баня, избегать кипения!). Для титрования используют бюретки со стеклянным краном без резиновых сочленений, так как раствор KMnO_4 окисляет резину и его титр изменяется.

Горячий раствор $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ титруется раствором KMnO_4 до появления устойчивой бледно-розовой окраски, не исчезающей в течение 1 мин. Титрование проводится при непрерывном помешивании раствора круговым движением колбы левой рукой. Очередная капля KMnO_4 добавляется после того, как исчезнет окраска от предыдущей. По результатам трёх титрований определяется средний объём раство-

ра KMnO_4 , пошедшего на титрование, и вычисляется его нормальность по уравнению



Ход анализа

В три конические колбы на 250 мл вносится мерной пипеткой на 50 мл анализируемая вода, 10 мл 2 н. раствора H_2SO_4 и 5 мл титрованного раствора KMnO_4 . Объёмы растворов доводятся до 100 мл дистиллированной водой. Растворы перемешивают на магнитной мешалке или взбалтывают на ротаторе в закрытых колбах в течение получаса.

В случае исчезновения розовой окраски раствора в процессе перемешивания в колбы добавляют ещё 2 мл (или более) раствора KMnO_4 до появления устойчивой розовой окраски, не исчезающей в процессе перемешивания, и взбалтывают раствор ещё 10 мин.

По окончании перемешивания растворы титруют оксалатом натрия до полного обесцвечивания. Суммарное количество органических веществ определяют по количеству KMnO_4 , пошедшему на их окисление, которое вычисляют следующим образом:

$$n_3 (\text{KMnO}_4) = (n' \cdot V' - n \cdot V) / V_{\text{пр}} \text{ (моль-экв/л)},$$

где n' – нормальность раствора KMnO_4 ; V' – объём раствора KMnO_4 , мл; n – нормальность раствора $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$; V – объём раствора $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$, мл; $V_{\text{пр}}$ – объём пробы анализируемой воды, мл.

По $n_3 (\text{KMnO}_4)$ можно вычислить ХПК анализируемой воды как произведение молярной массы эквивалента кислорода на количество эквивалентов окислителя, затраченного на перманганатное окисление воды:

$$\text{ХПК} = M_3(\text{O}) \cdot n_3 (\text{KMnO}_4) \text{ или } 8 \cdot n_3 (\text{KMnO}_4) \text{ (г-экв/л)}$$

или

$$8 \cdot n_3 (\text{KMnO}_4) \cdot 1000 \text{ (мг-экв/л)}.$$

В конце работы сравнивают окисляемость воды в разных пробах. Анализируют пробы природных источников, бытовых и хозяйственных стоков.

Работа 15. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖЁСТКОСТИ ВОДЫ

Одной из важных биолого-химических характеристик воды является её жёсткость, зависящая от присутствия в ней растворимых солей кальция и магния, а в некоторых случаях и железа. Жёсткость во-

ды учитывается не только при использовании её в хозяйственной и бытовой деятельности человека, она влияет на жизнедеятельность животных и растений, для которых является средой обитания. В аквариумистике, например, при содержании тех или иных видов растений необходимо использовать воду определенной жесткости. Известно, что вода открытых водоемов, как правило, более мягкая, чем родниковая, проходящая через различные грунтовые горизонты и обогащаемая при этом минеральными солями.

Жесткость воды подразделяют на временную, или карбонатную, и постоянную. Их сумма дает общую жесткость воды. Карбонатная жесткость обусловлена присутствием бикарбонатов кальция и магния $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ и $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$, которые могут быть удалены из воды кипячением:



Постоянная жесткость обусловлена присутствием в воде других растворимых солей кальция и магния (обычно сульфатов) и в отличие от карбонатной жесткости, не может быть устранена кипячением.

Прежде жесткость было принято выражать в особых условных единицах, называемых "градусами жесткости". В настоящее время жесткость выражается числом миллиграмм-эквивалентов растворимых солей кальция и магния в 1 л воды. Вода, содержащая от 0 до 1,43 мг-экв/л растворимых солей кальция и магния, считается очень мягкой, от 1,43 до 2,85 мг-экв/л – мягкой, от 2,85 до 4,27 мг-экв/л – средней жесткости, от 4,27 мг-экв/л и выше – жесткой.

Принцип и характеристика метода

При определении общей жесткости воды широко применяется комплексометрическое титрование, при котором в качестве комплексообразующего агента, или лиганда, выступает натриевая соль этилендиаминтетрауксусной кислоты (ЭДТА), называемая комплексоном III или трилоном Б, а в качестве комплексообразователя – катионы Ca^{+2} и Mg^{+2} . Для визуального определения точки конца титрования используют металлиндикаторы, например эриохром черный Т (ЭХЧ-Т). При $\text{pH}=7-11$, когда индикатор имеет синий цвет, многие ионы металлов образуют комплексы красного цвета, в том числе и Ca^{+2} с Mg^{+2} . Следовательно, если в раствор, например, соли кальция при $\text{pH} = 7-11$ ввести эриохром черный Т, то раствор окрасится в красный цвет; если этот раствор титровать раствором трилона Б, который

с Ca^{2+} дает бесцветный, более прочный комплекс, чем комплекс Ca^{+2} с индикатором, то в конечной точке титрования раствор имеет синий цвет.

Эриохром черный Т употребляют либо в растворе, либо (вследствие нестойкости раствора) в твердом виде. В последнем случае индикатор смешивают в отношении 1:200 с каким-либо индифферентным наполнителем, например NaCl или KCl. Смесь тщательно растирают в ступке перед титрованием, в раствор вносят около 20–30 мг этой смеси.

Применяют различные концентрации рабочего титрованного раствора трилона Б: 0,1 N, 0,05 N и 0,01 N. Молекулярный вес трилона Б равен 372,2, а грамм-эквивалент его – 186,1 г. Следовательно, для приготовления 1 л 0,1 н. раствора нужно взять 18,6 г, а для приготовления 1 л 0,05 н. раствора – 9,3 г трилона Б. Титр полученного раствора проверяют по раствору соли кальция или магния точно известной концентрации.

Определению жесткости рассматриваемым методом мешает присутствие Si^{2+} , Zn^{2+} и Mn^{2+} . Первые два удаляют прибавлением к раствору 1 мл 1,5–2%-ного раствора Na_2S , после чего, не отделяя осадка сульфидов, титруют раствор трилоном Б, как обычно. При наличии в растворе марганца к раствору до введения реактивов, прибавляют 5 капель 1%-ного раствора солянокислого гидроксилamina $\text{NH}_2\text{OH} \times \text{HCl}$.

Цели и задачи. Определить общую жесткость воды.

Оборудование и материалы

1. Бюретка на 25 мл – 1 шт.
2. Стаканчики термостойкие на 50 – 100 мл 3 шт.
3. Колба коническая на 250 – 300 мл.
4. Пипетки мерные на 10, 5, 2 мл, груша резиновая.
5. Эриохром черный Т (смесь с KCl 1:200).
6. Трилон Б 0,01 N (хранить в темном месте).
7. Буферная смесь: смешивают 100 мл 20%-ного раствора NH_4Cl со 100 мл 20%-ного раствора NH_4OH и разбавляют смесь дистиллированной водой до 1 л.
8. Сульфид натрия 2%-ный раствор.
9. Гидроксиламин солянокислый 1 %-ный раствор.

Ход работы

Заполнить бюретку наполовину раствором трилона Б, медленно вливая его через воронку, так чтобы омывались стенки бюретки. Открыв зажим, полностью слить раствор в стаканчик и вылить его. Заполнить бюретку раствором трилона Б примерно на 2 мл выше нулевой отметки, открыв зажим, удалить воздушный пузырь из носика бюретки, слив часть раствора в стаканчик. Осторожно приоткрывая зажим опустить уровень жидкости в бюретке до нулевой отметки (по нижней границе прогиба раствора).

В коническую колбу на 250 – 300 мл мерной пипеткой берут 10 мл анализируемой воды, разбавляют ее примерно до 100 мл дистиллированной водой и прибавляют 5 мл аммонийной буферной смеси. На кончике алюминиевой лопаточки вносят в полученный раствор несколько кристалликов индикатора эриохрома черного Т и перемешивают его до полного растворения с образованием винно-красного окрашивания средней интенсивности, (окраска не должна быть слишком темной), оттитровывают полученный раствор рабочим раствором трилона Б до перехода винно-красной окраски в синюю (иногда с зеленоватым оттенком). Перед концом титрования прибавляют раствор трилона Б по одной капле и так, чтобы красноватый оттенок окраски совершенно исчез. Если возникает сомнение, следует ли закончить титрование, делают отсчет раствора, пошедшего на титрование, и добавляют еще одну каплю. Если при этом окраска изменится, титрование еще не закончено. Объем раствора трилона Б, пошедшего на титрование каждой пробы, рассчитывают по результатам трех измерений. По окончании титрования раствор из колбы выливают, колбу тщательно ополаскивают дистиллированной водой. В бюретку доливают рабочий раствор трилона Б.

Расчет

Как известно, жесткость воды выражается числом миллиграмм-эквивалентов кальция и магния в 1 л воды. Если нормальность раствора трилона Б равна 0,01 н., то каждый миллилитр его соответствует 0,01 мг-экв Ca^{+2} и Mg^{+2} во взятом для определения объеме воды. Сделав пересчет на 1 л воды, получают общую жесткость ее в миллиграмм-эквивалентах. Например, на титрование пробы воды объемом 10 мл пошло 7 мл 0,01 н. раствора трилона Б, таким образом в 10 мл

исследуемой воды содержится 0,01 мг-экв/мл 7 мл = 0,07 мг-экв ионов Ca^{+2} и Mg^{+2} , а в 1 л воды:

$$\frac{1000 \cdot 0,07}{10} = 7 \text{ мг-экв.}$$

Следовательно, общая жесткость воды составила 7 мг-экв/л.

Определив общую жесткость предложенных вам образцов водопроводной, родниковой и речной воды, сопоставьте полученные данные и отнесите их к той или иной степени жесткости. Какой из исследованных вами образцов воды обладает наибольшей жесткостью, какой наименьшей? Почему? Прокипятите в термостойких колбах или стаканчиках по 50 – 100 мл каждого образца исследованной воды в течение 10 мин. Дайте воде остыть до комнатной температуры и, взяв по 10 мл воды из каждой пробы, последовательно повторите анализ с каждой из них по описанной выше методике.

Рассчитайте постоянную и карбонатную жесткость в каждой пробе. Чем обусловлены тот и другой виды жесткости воды? Полученные данные оформите в виде таблицы.

Рабочая таблица по расчёту жесткости воды

Вид водоисточника	Общая жесткость, мг-экв/л	Карбонатная жесткость, мг-экв/л	Постоянная жесткость, мг-экв/л	Степень жесткости
1				

Полностью закончив работу, слейте оставшийся в бюретке рабочий раствор трилона Б в склянку с этим реактивом, а бюретку дважды промойте дистиллированной водой. Тщательно ополосните колбу и стаканчики дистиллированной водой.

Если по ходу работы закончился рабочий раствор трилона Б 0,01 н., то его можно приготовить из 0,1 н. раствора. В мерную колбу на 500 мл пипеткой на 50 мл внести 50 мл 0,1 н. раствора трилона Б, довести объем раствора дистиллированной водой до метки. Полученный раствор перелить в склянку для рабочего 0,01 н. раствора трилона Б.

При необходимости получения более точных результатов титрования устанавливают титр рабочего раствора трилона Б по стандарт-

ному раствору сульфата цинка или магния. Берется навеска металлического цинка из расчета около 0,01 г-эquiv, т.е. 0,3252 г. Из полученной при взвешивании массы навески рассчитывается точное количество грамм-эквивалентов металла и его эквивалентная (нормальная) концентрация в стандартном растворе. Навеску переносят в мерную колбу на 100 мл и заливают 10 мл концентрированной серной кислоты, оставляют на сутки до полного растворения металла, затем доливают до метки дистиллированной водой и перемешивают. Берут пипеткой в коническую колбу 10 мл полученного раствора сульфата цинка, разбавляют до 100 мл дистиллированной водой, добавляют 5 мл аммонийного буфера, индикатор и титруют рабочим раствором трилона Б. По полученным данным рассчитывают титр и нормальность рабочего раствора трилона Б. Например, масса полученной навески составила 0,3502 г. Находим количество грамм-эквивалентов цинка в навеске $0,3502/0,3252 = 0,0107$ г-эquiv. Нормальность стандартного раствора сульфата цинка составит

$$\frac{0,0107 \cdot 1000}{100} = 0,107 \text{ г-эquiv/л.}$$

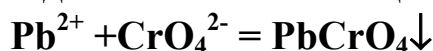
Если на титрование 10 мл данного раствора пошло 11 мл раствора трилона Б, то нормальность последнего составит

$$\frac{n \cdot V_1}{V_2} = \frac{0,107 \cdot 10}{11} = 0,0097 \text{ мг-эquiv/мл,}$$

где n – нормальность раствора сульфата цинка; V_1 – объем титруемого стандартного раствора; V_2 – объем раствора трилона Б, пошедшего на титрование, таким образом, титр раствора трилона Б равен 0,0097 мг-эquiv/мл.

Работа 16. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВИНЦА И ЕГО СОЕДИНЕНИЙ В АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКАХ (СНЕГЕ) ВБЛИЗИ АВТОДОРОГ

Метод основан на измерении степени помутнения раствора, образующегося при взаимодействии иона свинца с хроматом калия:



Чувствительность определения – 1,5 мкг свинца в анализируемом объеме раствора. Определению мешает барий.

Цели и задачи. Определить содержание свинца в атмосферных осадках.

Реактивы

1. Основной стандартный раствор, содержащий 100 мкг/мл свинца. Растворяют 0,16 г нитрата свинца в 1000 мл 3%-ного раствора ацетата

аммония. Рабочий стандартный раствор, содержащий 10 мкг/мл свинца, готовят из основного раствора разбавлением его в 10 раз 3%-ным раствором ацетата аммония. Готовят перед применением.

2. Ацетат аммония, 3%-ный раствор, рН 6,6 – 6,8.

3. Хромат калия, 1%-ный раствор.

Оборудование и материалы

1. Плитка электрическая для выпаривания.

2. Чашки выпаривательные 3 шт.

3. Пипетки на 1, 2, 5 мл, стеклянные палочки.

4. Фильтры, воронки, штатив для фильтрования.

5. Мерный цилиндр на 500 мл, стаканы на 300 – 500 мл.

6. Емкости полистироловые для снега на 1,5 л 3 шт.

7. Водяная баня для растопления снега.

Ход работы

Пробоподготовка. Порции снега, взятые на разном удалении от автодороги (2, 10 и 50 м), вытапливают и отфильтровывают из каждой 200 или 500 мл (в зависимости от лимита времени на выпаривание) и выпаривают каждую пробу в фарфоровых чашках на электроплитке, подливая по мере выпаривания исследуемый раствор, пока не будет выпарена вся порция. По окончании выпаривания снять чашки с плитки и остудить на воздухе до комнатной температуры.

Проведение анализа. В каждую чашку вносят по 5 мл ацетата аммония, стенки чашек тщательно омывают с помощью стеклянных палочек до перехода всего сухого остатка в раствор. Содержимое чашек сливают в центрифужные пробирки и центрифугируют. В колориметрические пробирки переносят по 3 мл прозрачного раствора пробы. Одновременно готовят шкалу стандартов (табл. 7).

Таблица 7

Шкала стандартов

Номер стандарта	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Рабочий стандартный раствор, мл	0	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
Ацетат аммония, 3%-ный раствор, мл	3,0	2,85	2,8	2,7	2,6	2,5	2,4	2,3	2,2	2,0
Содержание свинца, мкг	0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	10

В пробирки шкалы и пробы прибавляют по 0,1 мл 1%-ного раствора хромата калия и взбалтывают. Через 15 – 20 мин сравнивают степень помутнения пробы со шкалой на темном фоне.

Расчет

Содержание свинца C в снегу на том или ином удалении от автодороги рассчитывается по формуле

$$C = \frac{a \cdot V}{V_1 \cdot b}, \text{ мг-экв/мл,}$$

где a - содержание свинца в анализируемой пробе, мкг;

V - общий объем упаренной воды из вытопленного снега, мл;

V_1 - объем жидкости, взятой для анализа, мл;

b - вес пробы снега, взятого для анализа, г.

Плотность фильтрата принимается за 1 г/мл (массой примесей пренебрегаем), вес пробы b рассчитываем как произведение плотности на объем упаренной воды. Например:

$$a = 1,5 \text{ мкг,}$$

$$V = 500 \text{ мл,}$$

$$V_1 = 3 \text{ мл,}$$

$$b = 500 \text{ г.}$$

$$C = \frac{1,5 \cdot 500}{3 \cdot 500} = 0,5 \text{ мг-экв/мл.}$$

По результатам анализа делают вывод о распространении аэрозолей свинца в районе автодороги.

Данную методику можно использовать при исследовании накопления свинца и его соединений в листовых пластинах деревьев и кустарников, растущих вдоль автодорог, в течение их вегетационного периода.

Для этого используют смесь разбавленной азотной и серной кислот в отношении (5:1), фарфоровый тигель, песчаную баню и муфельную печь.

Навеску высушенных до постоянного веса листьев взвешивают с точностью до одного знака после запятой, переносят в фарфоровый тигель, предварительно измельчив ножницами. Добавляют 1 – 2 мл смеси кислот, нагревают на песчаной бане до сухого остатка, переносят в муфельную печь, озоляют при 400 – 450 °С. При отсутствии термометра температуру измеряют по точке плавления солей. Подни-

мать температуру выше 460 °С не следует ввиду возможности улетучивания сульфата свинца. По окончании озоления тигель накрывают крышкой и вынимают из муфельной печи. После охлаждения золу обрабатывают 5мл ацетата аммония, раствор центрифугируют или отстаивают.

Приготовление стандартного раствора нитрата свинца. Навеску свинца массой 0,25 г переносят в мерную колбу на 250 мл и заливают избытком азотной кислоты (10 мл). Колбу оставляют незакрытой под тягой до полного растворения металла. К полученному раствору нитрата свинца в азотной кислоте добавляют 150 мл 3%-ного раствора ацетата аммония и измеряют рН раствора универсальной индикаторной бумагой. При рН меньше 6,0 нейтрализуют раствор аммиаком до рН = 6,6 – 6,8 и доводят объем колбы раствором 3%-ного ацетата аммония до метки.

Приготовление рабочего стандартного раствора. В мерную колбу на 100 мл пипеткой вносят 10 мл основного стандартного раствора нитрата свинца, объем колбы доводят до метки 3%-ным раствором ацетата аммония и перемешивают.

Работа 17. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ТОКСИЧНОЙ НАГРУЗКИ, ВНОСИМОЙ ПРОМЫШЛЕННЫМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ (по С.М. Чесноковой)

Во время экологических экскурсий около берега реки встречаются сливные трубы от промышленных предприятий. С помощью метода, разработанного на кафедре экологии в ВлГУ, используя биоиндикаторные организмы, проводят определение объема токсичной нагрузки вносимой промышленными стоками.

Обозначим:

T - объем токсичной нагрузки ($\text{м}^3/\text{сут}$);

I - кратность разбавления, при котором пропадает токсичный эффект;

Q - объем сбрасываемых сточных вод ($\text{тыс.м}^3/\text{сут}$);

K - кратность разбавления сточных вод в водоеме – участке озера, реки;

t - продолжительность образования сточных вод (время, в течение которого происходит сброс).

Тогда, объем вносимого в водоем загрязнения будет выражаться формулой

$$T = \frac{IQt}{K}.$$

Цели и задачи. Определение общей токсичности сточных вод.

Оборудование и материалы

Лабораторная посуда, культура дафний, мерные инструменты.

Ход работы

Сточную воду разбавляют дистиллированной водой в соотношении 1:2, 1:5, 1:10, 1:15, 1:20, 1:25. Готовят чашки Петри или пластиковые стаканчики с зернами злаков. В качестве контроля используют зерна злаков, выращиваемые на дистиллированной воде. Опытные семена злаков культивируют в приготовленных разведениях. Определяют процент схожести, скорость роста проростков, биомассу, длину корней и стеблей. Находят общий показатель, например, в балльном выражении. То разбавление, которое не оказывает угнетающее действие на рост всходов, считается кратным разбавлением I , при котором исчезает токсический эффект. Например, если при разбавлении 1:15 исчезает токсический эффект, то $I = 15$.

Кроме проростков злаков в качестве биоиндикаторов используют другие тест-объекты, чувствительные к загрязнению водной среды, например, дафний (*Daphnia*) из отряда Ветвистоусых подкласса Низшие ракообразные. Дафнии (водяные блохи) особенно чувствительны к загрязнению тяжелыми металлами. Эгих рачков отлавливают из сравнительно чистого водоема, кормят планктоном (также хлореллой, диатомовыми водорослями, растертым яйцом, перетертыми листьями салата и элодеи). Для определения токсичности сточных вод отлавливают по 10 особей с помощью стеклянной трубки или пипетки. Каждая проба анализируемой воды исследуется в трех повторностях. В качестве контроля используют воду из чистого водоема. Опыт продолжается 96 ч, в течение опыта дафний не кормят. Рачков считают выжившими, если они передвигаются в толще воды или всплывают со дна водоема не позже чем через 15с. Расчет погибших дафний в тестируемом образце воды по сравнению с контрольным образцом проводят по формуле

$$A = \frac{(x_k - x_t) 100 \%}{x_t},$$

где A – количество погибших дафний в тестируемом образце воды по сравнению с контрольным образцом;

x_k – среднее арифметическое количество дафний, выживших в контрольном образце;

x_t – среднее арифметическое количество дафний, выживших в тестируемой воде.

Летом дафнии размножаются партеногенетически (в потомстве одни самки), поэтому возможен учет количества молоди от одной самки, при этом опыт проводят в течение 7 сут, взрослых дафний кормят, ежедневно проводят смену воды (используют воду из холодильника или свежееотобранную из водоема). Используют аналогичную формулу, где x_k – среднее арифметическое количество молоди от одной самки в контрольной воде; x_t – среднее арифметическое количество молоди от одной самки в тестируемой воде.

Работа 18. БИОИНДИКАЦИЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ ПО БИОТИЧЕСКОМУ ИНДЕКСУ

Одним из методов комплексной биоиндикации состояния водоемов является метод Ф.С. Вудивисса. Он основан на учете разнообразия таксонов гидробионтов. Чем разнообразнее фауна беспозвоночных, тем выше класс чистоты водоёма.

Мировая практика оценки уровня загрязнения вод по гидробиологическим показателям насчитывает более 100 лет. Гидробиологический метод оценки качества воды позволяет обнаружить последствия не только явного загрязнения, но и разового аварийного сброса, так как гидробионты обитают только в водах определенного качества. В качестве индикаторных организмов рассматриваются макробеспозво-

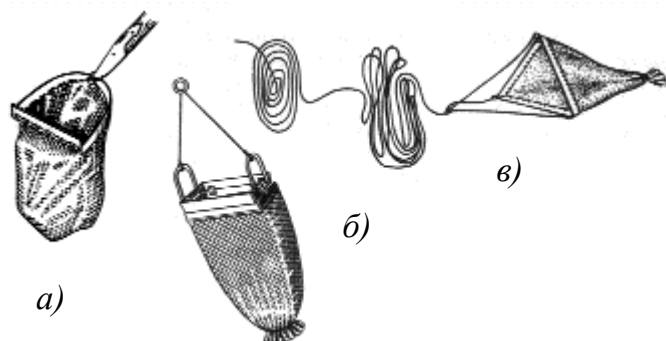


Рис. 4. Скребок (а) и драги (б, в) для взятия проб грунта (по Н.А. Березиной)

ночные донных сообществ, которые имеют длительные жизненные циклы, ведут малоподвижный образ жизни и могут быть легко определены по атласу-определителю. Для сбора беспозвоночных применяют скребки или драги (рис.4).

Отловленные организмы промывают в кювете, затем помещают в баночки с 4%-ным раствором формалина, указывают название водоема, место отбора пробы, название биотопа, дату. При невозможности разборки отмытый образец грунта помещают в полиэтиленовый пакет, который можно хранить в холодильнике при 4 – 6 °С 1 – 2 дня. Наиболее благоприятные периоды обследования водоемов – весна, начало осени, когда личинки крупные. В летний период, когда численность личинок мала, отбирают в 2 – 3 раза больше проб.

Собирают организмы с небольших площадей (например, 2 × 2 м, через 10 – 12 м вдоль русла реки. Собранные коряги и крупные камни выносят на берег и изучают прикрепленные организмы, рыхлый грунт просеивают через сита, дуршлагаи. Промывать гидробионты лучше в светлой посуде, удобны фотокюветы, металлические кюветы от старых холодильников. Лучше работать руками во избежание повреждения организмов. Надо помнить, что один из водяных клопов (гладыш, *Notonecta glauca*) способен к серьезным укусам (по силе как у пчелы). Следует самых крупных и подвижных организмов сразу определять и отпускать на волю, предварительно сфотографировав.

При идентификации организмов в лаборатории используются микроскоп или увеличительное стекло. Методика Ф.С. Вудивисса основана на определении биотического индекса створа реки. Биотический индекс – это число от 1 до 10. Индекс отражает чистоту воды по разнообразию представителей беспозвоночных. Чем чище река, тем больше беспозвоночных в ней обитает. В самых чистых реках биотический индекс может достигать максимального значения – 10. Для обработки полученных результатов необходимо ответить на два вопроса:

1. Сколько групп донных животных имеется в пробе?
2. Какие ключевые группы организмов представлены в пробе?

Для подсчета биотического индекса пользуются списками ключевых таксонов. Определив число групп водных беспозвоночных в таблице, находят соответствующий столбец в графе общего количества групп. Ответ на второй вопрос позволит определить горизонтальную строку в таблице. В таблице индикаторные группы расположены в том порядке, в котором они исчезают при загрязнении водоема. Биотический индекс пробы находят на пересечении горизонтального ряда, в котором указаны индикаторные организмы, и вертикального столбца, в котором дано общее количество групп гидробионтов.

Главной индикаторной группой беспозвоночных из исследуемой реки будет та из имеющихся групп, которая расположена выше прочих. Прежде всего, это веснянки, потом подёнки и ручейники (рис. 5 – 7).

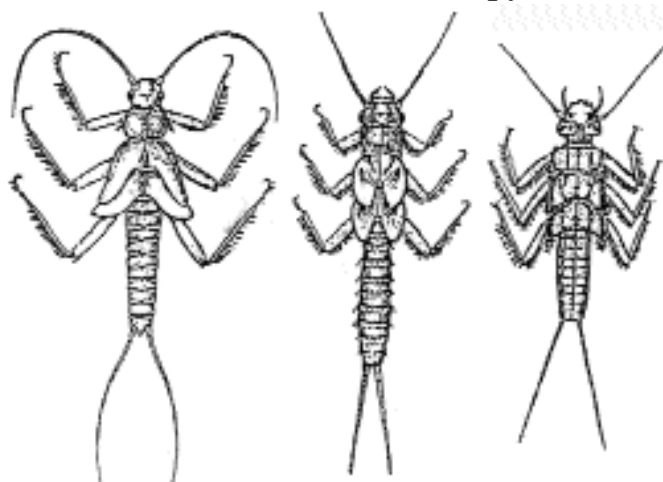


Рис. 5. Личинки (нимфы) веснянок (Plecoptera)
(по Н.А. Березиной)

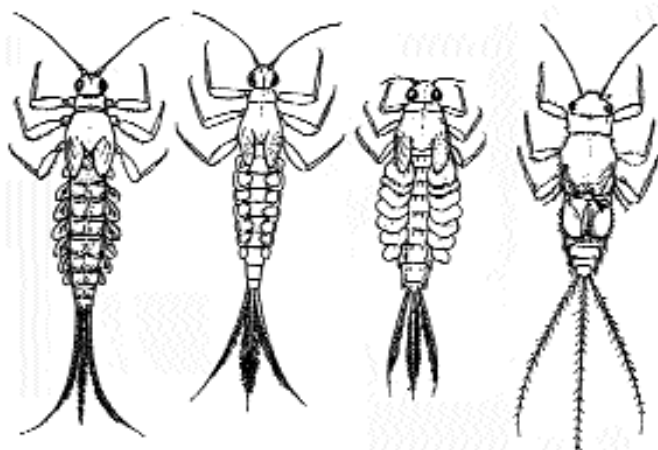


Рис. 6. Личинки подёнок (Ephemeroptera)

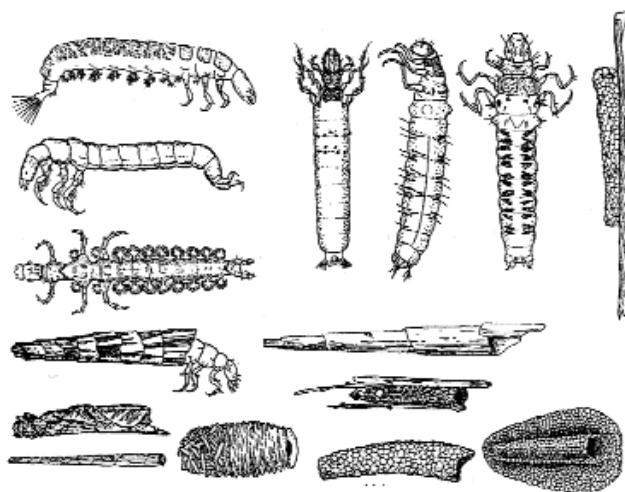


Рис. 7. Личинки ручейников (Trichoptera) и их домики

Ход работы

- 1) отлов бентосных организмов (с помощью драги);
- 2) определение основных («ключевых») групп: Губки, Поденки, Веснянки, Стрекозы, Жуки. Вислокрылки, Клопы, Двукрылые, Ручейники, Черви (Нематоды, Пиявки, Олигохеты), Моллюски, Низшие ракообразные;
- 3) получение биотического индекса исходя из количества ключевых групп и определения главной индикаторной группы.

Если водоём получает от 0 до 2 баллов – он сильно загрязнён, относится к полисапробной зоне, водное сообщество находится в сильно угнетённом состоянии. Оценка 3 – 5 баллов говорит о средней степени загрязнённости (альфа-мезосапробный), а 6 – 7 баллов – о незначительном загрязнении водоёма (бета-мезосапробный). Чистые (олигосапробные) реки обычно получают оценку 8 – 10 баллов, а особенно богатые водными обитателями участки могут быть оценены и более высокими значениями индекса.

Пример. В пробах обнаружены нимфы подёнок одного вида, всего индикаторных групп одиннадцать. Находим на пересечении соответствующих столбцов индекс, равный семи. Этот индекс соответствует олигосапробной зоне (2-й класс чистоты воды).

При работе с гидробиотическими индексами нужно использовать не один метод, а несколько. Как дополнительный, наиболее удобен индекс Майера. Для его определения используют приуроченность различных групп водных беспозвоночных к водоёмам с определённым уровнем загрязнённости. Метод Майера годится для любых типов водоёмов. В таблице организмы-индикаторы отнесены к одному из трёх разделов (табл. 8).

Нужно отметить, какие из приведённых в таблице индикаторных групп обнаружены в пробах. Количество обнаруженных групп из первого раздела таблицы необходимо умножить на три, количество групп из второго раздела – на два, а из третьего – на один. Получившиеся цифры складывают. Значение суммы и характеризует степень загрязнённости водоёма. Если сумма более 22, вода относится к первому классу качества. Значения суммы от 17 до 21 говорят о втором классе качества (как и в первом случае, водоём будет охарактеризован как олигосапробный). От 11 до 16 баллов – третий класс качества (бета-мезосапробная зона). Все значения меньше 11 характеризуют водоём как грязный (альфа-мезосапробный или же полисапробный).

Таблица для определения индекса Майера

Обитатели чистых вод	Организмы средней степени чувствительности	Обитатели загрязненных водоёмов
Нимфы веснянок	Бокоплав	Личинки комаров-звонцов
Нимфы поденок	Речной рак	Пиявки
Личинки ручейников	Личинки стрекоз	Водяной ослик
Личинки вислокрылок	Личинки комаров-долгоножек	Прудовики
Двустворчатые моллюски	Моллюски-катушки	Личинки мошки
—	Моллюски-живородки	Малощетинковые черви

Пример. В верхнем течении реки Клязьмы обнаружены следующие организмы: нимфы поденок, личинки ручейников, двустворчатые моллюски, личинки стрекоз, личинки комаров-долгоножек, моллюски-катушки, личинки комаров-звонцов, пиявки, водяные ослики, личинки мошки, малощетинковые черви, водяные клопы, личинки жуков, личинки мокрецов, водяные клещи.

Из них три группы (нимфы поденок, личинки ручейников, двустворчатые моллюски) указаны в первом разделе таблицы, три (личинки стрекоз, личинки комаров-долгоножек, моллюски-катушки) – во втором и пять (личинки комаров-звонцов, пиявки, водяные ослики, личинки мошки, малощетинковые черви) – в третьем. Водяные клопы, личинки жуков, личинки мокрецов и водяные клещи в таблице не указаны, поэтому при подсчёте значения индекса они не принимаются во внимание.

Значение индекса Майера равно $3 \cdot 3 + 3 \cdot 2 + 5 \cdot 1 = 9 + 6 + 5 = 20$.

Такое значение индекса характеризует Клязьму в верхнем течении как олигосапробный водоём с водой второго класса качества. Таким образом, оба индекса соотносятся друг с другом и подтверждают результаты исследования.

Цели и задачи. Используя индексы Вудивисса и Майера, определить класс чистоты водоема по предложенным препаратам беспозвоночных организмов.

Материалы и оборудование

Препараты гидробионтов, чашка Петри, энтомологическая игла, микроскоп (ручная лупа), литература по определению насекомых и других групп организмов, например, Нидон К. Растения и животные. М. : Мир, 1991; Плавильщиков Н.Н.. Определитель насекомых. М. : Топикал, 1994.

Более поздние, но редкие издания: Хейсин Е.М. Краткий определитель пресноводной фауны. Специальный некоммерческий выпуск. СПб., 2001; Полоскин А.В., Хайтов В.М. Полевой определитель пресноводных беспозвоночных. СПб., 2000. Определитель пресноводных беспозвоночных России / под ред. С.Я. Цалолихина. Т.1–5. СПб. : Изд. ЗИН РАН, 1994–2001.

Ход работы

Пользуясь литературой и определителями, перечислить количество групп организмов-биоиндикаторов среди предложенного набора препаратов. За одну группу считают каждый вид плоских червей; всех представителей типа олигохет; каждый вид пиявок; моллюсков; ракообразных; веснянок; поденок; каждое семейство ручейников; комаров, мошек; каждый вид из отрядов стрекоз, клопов, мух, жуков, водных клещей.

Составляют список определенных организмов; если нет возможности определить до вида, определяют до рода, семейства или отряда, записывают латинское название. Находят биотический индекс водоема. Группы стеноксидных организмов расположены в порядке снижения степени стеноксидности на фоне возрастания загрязнения воды (табл. 9).

Таблица 9

Биотические индексы загрязненности воды

Ключевые организмы		Общее количество групп				
		0 – 1	2 – 5	6 – 10	11 – 15	16 ≥
Личинки веснянки	Более одного вида	–	6	7	8	9
	Только один вид	–	5	6	7	8
Личинки по- дёнки	Более одного вида	–	7	8	9	10
	Только один вид	–	6	7	8	9
Личинки ру- чейника	Более одного вида	–	5	6	7	8
	Только один вид	4	4	5	6	7

Ключевые организмы		Общее количество групп				
		0 – 1	2 – 5	6 – 10	11 – 15	16 ≥
Ракообразные, включая бокоплавов, водяных осликов	Прочие виды отсутствуют	3	4	5	6	7
		2	3	4	5	6
Семейство Hironominae	То же	1	2	3	4	–

Отборы проб грунта с организмами проводят с помощью жестяных банок, драг, скребков с мелкоячеистой пластиковой сеткой («мельничный газ»). Длину скребущей части драги или скребка делают размером 25 см для удобства измерения площади обследуемого дна.

Вопросы для контроля

1. Сколько групп организмов-биоиндикаторов было определено, почему количество групп меньше числа препаратов?
2. Каков биотический индекс водоема?
3. Почему отряд Веснянки и отряд Поденки – это ключевые группы биоиндикаторов, а каждый вид летающих насекомых составляет одну группу?
4. В чем преимущество биоиндикации по сравнению с физико-химическими методами анализа?

6. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СРЕДЫ ПО СТАБИЛЬНОСТИ РАЗВИТИЯ

Работа 19. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ РАЗВИТИЯ ДРЕВЕСНЫХ И ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЙ

Асимметрия как реакция на действие экологических факторов явление широко распространенное среди живых организмов. Среди билатеральной асимметрии только один вид – флуктуирующая асимметрия – указывает на стабильность развития организма. Стабильность развития в целом определяется генотипом, но зависит и от воздействия комплекса факторов со стороны всех видов сред. Среди древесных растений определяют асимметрию листовых пластин некоторых гелиофитов – светолюбивых видов растений – березы, липы, дуба. Из травянистых растений

используют листья видов земляники, манжетки, черники, подорожника. Коэффициент асимметрии показывает степень отклонения организма от нормального состояния. Повышение коэффициента асимметрии говорит о снижении стабильности развития организма или популяции. Рассмотрим методику определения стабильности развития для березы повислой.

Цели и задачи. Установить различие в биометрических показателях и рассчитать коэффициент асимметрии у растения, произрастающего в загрязненной зоне, и у контрольного растения.

Материалы и методы

Выборки должны производиться с растений, находящихся в сходных экологических условиях по уровню освещенности, влажности и т.д. Например, одна из сравниваемых выборок не должна находиться на опушке, а другая – в лесу.

Листья собирают в количестве 100 – 150 штук. Сбор пластинок должен производиться с растений, находящихся в сходных экологических условиях по уровню освещенности и влажности, с 10 близко-растущих деревьев по 10 – 15 листьев с каждого, всего 100 – 150 листьев из одной популяции.

Листья берут из нижней части кроны на уровне поднятой руки с максимального количества доступных веток (стараясь задействовать ветки с севера, юга, запада и востока). Используют листья только с укороченных побегов (рис. 8). Листья стараются брать примерно одного среднего для данного вида размера. Поврежденные листья могут быть использованы в исследовании, если не затронуты участки, с которых будут сниматься значения промеров.

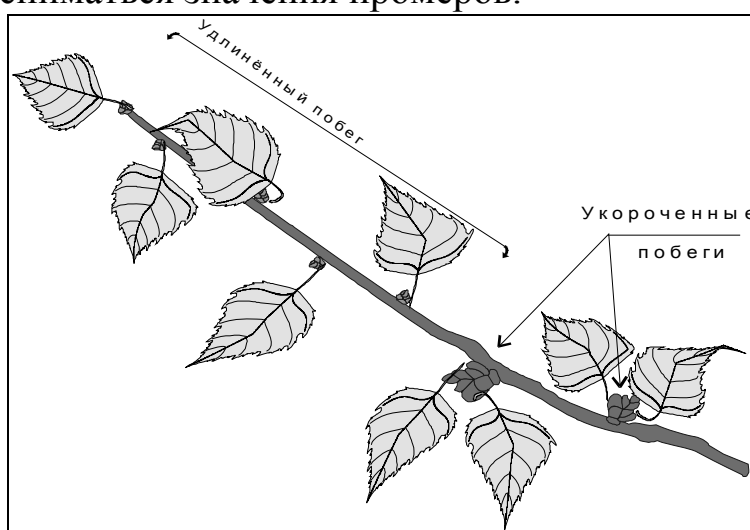


Рис. 8. Расположение листьев березы. Для сбора выбирают укороченный побег

Выбирают группу деревьев в городской черте, около крупных магистралей, загрязненных водоемов. Возраст деревьев от 15 до 25 лет.

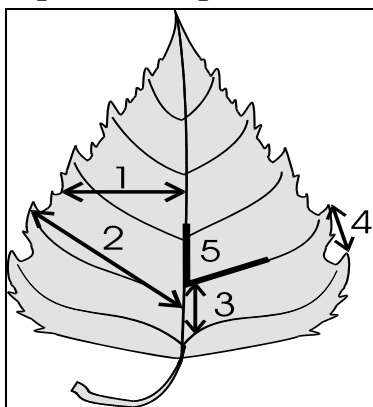


Рис. 9. Признаки для оценки стабильности березы повислой

С одного листа снимают показатели по 5 параметрам с левой и правой стороны листа (рис. 9):

1. ширина половинки листа. Для измерения лист складывают поперек пополам, прикладывая макушку листа к основанию, потом разгибают и по образовавшейся складке производят измерения;
2. длина второй жилки второго порядка от основания листа;
3. расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка;
4. расстояние между концами этих жилок;
5. угол между главной жилкой и второй от основания жилки второго порядка.

При измерении угла транспортир кладут нулевой отметкой к месту ответвления второй жилки второго порядка от средней жилки. Для удобства на бумаге вычерчивают лучи от этой точки. Удобнее использовать прозрачные транспортиры. Все данные для каждого дерева заносят в таблицу. Значения заносят в миллиметрах и градусах (для 5-го признака).

Величина признаков (пример оформления).

Дата	Дерево №		Исполнитель							
Место сбора										
Номер листа	1-й признак		2-й признак		3-й признак		4-й признак		5-й признак	
	л	п	л	п	л	п	л	п	л	п
1	21	20	31	29	4	5	9	9	43	45
2	20	20	32	30	5	5	8	7	40	44
3	19	21	30	30	5	4	8	9	39	41
4	17	18	27	29	3	5	9	8	46	42
5	23	20	28	31	5	4	7	7	44	41
6	21	21	30	27	4	3	8	9	39	40
7	19	19	26	29	4	4	10	9	38	42
8	20	21	29	29	5	4	8	8	41	45
9	22	18	28	31	5	3	7	9	40	42
10	24	21	31	30	3	5	9	10	42	46

Обозначим значение одного промера X , тогда значение промера с левой и правой стороны будем обозначать как $X_{\text{л}}$ и $X_{\text{п}}$ соответственно. Например, в нашем примере у листа № 1 по первому признаку $X_{\text{л}} = 21$, а $X_{\text{п}} = 20$. Находим значение Y_1 по формуле

$$Y_1 = \frac{X_{\text{л}} - X_{\text{п}}}{X_{\text{л}} + X_{\text{п}}} = \frac{21 - 20}{21 + 20} = \frac{1}{41} = 0,024.$$

Найденное значение Y_1 вписываем во вспомогательную таблицу. Подобные вычисления производят по каждому признаку. В результате получается 5 значений Y для одного листа. Такие же вычисления производят для каждого листа в отдельности, записывая результаты в таблицу.

**Среднее относительное различие на признак
(в данном примере находится для каждой листовой пластины)**

Номер листа	Признаки $Y = \frac{ X_o - X_n }{X_o + X_n}$					Среднее относительное различие на признак $Z = \frac{Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 + Y_5}{N}$
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	
1	0,024	0,033	0,11	0	0,023	0,038
2						

Далее находят значение среднего относительного различия между сторонами на признак для каждого листа (Z). Для этого сумму относительных различий надо разделить на число признаков.

Например, для 1-го листа $Y_1 = 0,024$; $Y_2 = 0,033$; $Y_3 = 0,111$; $Y_4 = 0$; $Y_5 = 0,02$.

Находим значение Z_1 по формуле

$$Z_1 = \frac{Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 + Y_5}{N} = \frac{0,024 + 0,033 + 0,111 + 0 + 0,02}{5} = 0,038,$$

где N – число признаков, в данном случае $N = 5$.

Подобные вычисления производят для каждого листа. Найденные значения заносят в таблицу.

В третьем действии вычисляется среднее относительное различие на признак для выборки (X). Для этого все значения Z складывают и делят на число этих значений (количество листьев с дерева), например на 10. Получают коэффициент асимметрии для одной особи (дерева) K_{δ} :

$$K_{\delta} = \frac{\sum Z}{n} = \frac{Z_1 + Z_2 + \dots + Z_n}{n} =$$

$$= \frac{0,062 + 0,029 + 0,029 + 0,08 + 0,145 + 0,053}{10} +$$

$$+ \frac{0,032 + 0,036 + 0,01 + 0,09}{10} = 0,057,$$

где n – число значений Z , т.е. число листьев.

Итак, коэффициент асимметрии в нашем случае равен 0,057. Аналогично проводят работу для каждого дерева. Потом суммируют все K_{δ} и делят на число деревьев. Получают K_{ac} (коэффициент асимметрии для популяции). Для данного показателя разработана пятибалльная шкала отклонения от нормы, в которой 1 балл – условная норма, 2 балла – слабо загрязненная территория, 3 балла – умеренно-загрязненная территория, 4 балла – сильно загрязненная территория, 5 баллов – критическое состояние (табл. 10).

Таблица 10

Показатель асимметричности, балл

Балл	Значение показателя асимметрии популяции K_{ac}
1	До 0,055
2	0,055 – 0,060
3	0,060 – 0,065
4	0,065 – 0,070
5	Более 0,07

Составляют таблицы, находят коэффициент асимметрии K_{ac} . Делают вывод о состоянии территории.

Для определения стабильности развития дуба используют другие признаки (рис. 10).

Для выполнения дипломных проектов, работ по трудовым договорам, работ в зонах решения спорных природохозяйственных вопро-

сов, по указанию преподавателя могут быть рекомендованы дополнительные признаки:

1) длина второй от основания листа жилки второго порядка;

2) длина третьей от основания листа жилки второго порядка;

3) длина четвертой от основания листа жилки второго порядка;

4) наименьшее расстояние от центральной жилки до вершины второй от основания листа жилки второго порядка;

5) наименьшее расстояние от центральной жилки до вершины третьей от основания листа жилки второго порядка;

6) наименьшее расстояние от центральной жилки до второй впадины от основания листа;

7) наименьшее расстояние от центральной жилки до третьей впадины от основания листа;

8) проекция расстояния на центральную жилку между второй и третьей впадинами от основания листа (ширина второй лопасти).

Максимальную ширину листа измеряют перпендикулярно центральной жилке, длину черешка от его кончика до центра дугообразной впадины основания листовой пластинки с обеих ее сторон.

При работе с липой мелколистной используют также специфические признаки (рис. 11).

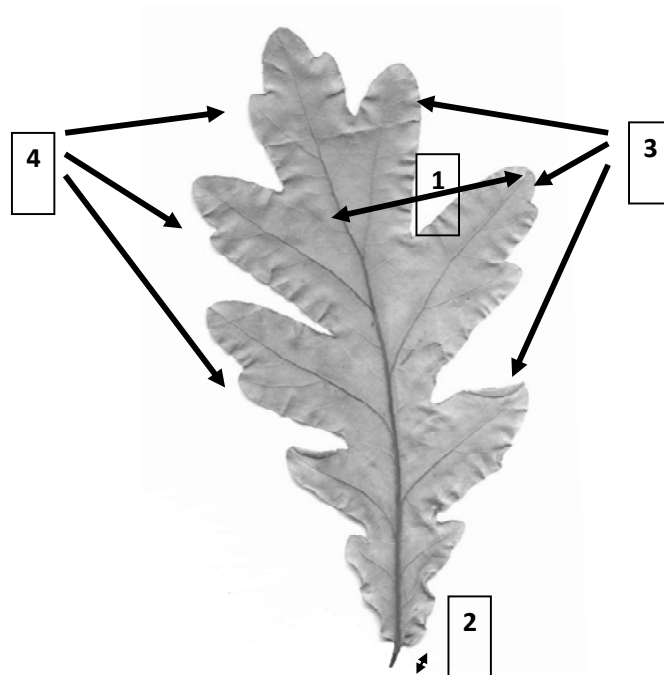


Рис. 10. Признаки для оценки стабильности развития дуба черешчатого: 1 – максимальная ширина листа; 2 – длина черешка; 3 – число лопастей первого порядка; 4 – число лопастей второго порядка

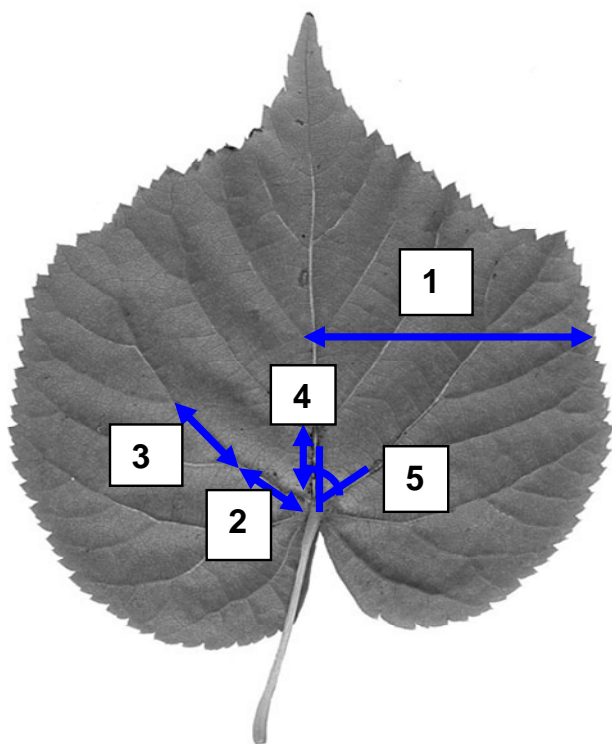


Рис. 11. Признаки для оценки стабильности развития липы мелколистной: 1 – ширина середины листа; 2 – расстояние между основаниями первой жилки первого порядка и второй жилки второго порядка; 3 – расстояние между основаниями второй и третьей жилок второго порядка на первой жилке первого порядка; 4 – расстояние между основаниями первой и второй жилок первого порядка; 5 – угол между центральной и первой жилками

на местности). Если собранный материал не может быть обработан сразу, то его помещают на нижнюю полку в холодильнике (максимальный срок хранения – неделя). Для длительного хранения используется фиксатор – 70%-ный спирт или 3%-ный формалин.

У таких видов, как манжетка лекарственная, подорожник большой, ланцетовидный, малый, одуванчик лекарственный, мать-и-мачеха, земляника лесная, черника, брусника используют следующие признаки: ширина правой и левой сторон листовой пластины, а также количество зубчиков у кромки листа (у земляники).

Следует отметить, что шкала оценки стабильности развития для березы в настоящее время используется и для липы мелколистной, и для дуба черешчатого.

Для травянистых растений составляется собственная шкала стабильности развития. Проводят обследование территорий в сравнительном плане. Важным является выбор одновозрастных популяций. Используют следующие виды: клевер ползучий и клевер гибридный.

Анализируемыми признаками являются следующие: длина центральных жилок боковых листочков слева и справа. Минимальный размер выборки – 25 листьев с 25 растений.

Каждая выборка снабжается этикеткой; на которой указывают дату, место сбора (подробную привязку

Для анализа выбираются территории, расположенные близко к жилым домам, животноводческим комплексам, детским лагерям, высоковольтным линиям электропередач, проезжим дорогам (хотя бы к одному из этих факторов). Расстояние до этих объектов должно быть в пределах 25 – 50 м. Рельеф местности должен быть однородным. Необходимо также учесть возможные места складирования удобрений, стоянки скота, остатки строений, бывшие дороги и т.п. В качестве контрольных выбираются территории, удаленные на расстояние 50 – 100 м, но не более.

Для обработки собранного материала необходимы: линейка, циркуль-измеритель. Одна выборка обрабатывается одним человеком.

Данные измерений заносятся в таблицу.

Номер выборки:	Дата:	Исполнитель:
Место выборки:	Вид:	
Номер листовой пластины	Л	П
1.		
2.		
...		

Вычисления проводят по следующим формулам:

$$\sigma_d^2 = \frac{\sum (d_{l-r} - M_d)^2}{n-1},$$

$$M_d = \frac{\sum d_{l-r}}{n},$$

$$d_{l-r} = \frac{2(d_l - d_r)}{d_l + d_r},$$

где d_l – значение признака на левой стороне;

d_r – значение признака на правой стороне;

M_d – среднее различие между сторонами;

σ_d^2 – дисперсия различий между сторонами относительно среднего различия;

n – число промеров (численность выборки).

Статистическая обработка полученных данных средствами Excel

Статистическая обработка данных начинается с проверки полученных данных измерений правого и левого признака. Так как окончательная проверка проводится с использованием критерия Стьюдента, используемого для нормально распределенных значений (симметричных, без резких отклонений от доверительного интервала), то важно отделить выборки, которые не удовлетворяют нормальному закону распределения. Для работ, связанных с государственной или общественной экспертизой, необходимо проверить все анализируемые особи деревьев, кустарников или травянистых растений на нормальность распределения разности значений П и Л по каждому признаку. Для этого используют программу Excel. Для косвенного определения нормальности распределения используют t -критерий. Проверяют гипотезу о равенстве средних между выборками П и Л из 10 – 15 значений для каждого растения. При этом тестируется нулевая гипотеза, т.е. предполагается, что средние значения П равны средним значениям Л. Работа проводится в программе Excel, (модуль – «функции», ТТЕСТ, хвосты – 2, тип распределения – 1). Если вероятность p меньше 0,05, то говорят о возможном отклонении от нормального распределения разности П-Л и присутствии направленной асимметрии. Направленная асимметрия – это вид асимметрии, когда преобладает величина правого или левого признака. Она может вызываться как генетическими, так и внешними средовыми факторами. Если вероятность принятия нулевой гипотезы p меньше 0,05, то говорят о различии дисперсий. Следовательно, выборка не удовлетворяет t -критерию, и это свидетельствует о наличии направленной асимметрии. Такие выборки нельзя использовать. Их либо удаляют из дальнейшего об-счёта, либо (лучше) удаляют из выборки данные по листьям, которые резко выделяются по величине, отличаясь от среднего значения. После этого проводят вновь тест и убеждаются в отсутствии направленной асимметрии и отклонения от нормального распределения.

Другой вид асимметрии – антисимметрия – характеризуется высокими или низкими значениями эксцесса и асимметричности распределения частот (П-Л) (со знаком). Этот вид асимметрии следует также отделить от общей выборки, так как он мешает определению

стабильности развития, например, вызывает как повышение, так и уменьшение общего интегрального показателя. Чтобы исключить признаки с антисимметричным видом билатеральной асимметрии, надо провести описательную статистику выборок, содержащих данные о признаках листьев для каждой особи растения ($n = 10 - 15$). Если эксцесс меньше $-1,4$ или больше $1,1$, то эта выборка не может использоваться и выбраковывается. Оставшиеся общие выборки, свободные от направленной асимметрии и антисимметрии, служат для определения коэффициента флуктуирующей асимметрии, который наиболее точно показывает степень стабильности развития изучаемой популяции растений.

Для проверки различия между двумя территориями используют однофакторный дисперсионный анализ. Он применяется для сравнения данных 2 популяций. Проверяются две выборки, содержащие коэффициенты асимметрии особей. Окончательный вывод содержит информацию о стабильности развития этих популяций. Если вероятность нулевой гипотезы мала (p меньше $0,05$), то делают вывод о различии сравниваемых выборок. При сравнении средних значений важно учитывать то, что сравниваются выборки, имеющие распределение по нормальному закону. Нормальность выборок можно проверить лишь специальными программами (СТАТИСТИКА, SPSS и др.).

Так как направленная асимметрия и антисимметрия являются генетическими признаками, то эти данные учитывают и дают оценку состояния территории не только по флуктуирующей асимметрии, но и по этим двум видам асимметрии. Отмечают количество выбросов (аномальных) признаков, которые были удалены при тестировании направленной асимметрии, количество растений с такими признаками, характеризуют соответствующую популяцию с генотипической стороны. Отмечают, сколько деревьев (травянистых растений) обладали повышенным или (реже) пониженным эксцессом распределения (П-Л), также подробно описывают соответствующий биоценоз и близость техногенных источников стресса. Важно описать внешний вид листьев, наличие листовых пластин, поврежденных насекомыми, грибами, вирусами. При исследовании описанных видов асимметрии важны многолетние наблюдения, которые подтверждают генетическое своеобразие изучаемых территорий.

При изучении стабильности развития важно проверить равенство средних значений. Но они бывают равны, а дисперсии выборок (т.е. меры отклонения значений от среднего) различны. Как было сказано, каждую выборку, состоящую из 10 – 15 значений, проверяют на равенство нулю разности между П (правым признаком) и Л (левым признаком). Если она равна нулю, то это косвенно говорит о нормальном распределении выборки (по закону Гаусса).

Для проверки гипотезы о равенстве нулю используют программу Excel. Сначала проверяется равенство дисперсий двух выборок. Используется критерий Фишера. Проверяется гипотеза о том, что эти выборки по дисперсии совпадают (выбраны из одной генеральной совокупности). В программе Excel предусмотрен двухвыборочный *F*-тест для дисперсий. Это и есть тест на проверку различия дисперсий. Например, при изучении стабильности развития получены две выборки из генеральной совокупности. Выборка состоит из промеров гомологичного билатерального признака – размеров правой и левой сторон листа. Чтобы использовать эти выборки для дальнейшего анализа, надо убедиться, что между ними нет серьезных различий. Только тогда эти данные можно использовать для определения стабильности различия. В противном случае при существенном превышении размера одной стороны пластины над другой говорят о серьезных нарушениях в асимметрии, о так называемой направленной асимметрии. Рассмотрим два ряда значений, полученных при измерении левой и правой сторон листовой пластины:

2,508 2,505
2,278 2,449
2,609 2,639
2,758 2,623
2,446 2,778
2,487 2,297
2,600 2,657
3,096 2,943
2,145 2,115
2,398 2,669

Средние значения этих выборок составляют для контроля 2,533 и 2,568 для эксперимента.

Критерий Фишера реализован в таблицах Excel: сервис: анализ данных: двухвыборочный F-тест для дисперсии. Проверяется гипотеза о том, что эти выборки по дисперсии совпадают (выбраны из одной генеральной совокупности).

Двухвыборочный F-тест для дисперсии

Статистики	<i>Переменная 1</i>	<i>Переменная 2</i>
Среднее	2,532627	2,567727
Дисперсия	0,069081	0,056449
Наблюдения	10	10
df	9	9
F	1,223774	...
P(F<=f) одностороннее	0,384232	...
F критическое одностороннее	3,178893	...

Согласно критерию Фишера найденная экспериментально F меньше F критического ($1,22 < 3,17$), при уровне значимости $P > 0.05$. Это значит, что частное, полученное при делении большей дисперсии на меньшую, не превышает табличное значение при данном количестве измерений. Говоря математическим языком, принимается нулевая гипотеза об отсутствии различия в дисперсиях между двумя выборками. Проверяемая гипотеза отклонена быть не может при уровне значимости 95 %. В данном случае p равно 0,384. Если бы p было менее 0,05, то говорилось бы о том, что вероятность ошибки принятия ошибочной гипотезы менее 5 %. В этом случае нулевая гипотеза не принимается (отклоняется). При этом F превышало бы критическое табличное значение.

Следующий шаг статистической обработки – это постановка анализа на сравнение двух выборок по их средним значениям. При этом используется двухвыборочный t -тест с двумя одинаковыми дисперсиями. В случае если F -тест показал бы различие в дисперсиях, то проводился бы двухвыборочный t -тест с различными дисперсиями.

Рассмотрим результаты этого теста

Двухвыборочный t-тест с одинаковыми дисперсиями

Статистики	Переменная 1	Переменная 2
Среднее	2,5325	2,5675
Дисперсия	0,069107	0,05641
Наблюдения	10	10
Объединенная дисперсия	0,062758	...
Гипотетическая разность средних	0	...
df	18	...
t-статистика	-0,3124	...
P(T<=t) одностороннее	0,379162	...
t критическое одностороннее	1,734064	...
P(T<=t) двухстороннее	0,758323	...
t критическое двухстороннее	2,100922	...

Строка “P(T<=t) двухстороннее” сообщает о том, что вероятность реализации нулевой гипотезы H_0 велика: $p = 0,379$, что больше уровня значимости 0,05, т.е. $p > 0,05$. Говорят, что различия между выборками случайные (недостовверные). Например, другая выборка (скорее всего) также не покажет различий.

Строка “P(T<=t) одностороннее” используется, когда получают две выборки от одного источника, например при повторном измерении одной и той же половины листовой пластины.

Итак, данные выборки могут быть использованы для дальнейшего анализа. Подобная оценка свойств выборок проводится в исследованиях не только стабильности развития растений и других организмов, но и в любых экспериментах.

Признаки листовых пластин различны по величине и биологической функциональности. Корреляционный анализ показывает связь между изучаемыми признаками. При использовании корреляционного анализа его можно рассматривать как дополнительный метод при

анализе стабильности развития. Корреляционный анализ также представлен в пакете "Анализ данных".

Приведём пример корреляционного анализа между коэффициентами стабильности развития для 10 листьев березы повислой по пяти признакам.

Номер листа	1-й признак	2-й признак	3-й признак	4-й признак	5-й признак
1	0,047	0,007	0,013	0,112	0,000
2	0,006	0,047	0,014	0,076	0,012
3	0,137	0,008	0,214	0,135	0,012
4	0,018	0,041	0,114	0,019	0,013
5	0,003	0,023	0,000	0,113	0,047
6	0,128	0,033	0,224	0,164	0,043
7	0,051	0,005	0,045	0,024	0,000
8	0,006	0,021	0,060	0,000	0,013
9	0,010	0,016	0,134	0,009	0,038
10	0,033	0,023	0,104	0,000	0,039

Результаты

Признак	1-й признак	2-й признак	3-й признак	4-й признак	5-й признак
1	1				
2	-0,283	1			
3	0,822	-0,191	1		
4	0,666	-0,021	0,416	1	
5	-0,02	0,259	0,115	0,131	1

Выделяем жирным шрифтом те признаки, которые дают коэффициент корреляции 0,7 и более. Это показатель сильной корреляционной связи. В данном случае мы не используем для дальнейшей работы 1-го, 3-го и 4-го признаков. Результаты по асимметрии 1-го признака (признаки соответствуют столбцам).

После этого суммируют значения асимметрии 2 – 4-го признаков листьев, находят среднее арифметическое и получают коэффициент стабильности развития сначала для дерева, потом и для популяции. Например, в нашем случае коэффициент стабильности развития по 2-му, 3-му, 4-му и 5-му признакам равен 0,050, что соответствует 1-му баллу (условной норме). При использовании всей совокупности

признаков коэффициент стабильности развития равен 0,0398, что значительно ниже настоящего значения.

Как было сказано, существует несколько подходов к определению стабильности развития. Наиболее простой – без выбраковки значений, без определения корреляционных связей между признаками. Полезно провести три подхода к определению стабильности развития: по интегрированному общему коэффициенту асимметрии, с учетом выбросов и с учетом корреляции признаков. Результаты могут не обязательно полностью совпадать, но будут более подробными.

Сравнительный анализ территорий проводят по *t*-критерию, аналогично тому, как сказано выше. Проверяется нулевая гипотеза об отсутствии различий между выборками. Делается вывод о существенном отличии одной территории от другой по индексу (коэффициенту) стабильности развития. После получения данных о стабильности развития их накладывают на карту города, района, области. Проводят интегральный анализ, по которому выясняются наиболее неблагоприятные районы. Следующим этапом проводится наложение на карту данных по химическому загрязнению почв, воды, атмосферного воздуха. Если территорий не две, а больше, то выполняют факторный дисперсионный анализ (в опции «сервис», «анализ данных»). В конце работы делается вывод: а) о факторах, прямо влияющих на здоровье среды региона (района, области); б) наиболее неблагоприятных районах. Даются рекомендации в административные органы для поддержания и восстановления здоровья среды.

Работа 20. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПО КОМПЛЕКСУ ПРИЗНАКОВ У ХВОЙНЫХ

Известно, что на загрязнение среды наиболее сильно реагируют хвойные и древесные растения. Характерными признаками неблагоприятия окружающей среды и особенно газового состава служат появление разного рода хлорозов и некрозов, уменьшение ряда органов (длины хвои, побегов текущего года и прошлых лет, их толщины, размера шишек, сокращение величины и числа заложенных почек). Последнее является предпосылкой уменьшения ветвления. Ввиду меньшего роста побегов и хвои в длину в загрязненной зоне наблюдается сближенность расстояния между хвоинками (их больше на 10 см побега, чем в чистой зоне). Наблюдается утолщение самой хвои,

уменьшается продолжительность ее жизни (1 – 3 года в загрязненной зоне и 6 – 7 лет в чистой). Влияние загрязнений вызывает также стерильность семян (уменьшение их всхожести). Все эти признаки не специфичны, однако в совокупности дают довольно объективную картину.

Хвойные удобны тем, что могут служить биоиндикаторами круглогодично. В лесоведении давно разработана оценка состояния окружающей среды по комплексу признаков у хвойных, при которой используются не только морфологические показатели, которые весьма изменчивы, но и ряд биохимических изменений.

Использование хвойных дает возможность проводить биоиндикацию на огромных территориях (например, оценивать влияние на окружающую среду таких гигантов сибирской индустрии, как Норильский и Братский комбинаты). Хвойные – основные индикаторы, которые применялись для оценки состояния лесов Европы. Их использование также весьма информативно на малых территориях (например, влияние автодороги на прилегающую зону, если она примыкает к хвойному лесу; состояние окружающей среды в городских экосистемах разного ранга и характера).

Цели и задачи. Определение экологического состояния природной среды с использованием хвойных растений.

Оборудование и материалы

Весы технохимические; разновесы, линейки, измерительные и простые лупы с увеличением в 4 – 10 раз, миллиметровка, термостат, ветви одного вида хвойных, произрастающего в городских посадках или в зоне влияния металлургических предприятий, ТЭС и других, ветви, взятые в относительно чистой зоне загородных территорий.

Ход работы

Ветви срезаются на высоте 2 м с определенной части кроны, обращенной к зонам с загрязненным воздухом (вблизи автодорог, предприятий, особенно с выбросами в воздух сернистого газа, на который хвойные сильно реагируют). Контролем служат ветки с условно одно-возрастных деревьев, собранные в чистой зоне заповедника, зеленой зоне города или в посадках лесных культур.

1. Изучение хвои

А. Хвою рассматривают при помощи лупы, выявляют и зарисовывают хлорозы, некрозы кончиков хвоинок и всей поверхности, их

процент и характер (точки, крапчатость, пятнистость, мозаичность). Чаще всего повреждаются самые чувствительные молодые иглы. Цвет повреждений может быть самым разным: красновато-бурым, желто-коричневым, буровато-сизым, и эти оттенки являются информативными качественными признаками.

Б. Измеряют длину хвои на побеге прошлого года, а также ее ширину (в середине хвоинки) при помощи измерительной лупы. Предварительно используя миллиметровку, устанавливают цену деления лупы. Повторность 10-, 20-кратная, так как биометрические признаки довольно изменчивы.

В. Устанавливают продолжительность жизни хвои путем просмотра побегов с хвоей по мутовкам.

Г. Вычисляют массу 1000 штук абсолютно сухих хвоинок. Для этого отсчитывают по 500 штук хвоинок, их высушивают в термостате до абсолютно-сухого состояния и взвешивают.

Д. Сближенность хвоинок. В результате ухудшения роста побега в загрязненной зоне пучки хвоинок более сближены, и на 10 см побега их больше, чем в чистой зоне. Отмеряют 10 см побега прошлого года и подсчитывают число хвоинок. Если побег меньше 10 см, подсчет ведется по существующей длине и переводится на 10 см.

Во всех случаях выводится среднее измерение.

Схема записи результатов измерений хвои

Место взятия образца	Длина, мм	Ширина, мм	Продол- житель- ность жизни, лет	Число хвойник на 10 см по- бега, шт.	Вес 1000 шт, г	Некрозы	
						%	Ха- рак- тер

2. Изучение побегов

А. Измеряют длину прироста каждого года, начиная от последнего, двигаясь последовательно по междоузлиям от года к году.

Б. Устанавливают толщину осевого побега (на примере двух-летнего).

В. В местах мутовок подсчитывают ветвление, определяют среднее количество.

Г. На побегах устанавливают наличие некрозов (точечное или другой формы отмирание коры).

3. Изучение почек

А. Подсчитывают число сформировавшихся почек, вычисляют среднее.

Б. Измеряют длину и толщину почек измерительной лупой и заполняют таблицу.

Схема записи результатов измерений побегов и почек

Место взятия	Побеги			Почки		
	Длина осевых побегов, см	Толщина осевых побегов, см	Ветвле- ние, шт.	Число, шт.	Длина, мм	Толщина, мм

Для построения карты состояния среды на определенной территории по реакциям хвойных все биометрические показатели выражаются в баллах (самый высокий балл – 5 – в чистой зоне) и наносятся на карту, а затем контурными линиями выделяются зоны разной степени загрязнения.

Работа 21. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФОСФАТОВ В ПОЧВЕ В ВИДЕ ФОСФОРНОМОЛИБДЕНОВАНАДИЕВОГО КОМПЛЕКСА

Принцип и характеристика метода

Метод основан на способности фосфатов при взаимодействии с молибдатом и ванадатом аммония при pH раствора в пределах 0,6 – 1,0 образовывать тройной фосфорномолибденованадиевый комплекс желтого цвета:



Данное соединение отличается большой устойчивостью и высоким значением молярного коэффициента поглощения $\xi = 2,5 \cdot 10^3$ при $\lambda = 400$ нм, что обеспечивает высокую чувствительность данного определения (0,5 мкг/мл р-ра). Кроме того, из-за ограниченного числа элементов, способных к образованию тройных соединений, реакция обладает большой избирательностью.

Диапазон измеряемых концентраций 25 – 500 мг/кг почвы.

Цели и задачи. Определение подвижных фосфатов в почве.

Оборудование и реактивы

1. Фотокolorиметр с кюветами толщиной слоя 30 мм и светофильтром (длина волны 400 – 500 нм).

2. Посуда мерная: пипетки вместимостью от 1 до 5 мл, колбы мерные на 25 мл 6 шт., колба коническая с пробкой на 500 или 250 мл, стаканчики на 100 – 50 мл 4 шт.

3. Ротатор.

4. Воронки стеклянные.

5. Фильтры бумажные.

6. Аммония молибдат, 5%-ный раствор.

7. Аммония ванадат: растворяют 2,5 г NH_4VO_3 в 500 мл горячей воды, раствор охлаждают, добавляют 20 мл HNO_3 конц. и разбавляют до 1 л.

8. Азотная кислота, 6 н.

9. Основной стандартный раствор KH_2PO_4 с содержанием 0,1 мг/мл P_2O_5 : 2 – 3 г KH_2PO_4 высушивают до постоянного веса. Навеску 0,1917 г помещают в колбу на 1 л, растворяют в воде и доводят объем до метки.

При малых концентрациях фосфатов в анализируемой почве калибровочный график строят по рабочему стандартному раствору с содержанием 0,01 мг/мл P_2O_5 , который готовят перед употреблением соответствующим разведением основного стандартного раствора водой.

Ход работы

Отбор проб почвы

С исследуемого участка отбирают смешанный образец почвы, состоящий из 5 проб, взятых по методу конверта или диагонали, лопатой или буром на глубину пахотного слоя. Все 5 проб ссыпают вместе (на куске брезента или пленки), освобождают от корней, камней и

других включений и тщательно перемешивают. Из средней массы почвы методом квартования отбирают 1,0 – 1,5 кг почвы, упаковывают в мешочек, заполняют сопроводительный талон, вместе с которым пробу отсылают в лабораторию для анализа.

Ход анализа

Поступившие в лабораторию пробы почвы высушивают до воздушно-сухого состояния на листе картона в тени, просеивают через сито Кноппа с диаметром отверстий 1 мм. 4 г подготовленной пробы почвы помещают в коническую колбу на 250 – 500 мл и приливают 100 мл 0,5 н. раствора уксусной кислоты. Взбалтывают на ротаторе в течение 2 ч, а затем фильтруют через бумажный фильтр. Первые порции фильтрата отбрасывают, отфильтрованная вытяжка должна быть совершенно прозрачной. Если вытяжка мутная, её перефильтровывают через двойной фильтр.

Берут пипеткой 5 – 10 мл фильтрата в мерную колбу вместимостью 25 мл, прибавляют по 2,5 мл HNO_3 6 н. раствора, растворов NH_4VO_3 и $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ перемешивают, раствор доводят до метки дистиллированной водой и через 30 мин измеряют оптическую плотность.

Содержание изучаемого вещества в пробе определяют по калибровочному графику.

Калибровочный график

Готовят шкалу стандартов: в мерные колбы на 25 мл вносят по 5 мл воды и 1, 2, 3, 4, 5 мл основного (или рабочего) стандартного раствора KH_2PO_4 . В каждую колбу добавляют по 2,5 мл растворов HNO_3 6 н., NH_4VO_3 и $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$, перемешивают и доводят дистиллированной водой до метки. Через 30 мин фотометрируют относительно раствора сравнения полученного добавлением в мерную колбу на 50 мл по 2,5 мл растворов HNO_3 6 н., NH_4VO_3 и $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$.

Шкала стандартов /при работе с основным стандартным раствором (соответствует содержанию P_2O_5 ; 2 – 4 – 6 – 8 – 10 мкг/мл). При использовании рабочего стандартного раствора она будет соответствовать 0,2 – 0,4 – 0,6 – 0,8 – 1,0 мкг/мл. По средним данным, полученным из трех измерений каждого стандарта, строят калибровочный график зависимости "оптическая плотность – содержание фосфатов".

Расчет анализа

Содержание подвижных фосфатов в почве рассчитывается по формуле

$$C = \frac{a \cdot V}{V_1 \cdot B} K \text{ мг/кг,}$$

где a – содержание подвижных фосфатов в анализируемом объеме пробы, мкг; V – общий объем фильтрата (почвенной вытяжки), мл; V_1 – объем почвенной вытяжки, взятый для исследования, мл; B – вес пробы почвы, г; K – пересчетный коэффициент на абсолютно сухую почву.

$$K = \frac{100}{100 - \text{H}_2\text{O}} \text{ ,}$$

где H_2O – влажность почвы, %.

В целях экономии времени при выполнении работы рекомендуется придерживаться следующей последовательности выполнения операций:

1. Приготовление почвенной вытяжки (ротатор), определение влажности почвы: 4 г воздушно-сухой почвы помещают в сушильный шкаф при 130 °С в предварительно взвешенной фарфоровой чашечке, через 3 ч чашечку переносят в эксикатор с силикагелем или концентрированной серной кислотой на 20 мин, остывшую чашечку с почвой взвешивают, по разнице масс рассчитывают влажность воздушно-сухой почвы в процентах, (как отношение).

$$m_1 = \frac{m_2}{m_1} \cdot 100 \text{ \%},$$

где m_1 – масса до высушивания; m_2 – масса после высушивания.

2. Приготовление серии стандартных растворов, построение градуировочного графика.

3. Фильтрация почвенной вытяжки, приготовление исследуемого раствора и его фотометрирование.

4. Определение концентрации фосфатов в исследуемом растворе по калибровочному графику.

5. Расчет анализа.

7. ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ КАК МЕТОД ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Фенология – наука о сезонных явлениях природы – изучает сроки наступления явлений и причины, определяющие эти сроки. Термин «фенология» был предложен бельгийским ученым Шарлем Морраном во второй половине 19 века. *Фенологическая индикация* – это определение одной даты по другой, известной, дате. Например, орешник-лещина зацветает через 5 дней после зацветания мать-и-мачехи, а ива-ракита – через 21 день. Фенодаты могут сдвигаться в зависимости от того, ранняя или поздняя была весна, но индикация возможна и при различных климатических изменениях. *Феностандарт* – это стандартные условия проявления сезонных свойств, например у растений. Так, разные стадии бутонизации цветков черемухи в различных районах Екатеринбурга оцениваются от 0 до 18 баллов. В зависимости от антропогенной нагрузки наступление фенологических дат может задерживаться. Фотопериодизм – это реакция организма на сезонные изменения продолжительности дня и ночи, является экологической особенностью вида. У растений она выражается, главным образом, в интенсивности фотосинтезирующих процессов, а у животных – в особенностях терморегуляции. Основные условия фенонаблюдений – точность определяемых сроков (фенодат). Второе условие – выбор удобного для посещения постоянного участка (маршрута наблюдений). Участок не должен отличаться от окружающей территории, т.е. должен быть типичным для данной местности. Чем полнее составлен паспорт территорий, тем ценнее полученные наблюдения. Одна из дат, которая отмечается в дневнике, – это последняя дата, когда явление еще не наблюдалось. Вторая дата – дата наступления явления. Если между этими двумя датами наблюдения не проводились, то берется среднее арифметическое. Например, 20 августа отлет городских ласточек еще не отмечался, а 24 августа птиц уже не было на участке наблюдения. Значит дата, отмечаемая в дневнике, – 22 августа. Все наблюдения вносятся сразу в ходе наблюдений или сразу после возвращения с экскурсии. Записи делают чернилами, месяц указывают словами. Важно не количество объектов, охваченных фенонаблюдениями, а точность регистрируемых фенодат.

Наблюдения за сроками проявления сезонных изменений в природе – это часть глобального мониторинга. Фенонаблюдения, или "летопись природы", позволяют прогнозировать сроки сельскохозяйственных работ, ход климатических изменений. Варьирование фенодат по годам зависит от суммы эффективных температур. Сумма эффективных температур – это значение температуры, необходимое для физиологических и биохимических сдвигов в организме, приводящих к наступлению фенологического явления. Например, в Подмосковье береза зацветает в среднем 8 мая при накоплении суммы эффективных температур 75 °С.

Определение явлений в жизни растений

Начало цветения – это день, когда у первых 2-3 особей данного вида появились первые цветки с раскрывшимися венчиками. У березы, ольхи, тополя, хвойных растений началом цветения является дата появления облачка пыли при легком встряхивании веток. Массовое цветение отмечается датой, когда на участке наблюдения зацвело большинство растений (более 50 %) данного вида. Начало цветения ивы отмечается, когда на мужских соцветиях появляются желтые пыльники. Начало охвоения лиственницы отмечается, когда замечено расхождение хвоинок в пучках. Рассеивание семян у осины отмечается при появлении в воздухе семян-летучек («пуха»). За осеннее пожелтение не следует принимать повреждение листьев насекомыми, болезнями, вызванными эндогенными паразитами: вирусами, грибами, бактериями (характерно для городских тополей).

При созревании плодов акации желтой отмечается дата, когда плод (боб) становится бурым и в сухую погоду трескается с характерным звуком. Созревание рябины отмечается, когда наблюдается более 50 % коричневых семян. Созревание лещины обыкновенной отмечается датой, когда околоплодник приобретает коричневую окраску, а сам плод находится в состоянии восковой спелости. Глазомерная оценка обилия цветения производится по 5-балльной системе в период разгара цветения. Оценка плодоношения ягодников, хвойных пород, семян древесных пород и кустарников производится также по пятибалльной системе до начала массового созревания плодов.

Определение явлений в мире животных

Появление первых двукрылых отмечают ранней весной, например в феврале, на пригретых солнцем местах. Для установления даты массового прилета птиц отмечают количество особей в стае ежедневно. Исчезновение двукрылых, птиц, последнюю песню скворца наблюдают в течение нескольких дней, тщательно фиксируя даты.

Определение явлений в области сельского хозяйства

Начало возобновления вегетации отмечается, когда замечено (у озимых культурных растений), что верхние не развернувшиеся листочки стали удлиняться, показывая в своей нижней части зеленую ткань. Начало колошения отмечается датой, когда примерно у 10 % растений колос наполовину выдвинулся из влагалища верхнего листа. Начало пыления отмечается датой, когда примерно у 10 % растений замечены раскрытие чешуек отдельных цветков и появление снаружи колоса созревших пыльников.

У бобовых дата цветения отмечается, когда раскрывается верхний лепесток – «парус». Созревание отмечается датой, когда примерно у 10 % растений бобы пожухли, а семена приобрели характерную для сорта окраску.

Работа 22. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ФЕНОДАТ

Цель работы. Сравнить данные сезонных изменений в природе во Владимирской области за последние 3 – 5 лет со средними многолетними датами. Даты фенонаблюдений можно выбрать произвольно или под руководством преподавателя. Это могут быть даты прилёта птиц (белой трясогузки, скворцов, городских и деревенских ласточек, стрижей и других перелётных птиц). Среди явлений в мире насекомых фиксируют появление шмелей, бабочек, среди растений – сроки зацветания известных растений. Сравнивают полученные даты со средними многолетними, полученными в области за последние 3 – 50 лет (см. приложение).

Сущность статистического анализа результатов наблюдений сводится к определению различия между сезонными изменениями в текущем году, в сравнении со средними датами предыдущих лет (см. приложение). Выводы позволяют судить даже об изменении климата

в регионе. Однако важными являются сравнения дат сразу нескольких явлений. Для анализа такого рода используется критерий Вилкоксона для сопряженных пар наблюдений. Критерии используются для проверки статистических гипотез.

Чаще используется проверка нулевых гипотез о том, что различий между двумя или более выборками нет. Такая гипотеза называется нулевой, так как предполагается, что разность между значениями двух выборок равна нулю. Следовательно, опровергая нулевую гипотезу, можно сказать с определенной вероятностью, что различия между двумя или более выборками существуют.

Сначала находят разности между парными значениями. Затем эти разности ранжируют и определяют их ранги. Ранги суммируют отдельно с положительными и отрицательными знаками. Если разность равна нулю, то нуль не учитывается. Меньшая сумма рангов независимо от знака сравнивается с числом, указанным в специальной таблице. Если эта сумма меньше табличного значения, то говорят о достоверном различии сравниваемых рядов фенодат.

Таблица содержит критические значения при разных уровнях значимости (p) и числа наблюдений (n). Рассмотрим схему вычисления критерия Вилкоксона для девяти дат, полученных в 2004-м году. Результаты представлены в табл. 11.

Таблица 11

Пример использования критерия Вилкоксона

№ п/п	Сезонные изменения	Средне-много-летнее значение	2004 г.	Раз-ность	Ранг	Ранги мень-шей груп-пы
1	2	3	4	5	6	7
1	Появление бабочки-крапивницы	(8.04) 39	(24.03) 24	15	4	
2	Цветение мать-и-мачехи	(12.04) 12	(10.04) 10	2	2	
3	Начало облиствения березы	(2.05) 2	(3.05) 3	-1	1	
4	Цветение черемухи	(13.05) 13	(11.05) 11	2	2	1

Окончание табл. 11

№ п/п	Сезонные изменения	Средне много-летнее значение	2004 г.	Раз-ность	Ранг	Ранги мень-шей груп-пы
1	2	3	4	5	6	7
5	Цветение рябины	(24.05) 24	(24.05) 24	0	2	
6	Цветение сирени	(24.05) 24	(26.05) 26	-2	2	
7	Ласточка деревен-ская, начало прилета	(5.05) 5	(4.05) 4	1	1	
8	Стриж черный, начало прилета	(19.05) 19	(9.05) 9	10	3	2
9	Первая песня соловья	(6.05) 6	(4.05) 4	2	2	
$n = 9$						

1. В столбце 1 записывают порядковый номер сезонных изменений.
2. В столбце 2 указывают сезонные изменения.
3. В столбцах 3 и 4 даны среднемноголетние значения фенодат и значения фенодат за 2004 год соответственно. Важно не просто вычитать одну дату из другой, а учитывать дни. За начало отсчёта принимают первый день месяца. Например, для бабочки-крапивницы (8.04.) это: 31(количество дней в марте 2004-го года + 8 (апрельские дни) = 39.
4. В столбце 5 проставляют разность в днях (сутках).
5. В столбце 6 проставляют ранги: первый ранг – самое малое значение (1 день). Второй ранг соответствует двум дням. Третий ранг – 10 дней. Четвертый ранг соответствует 15 дням.
5. Суммируем ранги отрицательных значений. Ранг выбирают один раз без повторений: $1 + 2 = 3$.
6. Суммируем ранги положительных значений $3 + 4 = 7$.
7. В столбце 7 записывают ранги меньшей группы.

В таблице критических значений при $n = 9$ и при уровне значимости 0,05 значение критерия равно 7. Наше значение равно трем. Оно меньше, чем критическое. Следовательно, нулевая гипотеза может быть отвергнута на данном уровне значимости. Мы говорим о различии полученных данных за 2004-й год от данных, полученных в результате многолетних наблюдений (табл. 12). Окончательный вы-

вод: результаты говорят о том, что мы получили достоверные (статистически значимые различия) на 5%-ном уровне значимости. Это означает, что вероятность того, что они недостоверны, составляет 0,05 от одной единицы, т.е. только 5 %. Единицей в данном случае является 100%-ная вероятность реализации нулевой гипотезы. Анализируя явления за 2004-й год, выясняют, какое явление сильно отличается от многолетних средних (табл. 12). Остальные даты также смещены в раннюю сторону, что говорит о ранней весне 2004-го года. Взяв за анализ несколько лет подряд, можно выявить тенденции к ускорению наступления фенодат, следовательно, говорить об усилении адаптации живых организмов, в том числе в условиях глобального потепления.

Таблица 12

Сезонные изменения в природе, г. Владимир

№ п/п	Сезонные изменения	Средняя многолетняя дата
1	Появление бабочки-крапивницы	8.04
2	Цветение мать-и-мачехи	12.04
3	Начало облиствения березы	2.05
4	Цветение черемухи	13.05
5	Цветение рябины	24.05
6	Цветение сирени	24.05
7	Ласточка деревенская, начало прилета	5.05
8	Стриж черный, начало прилета	19.05
9	Первая песня соловья	6.05

8. МУТАГЕНЕЗ

Работа 23. ВЛИЯНИЕ ТОКСИЧНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ НА РАЗМНОЖЕНИЕ ПОПУЛЯЦИИ ИНФУЗОРИЙ

Термин «мутация» введен Гуго де Фризом как «скачкообразное изменение наследственного признака». Мутации, которые возникают относительно постоянно, называются *спонтанными*, а возникшие особи – спонтанными мутантами. К таким мутациям относятся точечные мутации, возникающие при замене одного нуклеотида на другой, а также при выпадении и вставке нуклеотидов. Хорошо изучены мутации, происходящие в одноклеточных организмах, например среди

бактерий. Здесь численная доля мутантов составляет $10^{-4} - 10^{-5}$. Лишь небольшая часть спонтанных мутаций проявляется в фенотипе. Во многих триплетах изменение третьего нуклеотида не приводит к мутациям, так как одна аминокислота кодируется разными триплетами. Последняя буква триплета наименее значима. Если точечная мутация (замена третьего нуклеотида) произошла, то такая мутация называется спящей.

Мутации, вызываемые намеренным воздействием со стороны окружающей среды, называются *индуцированными*. Химические мутагены и радиационное облучение увеличивают вероятность точечных мутаций в сотни раз. Химическими мутагенами являются азотистая кислота, гидроксилламин и другие вещества, содержащие азот. При действии этих веществ происходит реакция замещения группы ОН на группу NO₂. В этом случае нуклеотид аденин преобразуется в гуанин. Репарация – это процесс "починки" нуклеотида. Фермент, образующийся при трансляции поврежденного генома, накапливается. При достижении определенного количества мутантный фермент может оказывать негативное действие на биохимические процессы в организме – дыхание, обмен жиров, белков, углеводов, нуклеиновых кислот. Этот процесс характерен для семян растений, хранящихся долгое время. Мутагеном в этом случае может являться пестицид или азотсодержащие удобрения. Мутантный фермент является, в строгом смысле слова, эндогенным токсином. Мутационное давление – процесс пополнения генофонда популяции новыми мутациями. Мутационное давление влияет на жизнеспособность, плодовитость и другие характеристики популяции.

В аквариумах как в искусственных биоценозах в зависимости от степени загрязненности могут обитать различные пресноводные гидробионты: моллюски, представители подцарства Protozoa (Простейшие), черви. Аквариум может служить моделью для изучения реакции организмов на действие токсинов. Популяция организмов, взятая из аквариума, может использоваться для биотестирования. В процессе работы наиболее удобными для наблюдения являются инфузории, так как черви опускаются на дно и не мешают наблюдению. Инфузории же, двигаясь активно, видимы как скопления продолговатых прозрачных одноклеточных. При подсчёте используют разведения, так как большое количество инфузорий подсчёту поддаётся очень трудно.

ЛД₅₀ – это доза, например, выраженная в процентной концентрации токсичного вещества, вызывающая гибель 50 % популяции. То разведение, которое снижает концентрацию в два раза, будет являться ЛД₅₀ для данного токсина.

Цели и задачи: а) научиться распознавать две группы микроорганизмов: реснитчатых (инфузорий) и плоских червей;
б) проследить за жизнеспособностью организмов при добавлении токсических веществ: 2,5%-ного и 5%-ного растворов альфа-нафтиламина и 2,5%-ного и 5%-ного растворов нитрата кадмия, сравнить с контролем и сделать вывод;
в) определить ЛД₅₀ токсинов.

Оборудование и материалы

1. Культуры микроорганизмов, взятые из аквариума.
2. Микролуночные планшеты из полистирола. Могут использоваться другие планшеты из пластика или стекла, удобные для малых количеств рабочих растворов (рис. 12).



Рис. 12. Разные виды микролуночных планшетов для постановки опыта с простейшими

3. Микроскоп МБС-10.
4. 2,5%-ный и 5%-ный растворы альфа-нафтиламина и нитрата кадмия.
5. Микропипетка (желательно автоматическая), дистиллированная вода.

Ход работы

1. Рассмотреть под микроскопом (увеличение X10, X20) культуру микроорганизмов. Для этого воспользоваться чашкой Петри. Инфузории передвигаются в толще жидкости, плоские черви перемещаются по дну чашки Петри путем сокращения и растяжения мышечных клеток.
2. Подсчитать количество реснитчатых (инфузорий) в исходной суспензии. Приготовить рабочую суспензию инфузорий с концентрацией 50 – 80 особей. При добавлении 10 мкл рабочей суспензии в 100 мкл токсичного раствора количество инфузорий снизится приблизительно в 10 раз.

3. Чтобы приготовить разведения токсичных веществ, необходимо переносить из лунки в лунку одинаковое количество раствора (10 мкл). Для этого в первую лунку с 100 мкл дистиллированной воды добавляют 10 мкл 2,5%-ного раствора альфа-нафтиламина; затем из первой лунки набирают 10 мкл раствора и переносят в лунку № 2. Потом переносят 10 мкл суспензии из лунки № 2 в лунку № 3. Таким образом, готовят восемь разведений с соответствующей концентрацией от 0,25 до $2,5 \cdot 10^{-8}$ %-ного раствора альфа-нафтиламина. Аналогичным образом развести в лунках другие растворы: 5%-ный раствор альфа-нафтиламина, 2,5%-ный раствор нитрата кадмия и 5%-ный раствор нитрата кадмия (рис. 13).

4. Тщательно перемешать сосуд с культурой инфузорий и быстро нанести с помощью микропипетки по 10 мкл суспензии инфузорий в лунки с приготовленными разведениями токсичных веществ. Один вертикальный ряд лунок будет служить для контроля, два других – для проведения опыта. Еще раз подсчитывают количество инфузорий и данные заносят в таблицу.

5. В контрольные лунки к 10 мкл суспензии инфузорий добавить по 100 мкл дистиллированной воды (так как в лунки с 100 мкл токсина добавлялось 10 мкл суспензии, то общий объем равен 110 мкл).

6. Экспонируют микропланшеты в течение одной недели при комнатной температуре, избегая прямого солнечного света.

7. Через 5 – 7 дней подсчитывают количество инфузорий во всех лунках.

8. Заполнить таблицу.

Влияние токсичных веществ на концентрацию инфузорий

Альфа-фениламин				Нитрат кадмия			
Лунка	2%-ный ра-р	5%-ный ра-р	Контроль	Лунка	2%-ный ра-р	5%-ный ра-р	Контроль
1				1			
2				2			

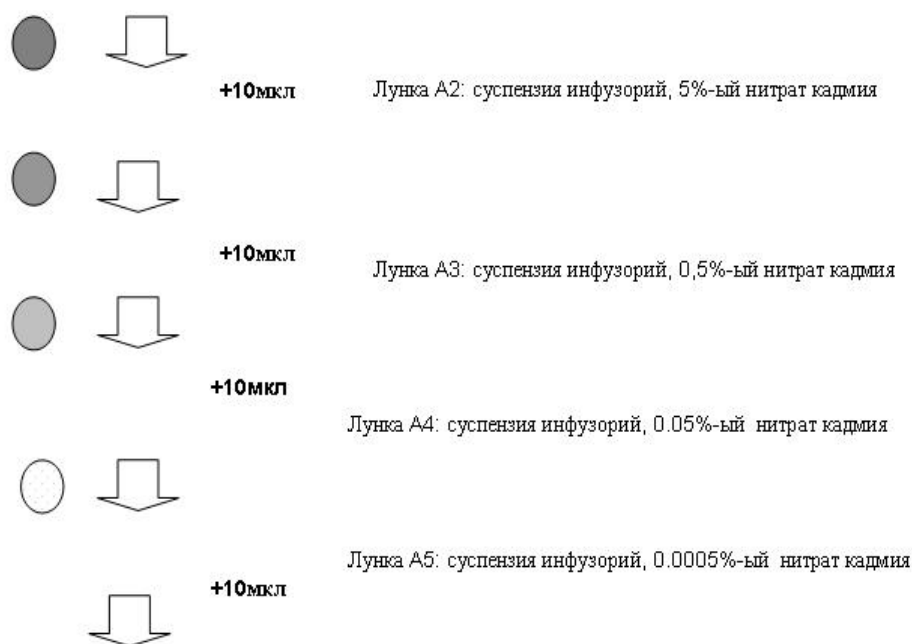


Рис. 13. Приготовление разведений

Культуры инфузорий можно вырастить в домашних условиях. Для этого мелкие кусочки высушенной мякоти тыквы или кожуры банана помещают в водопроводную отстояную воду (например, в соотношении 1:10). Сосуд выдерживают на свету в открытом состоянии при комнатной температуре, избегая прямого попадания солнечных лучей. Через один-два дня образуется колония инфузорий.

Вопросы для контроля

1. Какова LD_{50} использованных токсических веществ?
2. Какое из двух веществ более токсично?
3. Выжившие инфузории при небольших разведениях токсинов условно можно считать мутантными особями. Как проверить свойства новой популяции? Предложите варианты использования других химических веществ.

9. МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ НАЗЕМНЫХ БИОЦЕНОЗОВ

При изучении живых объектов окружающей среды используют многочисленные методы. Условно все методы можно разделить на объективные и субъективные, статистические и экспериментальные, лабораторные и полевые. Между этими делениями всегда есть связь,

так, объективные и субъективные исследования экологической безопасности и экологического риска обрабатываются специальными службами на региональном, глобальном или локальном уровнях. Лабораторные испытания биотехнологических препаратов проводят как в лаборатории, так и в полевых условиях.

В каждом разделе биологии существуют свои методы, делающие свой вклад в экологическую науку. Токсикологические методы анализа различных природных и антропогенных токсинов основаны на физических и химических методах анализа химических веществ: пестицидов, тяжелых металлов, радионуклидов, аллеломонов, фитонцидов. В большей мере биологическими методами принято считать генетические и иммунологические методы, широко применяемые в микробиологии – исследовании свойств бактерий, вирусов, клеток. Именно эти методы сделали существенный вклад в природоохранную практику сохранения видов диких животных. Например, после введения генома дикого быка гаура в яйцеклетку домашней коровы был получен нормальный зародыш, а в последствии и детеныш исчезающего вида. Аналогичные опыты проводятся для искусственного воспроизведения и других исчезающих животных.

Для целей широкого экологического воспитания и образования большое значение имеют представления о закономерностях, происходящих в окружающей природной среде, например на лугу, в лесу, водоеме, других природных объектах, представляющих сложную комплексную экосистему. Поэтому большую роль играет использование полевых количественных методов наблюдения.

Количественные методы позволяют дать такие характеристики организмов как численность, смертность, запас популяции, скорость размножения, определить распределение энергии в экосистеме в пищевых сетях, между живыми и неживыми компонентами экосистемы. Например, биомасса и биоразнообразие фотосинтезирующих растений определяет биомассу фитофагов, способных прокормиться на растениях. Неорганические вещества, образующиеся при деструкции автотрофов вступают в круговорот биосферы, количественные показатели (содержание CO_2 , кислорода) должны соответствовать количеству потребляемых CO_2 и O_2 , поэтому при изучении стабильности биоценоза возможно использовать метод составления количественного баланса биогенных веществ.

При механических методах количественного учета используют полевые и водные сачки, для водных беспозвоночных применяются

сеточные скребки и драги. Для определения численности беспозвоночных в верхней части травяного покрова используют метод «кошения». Этот метод применяется для сбора насекомых, неплотно прикрепленных к растениям. Представители отрядов Трипсы и Прямокрылые (тля) попадают в сачок в количестве 10 – 15 % .

Расчет числа насекомых, обитающих на единице площади, проводят по формуле

$$P = \frac{N}{2RLn},$$

где P – количество насекомых на 1 м²; N – число насекомых, пойманных при кошении; R – радиус сачка, м; L – длина пути обруча по травостойу при каждом взмахе, м; n – число взмахов сачком.

Для подсчета почвенных насекомых используют эклекторный метод. Этот метод основан на явлении отрицательного фототаксиса – перемещения организмов из освещенной части грунта в неосвещенную. Организмы разделяют на фракции по размерам с помощью просеивания их через металлические сита с различными диаметрами отверстий. Так определяют количество почвенных клещей, круглых червей, тихоходок, коллембол (ногохвосток). С деревьев насекомых снимают с помощью сачков, мыльного раствора, опылением инсектицидными препаратами.

Метод маркировки (вторичного отлова) используется для учета труднодоступных животных – рыб, птиц, млекопитающих. Численность популяции оценивается по формуле

$$O = \frac{MB}{m},$$

где O – число животных в популяции; M – количество меченых особей; m – число меченых особей, учтенных во время вторичного подсчета; B – общее число животных, отмеченных во время второго подсчета.

Смысл этого метода в том, что после выпуска меченых животных они равномерно распределяются по биотопу. Вторичный отлов проводят по возможности большего количества особей. Этот подсчет проводят при учёте млекопитающих, например в заповедниках, но он может быть использован и для учета других организмов.

При мечении рыб, птиц используют кольца из алюминия. Для насекомых используют нетоксичные стойкие лаки, наносимые на хитиновые покровы.

Насекомых-педобионтов отлавливают с помощью ловушек с феромонами, консервирующими растворами. Ночных насекомых собирают на белом полотне, привлекая светом лампы. При поимке криофильных организмов используют нагревание почвы (отрицательный термотаксис). При поимке аэрофильных организмов частицы влажной почвы покрывают слоем воздухонепроницаемого песка, организмы проникают на поверхность и отлавливаются. При учете позвоночных (амфибий, рептилий) важен температурный фактор, количественный учет проводится несколько раз в солнечные дни на определенных площадках – пригретых местах, берегах водоемов. При учете рептилий, например ящериц, используют метод экстраполяции - масштабируют полученные данные на большую территорию. Важно, чтобы при применении принципа экстраполяции изучаемая территория была однородной. Наиболее часто для количественного учета используют голоса животных, например брачное пение птиц. По громкости пения различают несколько групп птиц, например кукушка и иволга объединяются в одну группу, славки, пеночки – в другую. Активность птиц зависит от времени суток, погоды. Плотность орнитофауны данного вида x рассчитывается по формуле

$$x = \frac{Q}{LDA},$$

где x – плотность орнитофауны, ос/м²; Q – количество особей данного вида, отмеченное на маршруте; L – протяженность маршрута, км; A – активность (0,6 – 0,7); D – общая ширина полосы учета, м, для каждой группы птиц она различна. Выделяют 5 групп птиц (табл. 13).

Таблица 13

Группы дальности обнаружения птиц

Номер группы	Представители	Расстояние слышимости пения, м	D , м
1	Кукушка, удод, дятел черный	500	1000
2	Иволга, большой пестрый дятел, соловей, ворона, сорока, галка, грач	250	500
3	Большинство певчих птиц (зяблик, пеночки, славки и др.)	165	330
4	Синицы, овсянки, поползни	100	200
5	Пищуха, серая мухоловка, королек	50	100

Количество гнездящихся птиц определяют умножением полученного значения на 2. Птиц по встречаемости делят на следующие группы: если $x > 10$, то птицы очень многочисленны (ОМ); от 5 до 10 – многочисленны (МН); от 1 до 5 – обычное распространение (О); меньше 1 – редкие (Р).

РАБОТА 24. СРАВНЕНИЕ ВИДОВОГО СОСТАВА ПТИЦ РАЗЛИЧНЫХ БИОЦЕНОЗОВ ПО ИНДЕКСУ БИОРАЗНООБРАЗИЯ

Цели и задачи

1. Овладеть навыками определения птиц по внешнему виду, особенностям поведения и голосу.
2. Познакомиться с основными приемами наблюдения и изучения птиц.
3. Сравнить видовой состав двух или более биоценозов по индексу биологического сходства, коэффициенту биоразнообразия.

Оборудование и материалы

1. Определители, бинокли, блокноты, карандаши, мешки полиэтиленовые, коробочки для сбора следов жизнедеятельности.
2. Литература по орнитологии.
3. Записи голосов птиц.
4. Чучела и наглядные материалы (фотографии, слайды, рисунки).

Ход работы

1. Познакомиться со способами распознавания птиц по размерам, окраске, звукам голоса, особенностям поведения, биотопической приуроченности. Сделать подробное описание биоценозов района исследования.
2. Предварительно в школе и дома научиться распознавать следующие виды птиц: зяблик, дрозд-рябинник, большая синица, поползень, буроголовая гаичка, овсянка обыкновенная, большой пестрый дятел, горихвостка обыкновенная, зеленушка, пеночка-весничка, овсянка обыкновенная, дрозд-рябинник, вертишейка, пеночка-теньковка, чечевица, лесной конек, певчий дрозд, кукушка обыкновенная, иволга, соловей, славка садовая, славка черноголовая, славка серая.

Перечисленные виды необходимо различать и по внешнему виду, и по голосу, и по месту обитания.

3. Изучить и собрать следы жизнедеятельности птиц: старые гнезда, скорлупу яиц, перья, погадки, шишки, обработанные дятлом, в отдельных случаях зарисовать или сфотографировать.

4. Сделать подробное описание учетного маршрута и мест наблюдения за птицами, оформить карту-схему района наблюдений.

5. Во время исследования полезно вести дневник в виде маршрутного учета птиц. В дневнике записывают характерные особенности встреченных и неучтенных птиц, дату, погоду. Когда в конце весеннего сезона данные полностью собраны и уточнены, рассчитывают плотность и обилие птиц на маршруте. Окончательно обработанные материалы помещают в сводную таблицу.

Численность орнитофауны биоценоза

№ п/п	Вид	Количество (ос.)	Плотность ос/км ²	Обилие

Полновесные исследования могут быть проведены при тщательном обследовании как в утреннее (большой частью), так и в ночное время. Тогда учитываются и хищные, и ночные птицы. При сравнении двух биоценозов, важно правильно провести статистическую обработку результатов. Для этого можно воспользоваться критерием Вилкоксона (см. лабораторную работу 22). Если смешанный лес подвергался вырубке, воздействию пожаров, загрязнению химическими веществами, то проводят сравнение численности разных видов птиц до и после этих воздействий. Кроме критерия Вилкоксона можно использовать индекс биоразнообразия, по которому удобно судить об изменении количественного состава птичьего населения.

II. ПРИКЛАДНАЯ ЭКОЛОГИЯ. ЭКОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА

1. ИГРА «ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТИНУУМ»

Континуум означает "непрерывность, постоянство". Игра используется для тестирования отношения школьников и студентов к определенным экологическим, политическим, экономическим и другим проблемам. В ходе игры важны совместное и индивидуальное обсуждение вопросов, дискуссия.

Цель игры. Выяснить отношение коллектива к социально-экологическим проблемам современного общества.

Ход игры. В ходе игры формируются две команды (рис. 14). Одной команде предлагается утверждение в виде тезиса, другой – в виде антитезиса. Каждый участник выражает свое отношение к высказыванию и при этом показывает карточку с символами или голосует поднятием рук. Два плюса – полностью согласен, один плюс – согласен, два минуса – полностью не согласен, один минус – несогласен. Ноль означает нейтральное отношение к заданному утверждению. По мере ответа на формулировки, предлагаемые преподавателем, учащиеся занимают определенное «место» на экологических «качелях». Проводят дискуссию. Важна аргументированная защита собственного мнения.

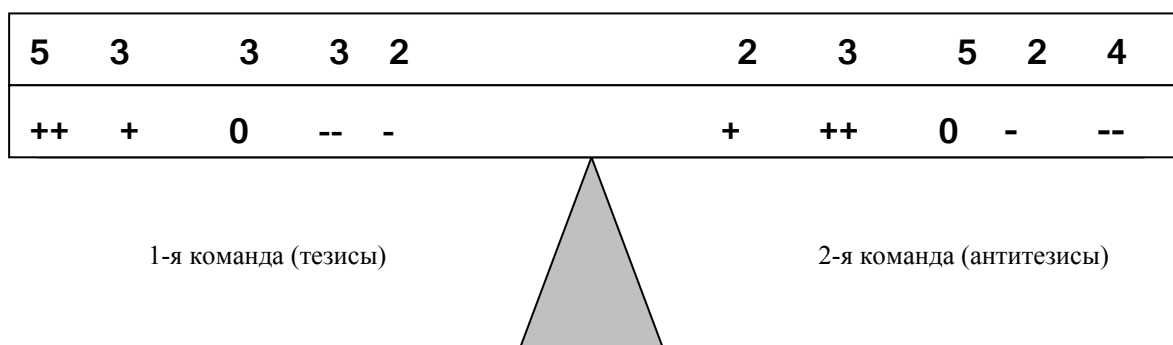


Рис. 14. «Экологические качели»: вверху – голоса учащихся, соответствующие выбранному варианту ответа (внизу). Слева располагаются голоса одной команды, справа – другой вне зависимости, какая команда отвечает на тезис, а какая – на антитезис

«Качели» можно изобразить на доске (наверху проставляется количество ответивших студентов) или создать из лежащих стволов деревьев, находясь на природе, расчертив на асфальте. Другой вариант – использование веревки с отметками на ней. При работе со старшекурсниками или школьниками старших классов, чтобы узнать, в какое место "качнулись" «качели», рассчитывают силу давления на плечи «качелей». Для этого умножают "голоса" на длину рычага, суммируют все значения от умножения и получают общую силу груза, как на левом плече, так и на правом.

В начале и в конце лагерной смены, или курса обучения проводят сравнение и анализ результатов, полученных в игре. Например (см. рис.14), 1-я команда набрала следующее количество очков: $10 + 3 + 0 + +3(-1) + 2(-1) = 8$. Вторая команда набрала $2 + 6 + 0 + 2(-1) + 4(-2) = -2$.

Следовательно, так как 8 значительно больше, чем -2, то по данному вопросу в обеих группах есть серьёзное расхождение во мнениях. Важным является одинаковое количество участников в обеих командах и правильно подготовленные парные утверждения, как бы зеркально отражающие друг друга.

Примерные парные утверждения

- Я предпочитаю жить в тихом месте в деревне.
- Я предпочитаю жить в центре большого города.
- ***
- В свободное время я люблю смотреть телевизор или играть в видеоигры.
- В свободное время я люблю быть на природе и заниматься спортом.
- ***
- Я хочу использовать общественный транспорт, а не легковую машину.
- Я хочу иметь личный автомобиль и все удобства, связанные с ним.
- ***
- Я хочу жить в доме со всеми удобствами, даже если это отрицательно влияет на окружающую среду.
- Я отказываюсь жить в доме с удобствами, из-за которых разрушаются места обитания человека, животных и растений.

- Неприемлемо производить электричество с использованием ядерной энергии.
- Обществу удобно использовать любой источник энергии, дающий дешевое электричество.

- Общество должно быть основано на технологиях, адекватных уровню общественного сознания народа.
- Все страны должны иметь доступ к передовым технологиям, независимо от уровня общественного развития.

- Генная инженерия затрагивает этические нормы и поэтому должна быть закрыта для дальнейших научных исследований и промышленного применения.
- Генная инженерия важна для дальнейшего развития общества и ее следует развивать без ограничений.

- Женщина – это свободный человек, она имеет право на медицинское прерывание беременности.
- Прерывание беременности неэтично, при аборте уничтожается формирующийся человек, необходим полный запрет аборт.

- Катастрофические явления в природе – это в большей степени результат активного движения географической оболочки.
- Катастрофы – в большей степени результат хозяйственной деятельности человека.

- Природа способна влиять на численность населения Земли.
- Основной фактор регуляции численности населения – сам человек.

- Атомная энергия должна быть доступна только развитым странам, так как слаборазвитые страны могут ее использовать в антигуманных целях.
- Рынок атомной энергии должен быть свободным и неограниченным.

- Экологическая наука – это фундаментальная наука. Необходимо готовить специалистов-экологов широкого профиля, специализирующихся в определенных областях знания и технологии.
- Экология – прикладная наука. Необходимо готовить специалистов-экологов узкого профиля во всех отраслях технологии.

- Молодые люди должны понемногу знать из разных областей наук. Это лучше, чем знать всё, но только из одной области.
- Молодые люди должны быть специалистами в одной области, в других областях можно почти ничего не знать.

- Человечество должно решать земные проблемы, а не тратить деньги на освоение космоса.
- Лучше потратить деньги на будущее следующих поколений, чем решать актуальные, но трудные вопросы.

- Лучше стать специалистом в востребованной области знания (экономике, политике). Собственные интересы надо перенести на задний план.
- Самое главное – развить собственный потенциал, свои склонности. Это обеспечит больший успех по сравнению с прибыльным, но неинтересным делом.

2. ИГРА "С НАИМЕНЬШИМ СОПРОТИВЛЕНИЕМ – С НАИБОЛЬШЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ"

Часто при выполнении экологических проектов большую роль играет умение решать конфликтные ситуации. Однако некоторые люди склонны к индивидуальной работе, а другие предпочитают работать в коллективе.

Цель игры: а) пройти по шестигранникам карты (т.е. выбрать путь наименьшего сопротивления) от любого шестигранника в нижнем ряду к любому шестиграннику верхнего ряда (рис.15); б) выявить индивидуальные склонности учащихся при решении экологических вопросов.

Ход игры. Каждый учащийся играет одну из шести ролей: налогоплательщик, инженер, представитель правительства, археолог, торговец и

местный житель. Один символ для разных ролей означает разные штрафы (табл. 14). Одна пустая клетка означает одно штрафное очко.

Карту проходят дважды, сначала в одиночку (в течение 15 – 20 мин.), второй раз маршрут проходят группой, в которую входит по одному представителю названных выше ролей (40 – 45 мин.). Таким образом, игра представляет собой задание на состязательность, сотрудничество и наиболее эффективное решение экологической проблемы – прохождение маршрута с учетом его особенностей. В конце игры получают два счета очков. Та команда, которая набрала меньшее количество очков, имеет лучший результат.

условные обозначения:

- ▮▮▮ поле бизнеса
- ▲ холм , холмы
- ▲▲ достопримечательности
- археологические раскопки
- поле жилья

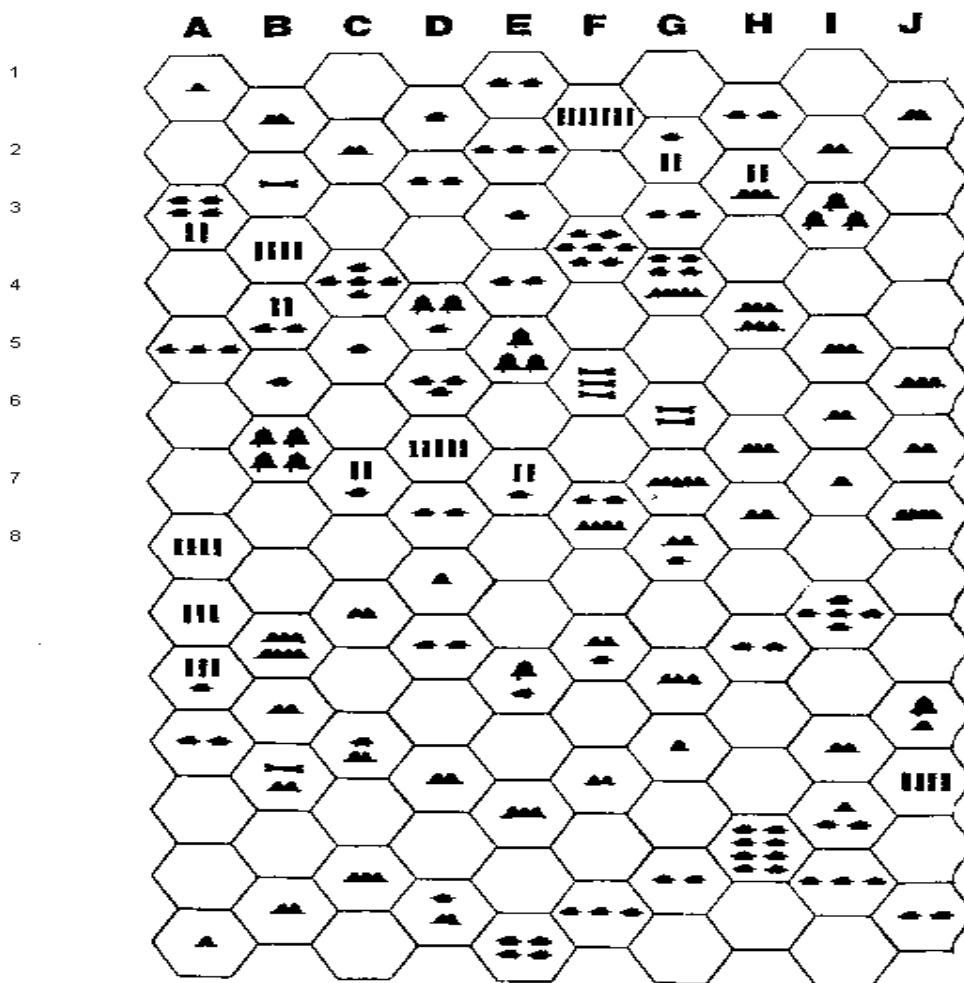


Рис. 15. План-карта игры

Штрафы за прохождение через шестигранники с символами

Роль	Насе- лённый пункт	Терри- тория бизнеса	Холмы	Истори- ческий заповед- ник	Археоло- гические раскопки
Представитель правительства	5	3	1	1	1
Археолог	1	1	1	3	5
Налогопла- тельщик	1	3	5	1	1
Местный жи- тель	7	1	1	1	1
Торговец	1	7	1	1	1
Инженер	1	1	7	1	1

Послеигровое обсуждение

После того как маршрут выбран и пройден два раза, следует подсчитать разницу очков для каждого игрока (т.е. между очками, которые он получил, работая в одиночку, и очками, полученными при работе в ролевой группе) и попросить ответить на вопросы:

В котором из двух случаев игроки работали более упорно?

Работая в группе, они соревновались между собой или сотрудничали? Возникали ли компромиссы?

Если при планировании дороги люди, заинтересованные прежде всего в охране окружающей среды, создают коалицию с бизнесменами, то такое реальное сотрудничество будет во многом схоже с данной игрой. И те и другие будут стараться свести к минимуму свои потери, так как потери одних означают выигрыш других. Как можно одновременно сократить потери и «зеленых», и бизнесменов?

Сравнивая свои результаты и результаты партнеров по команде, игроки делают вывод, к какому типу они относятся: «индивидуалистам» или «коллективистам».

3. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПАСПОРТИЗАЦИЯ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДСКОГО ПАРКА

Экологическая паспортизация – документальное описание эколого-экономических характеристик объектов природоохранной деятельности: территорий, комплексов территориально-производственных и хозяйственных объектов. Результаты экологической паспортизации имеют большое значение при формировании экологического внебюджетного фонда, его эффективного использования в соответствии со сметой, утверждаемой органами местного самоуправления. Конкретной задачей является учет объектов в сотрудничестве с территориальными подразделениями природоохранных органов.

Экологический паспорт предприятия – это специальный обязательный документ, в котором содержатся систематизированные сведения о природных объектах, находящихся в собственности или пользовании предприятия, их состоянии, видах воздействия и оказываемых в ходе хозяйственной и иной деятельности мерах по защите окружающей среды.

Экологическая паспортизация необходима для решения хозяйственных споров, например, при перепланировании городского ландшафта, строительстве нового жилья. Важно оперировать законом РФ "Об охране окружающей природной среды" (1992), согласно которому зеленые зоны городов и населенных пунктов относятся к охраняемым природным территориям. Растительность на улицах городов, поселков рассматривается, прежде всего, с точки зрения улучшения среды жизни человека, в гигиеническом и эстетическом отношении. Как показывает практика, быстрых результатов в решении споров и конфликтов не бывает. Для процесса экологического образования населения важны даже небольшие достижения, например замедление темпов строительства на основании нормативных актов, защищающих данную территорию. Нужно учитывать, что экологическое образование и воспитание – длительный исторический процесс и серьезные результаты появляются только спустя годы. Поэтому в группах экологов-активистов могут работать люди с устойчивой психикой, интеллектуально подготовленные, морально зрелые, т.е. чаще – это студенты старших курсов вместе со специалистами из различных областей. Как правило, паспортизация городского парка начинается с изучения истории его создания. Составляют план-схему, дают физи-

ко-географическую характеристику, описывают характер растительности, фауны, почвы. Затем проводят оценку влияния среды на растительность методом биоиндикации, тестируют чистоту атмосферы по величине автотранспортной нагрузки, исследуют шумовое загрязнение.

Особый раздел посвящают наблюдениям за поведением людей (определяют засоренность территории, изучают причины поведения, проводят анкетирование и опросы). В конце работы делают выводы и рекомендации. Составляют приложения, в том числе в виде обращения к местным административным органам.

Цели и задачи. Формирование экологического мышления, привитие навыков использования картографических, экологических, эколого-социальных методов для экологического обоснования хозяйственной деятельности.

Рассмотрим пример паспортизации парка. Используется следующий план: а) описание растительности; б) характеристика животного мира; в) характеристика почв; г) оценка состояния атмосферы, гидросферы и литосферы; д) оценка шума; е) оценка засоренности; ж) оценка эстетического восприятия.

Ход работы

а) описание растительности

А). Внутри исследуемого объекта закладывают пробные площадки с характерным видовым биоразнообразием площадью 1 м². Они служат для описания травянисто-кустарничкового покрова. Описание видового состава начинается с угла площадки и далее по периметру. Данные заносят в рабочую таблицу.

Б). Для описания отдельных видов используют методики определения обилия, фенофазы и жизненности растительности. Под обилием понимают количество растений на участке и оценивают по 5-балльной системе:

1б – 1 экземпляр данного вида;

2б – экземпляры редки и неравномерно распространены;

3б – экземпляры рассеянно встречаются по всей площадке;

4б – экземпляры встречаются обильно;

5б – экземпляры преобладают.

В). Для каждого вида растения определяют фенофазу. Используют следующие обозначения: вегетация до цветения – В; бутонизация – Б; цветение – Ц; созревание семян – С; вегетация после цветения – ВП.

Г). Жизненность видов охватывает реакции видов растений на среду и оценивается по трём баллам: 1 – хорошая (растение нормально цветёт и плодоносит); 2 – удовлетворительная (растение угнетено, меньшие размеры взрослых особей, семенное размножение невозможно); 3 – неудовлетворительная (растение сильно угнетено).

Д). Встречаемость растительности в изучаемом сообществе проводят сравнивая видовой состав двух пробных площадок с помощью коэффициента дифференциальности или коэффициента схожести биоценозов Жаккара. Коэффициент дифференциальности находят по формуле

$$K_d = \frac{(a + b - 2c)100}{a + b - c},$$

где a – число видов на 1-й площадке;

b – число видов на 2-й площадке;

c – число общих видов для обеих площадок.

Чем выше K_d , тем больше различаются обследованные площадки. Наиболее часто в фитоценозах средней полосы встречаются мятлики, клевер гибридный, одуванчик лекарственный, будра плющевидная. Обычно в древостое преобладает береза повислая, встречаются тополь высокий, липа мелколистная, рябина.

Е). Рассчитывают формулу древостоя. Например, формула: Б 9 Т 0,5 Л 0,2 Р 0,1 В 0,1 сообщает о том, что процентное соотношение видов следующее: береза – 50, тополь – 5, липа – 2, рябина и вяз – 1 %.

Ж). Перечисляют видовой состав деревьев, кустарников, травянистых растений.

б) характеристика животного мира

Для изучения животного мира парка проводят учет птиц, млекопитающих, рептилий, амфибий и беспозвоночных. Важны многолетние учёты. Составляют список видового состава и численности особей. Для учета птиц выбирают весеннее время. Для изучения надпочвенных беспозвоночных используют специальные ловушки. Способы и методы поимки, коллекционирования и определения как беспозвоночных, так и других групп подробно описаны в специальной литературе, например в энтомологических определителях. Земноводных и рептилий наблюдают и отлавливают для измерения и определения методом маршрутного учёта.

в) характеристика почв

Для характеристики почв можно использовать индикаторные виды растений, которые могут свидетельствовать о водном режиме почв, их кислотности, обеспеченности элементами минерального питания, состоянии плодородия. Сначала определяют плодородие почв. Например, о высоком плодородии почв свидетельствуют следующие растения: малина, крапива, иван-чай, таволга, сныть, чистотел, копытень, кислица, чина луговая, костер безостый. Индикаторы умеренного (среднего) плодородия – это майник двулистный, медуница, дудник, грушанка, гравилат речной, овсяница луговая, вероника длиннолистная. О низком плодородии свидетельствуют сфагновые мхи, наземные лишайники, кошачья лапка, брусника, клюква, душистый колосок. Безразличны к почвенному плодородию лютик едкий, пастушья сумка, мятлик луговой, ежа сборная. Водный режим почв изучают по растениям – гигрофитам, мезофитам, ксерофитам (см. приложение).

Установление показателей глубины залегания грунтовых вод имеет значение для уточнения свойств почв и выработки рекомендаций по их мелиорации. Растения-индикаторы (костер безостый, клевер луговой, подорожник большой, пырей ползучий) произрастают там, где вода залегает на глубине более 150 см (табл. 15).

Таблица 15

Индикаторные группы растений – указатели глубины грунтовых вод (по Ремизовой, 1976 г.)

Индикаторная группа	Глубина грунтовых вод, см
1. Костер безостый, клевер луговой, подорожник большой, пырей ползучий	Более 150
2. Полевица белая, овсяница луговая, горошек мышиный, чина луговая	100 – 150
3. Таволга вязолистная, канареечник	50 – 100
4. Осока лисья, осока острая, вейник Лангсдорфа	10 – 50
5. Осока дернистая, осока пузырчатая	0 – 10

Кислотность – одно из характерных свойств почвы лесной зоны. Повышенная кислотность отрицательно сказывается на росте и развитии ряда видов растений. Это происходит из-за появления в кислых

почвах избытка некоторых ионов, например марганца. Они нарушают углеводный и белковый обмен в растениях, задерживают образование генеративных органов, приводят к нарушению семенного размножения, а иногда вызывают гибель растений. Повышенная кислотность почв подавляет жизнедеятельность почвенных бактерий, участвующих в разложении органики и обеспечении растений питательными веществами.

В лабораторных условиях кислотность почв можно определить универсальной лакмусовой бумагой, а в полевых условиях – при помощи растений-индикаторов. В процессе эволюции сформировались три группы растений: ацидофилы – растения кислых почв; нейтрофилы – обитатели нейтральных почв; базофилы растут на щелочных почвах. Зная растения каждой группы, в полевых условиях можно приблизительно определить кислотность почвы (табл. 16).

Таблица 16

Растения-индикаторы кислотности почв
(по Л.Г. Раменскому)

Группа	Биоиндикатор	pH почвы
1. <i>Ацидофилы:</i> 1.1. Крайние	Сфагнум, зеленые мхи. Плаун годичный, плаун сплюснутый, ожика волосистая, пушица, подбел, кошачьи лапки, кассандра, белоус, щучка дернистая	3,0 – 4,5
1.2. Умеренные	Черника, брусника, багульник, калужница болотная, сушеница, лютик едкий, толокнянка, седмичник европейский, белозор болотный, фиалка собачья, сердечник луговой, вейник наземный	4,5 – 6,0
1.3. Слабые	Щитовник мужской, ветреница лютичная, медуница неясная, зеленчук, колокольчики крапиволистный и широколистный, бор развесистый, осока волосистая, осока ранняя, малина, смородина черная, вероника длиннолистная, горец змеиный, орляк, иван-да-марья, кислица заячья	5,0 – 6,7

Группа	Биоиндикатор	рН почвы
1.4. Ацидофильно-нейтральные	Зеленые мхи: гилокомиум, плеврозиум; ива козья	4,5 – 7,0
2. <i>Нейтрофильные:</i> 2.1. Околонейтральные	Сныть европейская, клубника зеленая, лисохвост луговой, клевер горный, клевер луговой, мыльнянка лекарственная, аистник цикутный, борщевик сибирский, цикорий, мятлик луговой	6,0 – 7,3
2.2 Нейтрально-базифильные	Мать-и-мачеха, пупавка красильная, люцерна серповидная, келерия, осока мохнатая, лядвенец рогатый, гусяная лапка	6,7 – 7,8
2.3. Базифильные	Бузина сибирская, вяз шершавый, бересклет бородавчатый	7,8 – 9,0

г) оценка состояния среды

Растительное сообщество – важный элемент биоценоза. Растения доступны, и с ними удобно работать длительное время. Одно из наиболее токсичных веществ – оксид серы (IV) – вызывает ожоги, сморщивание и отмирание листовой пластинки у ежи сборной, а также образует светло-коричневые или белесые полосы у центральной жилки листьев деревьев. Относительно редко встречающийся токсин фтор вызывает отмирание листьев, хлороз (пожелтение), осветление иголок хвои. Угарный газ вызывает некроз тканей листа, пожелтение листьев. На присутствие тяжелых металлов указывает блестящий налет, усыхание края листовой пластинки.

Известно, что основными источниками загрязнения атмосферного воздуха являются тепловая энергетика, промышленные предприятия, автомобильный транспорт, причем последний служит наиболее мощным загрязнителем атмосферы. В выхлопных газах двигателей содержится более 200 химических соединений и элементов; наибольший вклад в структуру загрязняющих веществ вносят оксиды углерода и азота, углеводороды, сернистые соединения, органические веще-

ства. Санитарные требования по уровню загрязнения допускают поток транспорта интенсивностью не более 200 автомобилей в час. Для учета грузопотока производят наблюдения за дорогой в течение часа, делают вывод о нагрузке на атмосферу и почву вблизи дорог, при этом также используют растения-биоиндикаторы или проводят исследования почвы на всхожесть проростков злаков.

д) оценка шума

Шум – один из видов загрязнения окружающей среды. Проблема шумового загрязнения окружающей среды стала глобальной, поэтому Всемирная организация здравоохранения разработала долгосрочную программу по снижению шума в городах. Шум как экологический фактор приводит у человека к повышению утомляемости, снижению умственной активности, неврозам, росту сердечно-сосудистых заболеваний, ухудшению зрения и т.д. Являясь постоянным раздражителем центральной нервной системы, он способен вызывать ее перенапряжение. Поэтому жители шумных районов чаще страдают сердечно-сосудистыми заболеваниями (на 20 %), атеросклерозом и нарушениями нервной системы (на 18 – 20 %). Разработаны нормы допустимых уровней внешнего шума от различных источников. Уличный шум не должен превышать 40 – 50 дБ. Для изучения шумового загрязнения ведётся учёт грузопотока (за 30 мин). Суммируют показатели от различных видов автотранспорта. Шумовое загрязнение территории парка снижает его значение как места полноценного отдыха. Исключительной способностью задерживать и поглощать шум обладают древесина и кустарниковые насаждения, это обстоятельство учитывают при составлении рекомендаций (табл. 17).

е) определение засоренности территории

Загрязнение территории различными видами мусора растет из года в год вместе с достижениями научно-технического прогресса. Для определения засоренности исследуют парк, данные оформляют в виде таблицы, классифицируя виды мусора и указывая его количество.

ж) оценка эстетического восприятия

Во время паспортизации учитывают ландшафт, памятники, старые деревья, архитектуру. Для художественной оценки определяют наборы цветов, доминирующие в растительности, пейзаже. Делают вывод о ландшафтной ценности парка и способах его усовершенствования, что также отражают в выводах и рекомендациях.

Наблюдение за поведением людей поручают старшеклассникам, им же можно доверить проведение анкетирования. Важна разработка тестовой системы на основе вопросов: Что мешает Вам не сорить? Разделять бытовой мусор? Быть равнодушным к нарушению чистоты?

Рекомендации

Для улучшения состояния парка составляют рекомендации, например, обновить (поместить) урны под мусор, обновить посадки, оборудовать места рекреации средствами малой архитектуры. Составляют памятку поведения людей в природе. Особый раздел рекомендаций занимает составление перечня дендрологических работ (подсадка, удаление, восстановление и лечение больных деревьев). Важно использовать работу специалистов по фитодизайну, фитопатологии, ландшафтоведению, следовательно, работа по возможности должна быть поддержана финансовыми средствами.

Серьезная часть работы – составление обращения к местным правительственным органам, удобнее это делать с помощью местного депутата. Составляют отчет, содержащий научные данные (в виде таблиц) с ссылкой на методы, особенно, на те, которые основаны на государственном стандарте.

Встречаемость растительных видов в изучаемом сообществе

Вид	Номер площадки										Встречаемость, %
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

Таблица 17

Показатели шумового загрязнения

Источник	Уровень шума, дБ	Реакция организма
1. Шум листвы	0 – 5	Нормальная, гигиеническая норма
2. Звуки сельской местности	20 – 30	
3. Шум в классе	40	
4. Кричащий человек	80 – 90	Раздраженность, головная боль
5. Мотоцикл, автомобиль		
6. Самолет	95	Ослабление слуха, угнетенность
7. Тяжелый грузовик	100	Гипертония

4. ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ

Методика оценки экологического состояния зеленых насаждений общего пользования разработана в соответствии с Федеральным законом "Об охране окружающей среды" № 7-ФЗ от 10.01.2002.

Эта методика используется в целях получения объективной и достоверной информации о количестве и видовом составе растительности, устойчивости, жизнеспособности, поврежденности древесных растений, качестве газонов и цветников.

Результаты экологической оценки могут быть использованы для выявления кризисных экологических ситуаций на территории города, для планирования зеленого хозяйства, определения объемов и подбора технологии создания, восстановления, реконструкции и эксплуатации зеленых территорий.

Оценке подлежат все зеленые объекты – парки, городские сады, скверы, бульвары, зеленые насаждения на городских улицах, так как все они входят в план города и принадлежат частной или муниципальной собственности, а следовательно, защищены правовыми актами Российской Федерации. Экологическая оценка объектов зеленых насаждений общего пользования включает:

- а) информацию о границах, а также площади, занятой древесно-кустарниковой растительностью, площади газонов и цветников;
- б) учет фактического количества произрастающих на этой площади древесных растений отдельно по их жизненным формам (деревья, кустарники), видам и возрастным категориям;
- в) экологическую оценку состояния деревьев, кустарников, газонов и цветников;
- г) интегральную оценку состояния всей растительности на объектах с использованием коэффициента комплексной экологической оценки.

Для сбора данных проводятся полевые работы на всех объектах с применением методов как сплошного, так и выборочного обследования. Все пространственные данные и фактическая информация, полученная в ходе работ, заносится в информационно-аналитический комплекс "Экологический паспорт территории города (посёлка)". Для определения пространственных границ объектов, подлежащих экологической оценке, должны быть использованы данные кадастровой

съемки. Такие данные можно получить в местном земельном комитете. В случае отсутствия данных кадастровой съемки сведения о границах объектов могут быть получены путем картографирования с использованием специального оборудования (теодолита). Однако такая работа требует серьезной квалификации, чаще недоступной или требующей материальных средств.

Работа по обновлению данных о границах объектов проводится с периодичностью 1 год. Рекомендуется проведение цифровой фотографической съемки с указанием точки и даты фотосъемки.

Для каждого объекта заполняют паспорт, в котором указывают градостроительную категорию, адрес и другие данные (табл. 18). В паспорте указывают следующие данные:

- район города, где расположен объект;
- название объекта;
- обобщенная информация по учетным деревьям;
- обобщенная информация по кустарникам;
- площадь газонов и доля занимаемой в их пределах площади тропиной сети (%);
- площадь цветников, видовой состав растений и их состояние;
- количество водных объектов и занимаемая ими площадь.

Таблица 18

**Пример учетной карточки (паспорт) объекта зоны насаждений
общего пользования (ЗНОП)**

Район города -	
Название объекта - название объекта и его адрес (например, ул. Суворова)	
Характеристика местоположения: склон (ровное место), сухое (заболоченное)	
Интенсивность дорожно-го движения (по 5-балльной системе)	Например 2
Положение объекта относительно дороги: выше (на уровне, ниже уровня дороги)	
Преобладающий тип растительности (деревья, кустарники, газон, цветник)	

\

ИНФОРМАЦИЯ ОБ УЧЕТНЫХ ДЕРЕВЬЯХ

№ ПП/тип ПП/площадь ПП (например, №1, тип – аллея, площадь – 100 кв.м)						
Виды (породы) древесных растений	Количество учтенных деревьев по возрастам (с примером)					Всего деревьев
	До 15	От 15 до 25	От 25 до 45	От 45 до 60	Более 60	
Лиственные, в том числе:		2	3	10	75	80
с обрезанным стволом			2			2
с формованной кроной				30		30
Хвойные		2				2
ИНФОРМАЦИЯ ПО КУСТАРНИКАМ (с примерами)						
Порода		Количество, шт.			Длина живой изгороди, м	
Спирея японская		31			510	
Бузина красная		32			50	
ИНФОРМАЦИЯ ПО ГАЗОНАМ						
Площадь (например 200 м ²)						
% троп (например 10 %)						
Категория состояния газонов (например 2)						
ИНФОРМАЦИЯ ПО ЦВЕТНИКАМ						
Цветники	шт. № фото растений			площадь (например 10 м²)		
Видовой состав растений (например ирис сибирский, незабудка, водосбор)						
Категория состояния цветников (например 2)						
ФИО исполнителей						
Дата выполнения работ						

Определение количественного, видового и возрастного состава и оценка состояния (жизнеспособности) древесных насаждений проводится на основании учёта деревьев. Сплошной учёт древостоя производится только на объектах, где их количество, по данным паспортов, не превышает 50 шт. (для городов с населением 300 – 400 тыс. жителей). Для крупных городов это число может достигать и 300 –

500 деревьев. На объектах с количеством деревьев более 50 шт. вместо сплошного перечета деревьев закладываются линейные или прямоугольные пробные площади (ПП) площадью примерно 20 – 100 м², на которых проводится сплошной пересчет древесных растений. После сбора и обработки данных о насаждениях на ПП формируется характеристика насаждений на всем объекте.

Линейные ПП закладываются в регулярных (однорядных и многорядных) посадках вдоль улиц, магистралей, набережных и в аллеиных посадках на бульварах и скверах. На зеленых массивах нелинейной конфигурации закладываются прямоугольные ПП. Конфигурации пробных площадок бывают разной формы, поэтому для удобства их делят на квадраты и прямоугольники. Количество ПП в пределах объекта может зависеть от разнообразия видов и возрастных категорий древесных растений, изменчивости их состояния, характера и степени поврежденности. При необходимости растения пересчитывают от 1 до 5 раз (т.е. минимальный размер выборки на объект – от 1 до 5). Данные ПП с учетом их площади или протяженности переводят на всю площадь объекта или на всю протяженность рядовой или аллеиной посадки. Данные, характеризующие состояние насаждений на ПП, заносятся в учетную карточку (табл. 18).

Таблица 19

Перечетная ведомость растений на пробной площадке

ПП № 1												
Номера точек границ ПП, присвоенных GPS-приемником												
Фотография - номер фотографии, присвоенный цифровым фотоаппаратом												
Номер точки съемки - номер точки съемки, присвоенных GPS-приемником												
Информация по учетным деревьям (с примерами)												
№ п/п	Вид (порода)	Длина окружности ствола, см	Высота, м	Категория состояния	Доля усохших ветвей, %	Класс возраста					Поврежденность и дополнительная характеристика дерева	
						1	2	3	4	5		
1	Береза повислая	20	4	1	0	1						нет

2	Береза повислая	25	5	2	30	3						Механическое повреждение
Информация по учетным кустарникам (с примерами)												
№ п/п	Порода	Количество, шт. (для живой изгороди – длина, м)		Категория состояния	Доля усохших ветвей, %		Поврежденность и дополнительная характеристика растений					
1	Спирея японская	21		1	0							
2	Бузина красная	32		2	10		Механические повреждения, повреждение вредителями					
Информация по газонам (с примером)												
Общая площадь газона, м²	Доля площади газонов разного состояния						Примечание					
	хорошего	удовлетворительного			неудовлетворительного							
	20	25			25		мусор (ТБО)					
Информация по цветникам (с примерами)												
№ п/п	Тип цветника	Виды растений	Продолжительность жизненного цикла	Доля площади цветников разного состояния								
				хорошего	удовлетворительного		неудовлетворительного					
1	Клумба	Ирис сибирский, незабудка, водосбор	Однолетники и двулетники	80	10		10					
2	Рабатка											
3	Бордюр											

При перечете деревьев указывается их порода, диаметр, категория состояния, повреждения вредителями, поражения болезнями и другими негативными (в том числе антропогенными) факторами среды. В случае необходимости делаются пометки об особенностях строения кроны древесных растений и примененных к ним методах формовочной или глубокой обрезки кроны (табл. 20).

В дополнительную отдельную ведомость заносятся данные об особо ценных экземплярах деревьев – деревьях-долгожителях, уникальных по размерам и возрасту, деревьях, представляющих собой историческую (культурную) или эстетическую ценность, и др.

В учетной карточке ПП указывают следующие параметры и показатели деревьев:

- вид древесного растения;
- диаметр ствола на высоте 1,3 м, см;
- высота дерева, м;
- возрастная группа дерева (класс возраста 1 – 5): до 15; 15 – 25, 25 – 45, 45 – 60 лет и старше 60;
- категория состояния дерева: 1 – без признаков ослабления; 2 – ослабленное, 3 – сильно ослабленное; 4 – усыхающее; 5 – усохшее в текущем году (сухостой текущего года); 6 – сухостой прошлых лет. При наличии слома или вывала деревьев они учитываются отдельно как сломленные или ветровальные деревья. Отнесение деревьев к той или иной категории состояния проводится по комплексу биоморфологических признаков: цвету листьев и густоте кроны, наличию и доле сухих ветвей в кроне, состоянию коры, признакам заселения стволовыми вредителями и др. (см. приложение). Разделение усыхающих деревьев на три категории (от 4 до 6 баллов) необходимо для более точной фиксации данных о динамике состояния древостоя.

При обработке учетных карточек для оценки общего состояния древостоя категории состояния деревьев объединяют в три группы:

I – деревья хорошего состояния – деревья 1-й категории (без признаков ослабления);

II – деревья удовлетворительного состояния – 2-й и 3-й категорий (ослабленные и сильно ослабленные);

III – деревья неудовлетворительного состояния – 4-й, 5-й и 6-й категорий (усыхающие деревья, сухостой текущего и прошлого года).

Из баллов, полученных в ходе оценки каждого дерева, вычисляется среднее арифметическое – средний балл состояния древостоя (БсД). Это дает возможность охарактеризовать состояние древостоя на пробной площадке одним числом, которое будет использовано при расчете коэффициента комплексной экологической оценки.

При характеристике и оценке состояния кустарников указывают тип их посадки (живая изгородь, групповая, одиночная посадка), протяженность изгороди или занимаемую кустарниками площадь, видовой состав растений, их среднюю высоту и состояние.

В учетной карточке ПП указываются следующие параметры и показатели кустарников:

- вид растений;
- категорию состояния: 1 – без признаков ослабления (хорошего состояния); 2 – удовлетворительного состояния; 3 – неудовлетворительного состояния.

Отнесение кустарников к той или иной категории состояния проводится по комплексу признаков: цвету листьев и густоте кроны, наличию и доле сухих ветвей, поврежденности вредителями, болезнями и др.

К кустарникам 1-й категории (хорошего состояния) относятся растения нормального развития, внешне здоровые, густо облиственные, с характерной для данного вида окраской и размерами листьев, без признаков заболеваний и повреждений вредителями или с единичными следами повреждений, без механических повреждений стволиков, без слома или усыхания ветвей;

К кустарникам 2-й категории (удовлетворительного состояния) относятся растения с признаками замедленного роста, с наличием усыхающих ветвей, изреженной или измененной формой кроны, с наличием слабого (до 20 %) или среднего (менее 50 %) повреждения листьев и побегов вредителями и болезнями;

К кустарникам 3-й категории (неудовлетворительного состояния) относятся переросшие или заметно ослабленные растения с измельченной листвой или изреженной кроной, значительной степенью усыхания ветвей (более 50 %), могут быть признаки поражения листьев, ветвей и стволиков вредителями и болезнями.

Общая оценка состояния кустарниковой растительности определяется путем определения среднего арифметического – среднего бал-

ла состояния кустарников на ПП (БсК). Это дает возможность охарактеризовать состояние кустарников на ПП одним числом, которое как и в случае с деревьями, будет использовано при расчете коэффициента комплексной экологической оценки.

Оценка качества газонов проводится в целом для всех газонов и оценивается по трем категориям:

1 – хорошее состояние газона: поверхность хорошо спланирована, травостой густой, интенсивно зеленый, однородный по составу злаков, нежелательная растительность отсутствует, в связи с регулярной стрижкой растения равны по высоте, тропиочная сеть не выражена;

2 – удовлетворительное состояние газона: поверхность газона с заметными неровностями, травостой зеленый, но с примесью нежелательной растительности, неровный по высоте из-за нерегулярной стрижки, доля троп и проплешин не превышает 20 %;

3 – неудовлетворительное состояние газона: травостой местами нарушен, изреженный, с преобладанием в окраске пожелтевших растений, растения неравны по высоте из-за нерегулярной стрижки, в их составе имеется значительная примесь нежелательной растительности, доля троп и проплешин превышает 20 %, часто живой напочвенный покров сохраняется лишь фрагментарно.

Для расчета коэффициента комплексной экологической оценки газонов используется балл состояния газонов на ПП (БсГ).

Оценка качества (соответствия предъявляемым требованиям) цветников проводится в целом для всех цветников и оценивается по трем категориям:

1 – хорошее состояние цветника: поверхность цветника тщательно спланирована, растения хорошо развиты и декоративны, сорняков и отпада нет, почва рыхлая и влажная;

2 – удовлетворительное состояние цветника: поверхность цветника с заметными неровностями, растения нормально развиты, но имеется незначительный отпад или сорняки, занимающие не более 10 % площади цветника или количества декоративных растений, почва, слежавшаяся и сухая;

3 – неудовлетворительное состояние цветника: поверхность площади размещения цветника спланирована грубо, растения слабо

развиты, мало декоративны или их значительная часть (более 10 %) усохла или усыхает, сорняки могут занимать более 10 % площади цветника, почва плотная и сухая.

Для расчета коэффициента комплексной экологической оценки используется балл состояния цветников на ПП (**БсЦ**).

Для интегральной оценки состояния всей растительности на объектах зелёных насаждений используется коэффициент комплексной экологической оценки (**ККЭО**). Он складывается из баллов оценки состояния элементов растительности: древесных насаждений, кустарниковой растительности, газонов и цветников с поправкой на их значимость ("вес" в общем балансе растительности на объектах). Значимость элементов растительности можно определять по их биологической продуктивности. Она определяет такие свойства растений, как производство кислорода, депонирование углерода, фильтрация загрязнений атмосферы и формирование среды. Биологическая продуктивность растений прямо пропорциональна их массе, наибольшей у древесных растений.

Поэтому значения поправочных коэффициентов (**ПК**) при расчете средневзвешенного балла экологической оценки условно принимаются для каждого элемента растительности следующими:

- древостоя – 1,0;
- кустарников – 0,4;
- газонов – 0,2;
- цветников – 0,1.

ККЭО рассчитывается как сумма произведений баллов состояния (**Бс**) на поправочные коэффициенты, разделенная на сумму значений поправочных коэффициентов (**ПК**) всех элементов растительности по формуле

$$\text{ККЭО} = \frac{(\text{БсД} \cdot 1 + \text{БсК} \cdot 0,4 + \text{БсГ} \cdot 0,2 + \text{БсЦ} \cdot 0,1)}{\sum \text{ПК}(\text{Д, К, Г, Ц})},$$

где ККЭО – коэффициент комплексной экологической оценки пробной площадки;

БсД – балл состояния деревьев;

БсГ – балл состояния газонов;

БсК – балл состояния кустарников;

БсЦ – балл состояния цветников;

ПК – поправочный коэффициент.

Учитывая разное функциональное назначение и ландшафтно-планировочное решение объектов, все градостроительные категории насаждений следует разделить на две группы:

1 – объекты, всю или основную площадь которых занимает древесная и кустарниковая растительность;

2 – объекты, все элементы растительности которых либо занимают примерно равные площади, либо площадь газонов и цветников заметно преобладает над площадью, занятой древесной и кустарниковой растительностью.

В первом случае при расчете общей экологической оценки объектов ККЭО учитывает соотношения занимаемой каждым из этих элементов растительности площади.

Во втором случае следует учитывать балл состояния всех элементов растительности, включая балл состояния газонов и цветников и занимаемую ими площадь на объектах.

Поскольку сумма значений поправочных коэффициентов при наличии на объектах всех элементов растительности постоянна, ее можно определить заранее: $\Sigma = 1,0 + 0,4 + 0,2 + 0,1 = 1,7$.

Пример. Состояние древесной растительности оценено как удовлетворительное (БсД = 2), состояние кустарников как хорошее (БсК = 1), состояние газонов как неудовлетворительное (БсГ = 3) и состояние цветников как хорошее (БсЦ = 1).

Тогда при равной доле площадей, занимаемых каждым элементом растительности, интегральная оценка экологического состояния всей растительности на объекте (ККЭО) будет равна:

$$\text{ККЭО} = \frac{(2 \cdot 1 + 1 \cdot 0,4 + 3 \cdot 0,2 + 1 \cdot 0,1)}{1,7} = 1,82 .$$

С помощью значений ККЭО для отдельных объектов или для отдельных районов города за один год или по годам проводят сравнительный анализ и получают данные о тенденциях их изменений.

В целях мониторинга динамики состояния насаждений и выявления произошедших изменений интегральную оценку экологического состояния объектов зоны насаждений целесообразно проводить периодически 1 раз в 3-5 лет.

Категории состояния (жизнеспособности) деревьев

Балл	Категории состояния деревьев	Признаки деревьев разных категорий состояния
1	Без признаков ослабления	Листва или хвоя зеленые нормальных размеров, крона густая нормальной формы и развития, прирост текущего года нормальный для данных вида, возраста, условий произрастания деревьев и сезонного периода, повреждения вредителями и поражение болезнями единичны или отсутствуют
2	Ослабленные	Листва или хвоя часто светлее обычного, крона слабо-ажурная, прирост ослаблен по сравнению с нормальным, в кроне менее 25 % сухих ветвей. Возможны признаки местного повреждения ствола и корневых лап, ветвей, механические повреждения, единичные водяные побеги
3	Сильно ослабленные	Листва мельче или светлее обычной, хвоя светло-зеленая или сероватая матовая, крона изрежена, сухих ветвей от 25 до 50 %, прирост уменьшен более чем наполовину по сравнению с нормальным. Часто имеются признаки повреждения болезнями и вредителями ствола, ветвей, хвои и листвы
4	Усыхающие	Листва мельче, светлее или желтее обычной, хвоя серая, желтоватая или желто-зеленая, часто преждевременно опадает или усыхает, крона сильно изрежена, в ней более 50 % сухих ветвей, прирост текущего года сильно уменьшен или отсутствует. На стволе и ветвях часто имеются признаки заселения стволовыми вредителями (входные отверстия, насечки, сокотечение, буровая мука и опилки, насекомые на коре, под корой и в древесине); у лиственных деревьев обильные водяные побеги, иногда усохшие или усыхающие

Балл	Категории состояния деревьев	Признаки деревьев разных категорий состояния
5	Сухостой текущего года	Листва усохла, увяла или преждевременно опала, хвоя серая, желтая или бурая, крона усохла, но мелкие веточки и кора сохранились. На стволе, ветвях и корневых лапах часто признаки заселения стволовыми вредителями или их вылетные отверстия
6	Сухостой прошлых лет	Листва или хвоя осыпались или сохранились лишь частично, мелкие веточки и часть ветвей опали, кора разрушена или опала на большей части ствола. На стволе и ветвях имеются вылетные отверстия насекомых, под корой – обильная буровая мука и грибница дереворазрушающих грибов

5. МЕТОДЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ (УЧЕБНЫХ) ПОМЕЩЕНИЙ

Рабочая среда – составная часть нашей жизненной среды. В учебных аудиториях Вы проводите значительную часть своего времени, и Ваши работоспособность, а также здоровье во многом зависят от воздействия факторов этой среды. Составление экологического паспорта аудитории необходимо для оценки соответствия санитарно-гигиенических показателей помещения принятым нормам и для планирования мероприятий по улучшению рабочей среды.

Санитарно-гигиеническое состояние помещений и рабочих мест характеризуют следующие показатели:

- размеры и объем помещения;
- микроклимат закрытого помещения;
- воздушная среда помещения;
- вентиляционный режим;
- внутренняя отделка и оформление помещения;
- освещенность;
- уровень шума;
- радиационный фон.

Оборудование и материалы

Рулетка, сухой термометр на деревянном штативе, психрометр аспирационный, люксметр (Ю 16, Ю 116, Ю 117) с фотоэлементом, набором насадок, дозиметр, шумомер (любой марки ШИР-1, ШЗ – М, ШЗВ-003).

Задание 1. Определение полезной площади и кубатуры учебной аудитории

Ход работы

1. С помощью рулетки измерьте длину, ширину и высоту аудитории.
2. Рассчитайте площадь пола и кубатуру помещения.
3. Определите площадь и кубатуру в пересчете на одного студента, разделив полученные результаты на количество посадочных мест.

Обработка результатов и выводы

Полученные данные занесите в таблицу:

Площадь и кубатура помещения, приходящиеся на одного студента

Номер аудитории	Площадь, кв. м.		Кубатура, куб.м.	
	Полученный результат	Санитарно-гигиеническая норма	Полученный результат	Санитарно-гигиеническая норма
		2,00		4 – 5

Сделайте вывод о соответствии полученных результатов санитарно-гигиеническим нормам.

Задание 2. Оценка внутренней отделки помещений

Ход работы

Дайте характеристику внутренней отделки помещения по плану:

- отделка стен (окрашены, оклеены обоями и т.д.);
- цвет стен, потолка, пола;
- соответствие цветовых гамм;
- качество покрытия пола, чистота стен, химический состав материалов, применяющихся для отделки.

Обработка материалов и выводы

1. Оцените внутреннюю отделку комнаты, учитывая следующие данные:

- любые полимерные покрытия выделяют в атмосферу вредные для организма человека вещества;
- при южной ориентации помещений рекомендуются более холодные тона окраски стен (светло-серый, светло-голубой, зеленоватый, светло-сиреневый), при северной – более теплые (желтовато-охристые, светло-розовый, бежевый (табл. 21).

Загрязненные стены отражают света в 2 раза меньше, чем только что выкрашенные или вымытые.

Таблица 21

Отражающая способность окрашенных поверхностей стен

Цвет поверхности	Отражающая способность, услов. ед.
Белый	80
Светло-желтый	60
Светло-зеленый	40
Светло-голубой	30
Темно-голубой	6

2. Сделайте вывод о соответствии помещения экологическим требованиям.

Задание 3. Измерение параметров микроклимата

Ход работы

1. Измерение температуры воздуха

1. Снимите показания термометра на высоте 1,5 м от пола в 3 точках по диагонали на расстоянии 0,2 м от наружной стены, в центре помещения и на расстоянии 0,25 м от внутреннего угла комнаты. Термометр устанавливается на 15 мин в каждой точке.

2. Вычислите среднюю температуру воздуха в помещении.

3. Определите перепад температур по вертикали, производя измерения на расстоянии 0,25 м от пола и потолка.

2. Измерение относительной влажности воздуха

1. Конец влажного термометра, обернутого материей, смочите дистиллированной водой.

2. Заведите ключом вентилятор.

3. Через 3 – 4 мин после начала работы вентилятора на высоте 1,5 м от пола снимите показания сухого (t) и влажного (t_1) термометров.

4. Расчет абсолютной влажности произведите по формуле:

$$K = f - 0,5 (t-t_1) \frac{B}{755},$$

где K – абсолютная влажность, г/м³; f – максимальная влажность при температуре влажного термометра; t – температура сухого термометра; t_1 – температура влажного термометра; B – барометрическое давление в момент исследования (755 мм рт. ст. – среднее значение).

5. Рассчитайте относительную влажность воздуха по формуле:

$$R = \frac{K}{F} \cdot 100,$$

где R – относительная влажность, %; K – абсолютная влажность; F – максимальная влажность при температуре сухого термометра (по таблице прибора).

Полученные данные занесите в таблицу.

Показатели микроклимата помещения

Период года	Температура, °С		Относительная влажность		Скорость движения воздуха, м/с	
	Полученный результат	Санитарно-гигиеническая норма	Полученный результат	Санитарно-гигиеническая норма	Полученный результат	Санитарно-гигиеническая норма
Теплый		20 – 22 23 – 25		60 – 40		0,2 – 0,3
Холодный или переходный		18 – 22		65		0,2

Используя полученные данные, дайте оценку микроклимату.

Задание 4. Исследование освещенности аудитории

Значительное влияние на зрительный анализатор и общую работоспособность оказывает освещенность рабочего места. Освещенность рабочего места измеряется в люксах (лк). Минимально допусти-

мый уровень освещенности рабочего стола составляет 300 лк, классной доски – 500 лк.

Необходимо учитывать также направленность светового потока. При направленности света сзади и справа от работающего уровень освещенности на рабочем месте снижается в 3 – 4 раза за счет образующихся светотеней. Вреден для зрения очень яркий свет – свыше 2000 Лк. При оценке освещенности аудитории необходимо проанализировать все составляющие: естественную, искусственную и комбинированную освещенность.

Ход работы

1. Изучение естественной освещенности аудитории

1. С помощью рулетки измерьте высоту и ширину окон.
2. Рассчитайте общую площадь окон.
3. Рассчитайте площадь застекленной части окон (10 % общей поверхности окон приходится на переплеты).
4. Измерив длину и ширину класса, рассчитайте площадь пола.
5. Подсчитайте световой коэффициент СК по формуле

$$СК = S_0/S,$$

где S_0 – площадь застекленной части окон;

S – площадь пола.

6. Определите коэффициент заглубления, т.е. отношения высоты верхнего края окна над полом к глубине (ширине) класса.
7. Полученные данные занесите в таблицу.

Естественная освещенность аудитории

Номер аудитории	Световой коэффициент		Коэффициент заглубления	
	Результат	Санитарно-гигиеническая норма	Результат	Санитарно-гигиеническая норма
		1/4 – 1/6		1/2

2. Расчет горизонтальной искусственной освещенности

1. Рассчитайте удельную мощность ламп P – отношение мощности всех ламп к площади пола. Для этого суммируйте мощность всех ламп и поделите на площадь помещения.
2. Рассчитайте искусственную горизонтальную освещенность E , лк по формуле

$$E = P \cdot E_{\text{табл}} / 10K,$$

где P – удельная мощность ламп для данного помещения, Вт/м², $E_{\text{табл}}$ – освещенность, найденная по справочной таблице для ламп определенной мощности; K коэффициент запаса (1,3 для учебных и жилых помещений).

Таблица 22

Значения минимальной удельной мощности 10 Вт/м²

Мощность лампы, Вт	Прямой свет		Рассеянный свет	
	120 Вт	220 Вт	120 Вт	220 Вт
40	26	3	22,5	19,5
60	35	27	30	23
100	35	27	30	23
150	39,5	31	34	26,5
200	41,5	34	35,5	29,5
300	44	37	38	32
500	48	41	41	32

Сделайте вывод о соответствии горизонтальной освещенности санитарно-гигиеническим нормам. Коэффициент искусственного освещения должен быть не менее 48 Вт на 1 м² площади аудитории. Для создания достаточной искусственной освещенности в кабинете площадью 50 м² необходимо 12 люминесцентных ламп ЛП 001 или 8 ламп ЛСО 02 (удельная мощность 24,2 Вт/м²).

3. Исследование освещенности рабочего места методом люксметрии

Для оценки освещенности помещений применяют также метод люксметрии. Принцип действия прибора для измерения освещенности – люксметра – основан на явлении фотоэлектрического эффекта. При освещении поверхности фотоэлемента световым потоком в нем возникает фотопоток, величина которого пропорциональна плотности светового потока.

Оборудование: люксметр любой марки

Ход работы

1. Измерьте с помощью люксметра освещенность Вашего рабочего стола.
2. Измерьте с помощью люксметра освещенность классной доски.
3. Полученные данные занесите в таблицу.

Уровни освещенности исследуемых поверхностей

Место проведения измерения	Вид освещений (естественное, искусственное, комбинированное)	Уровни освещенности, лк	Максимально допустимый уровень освещенности, лк
Поверхность стола			200 – 300
Поверхность классной доски			500–2000

4. Оцените окраску и качество покрытия стола и классной доски, учитывая следующие данные:

- светлые тона краски на 20 % увеличивают освещенность рабочего места (светло-зеленый, светло-голубой, зеленовато-желтый, серовато-голубой);

- блестящая поверхность обладает слепящим действием и на 12 – 18 % снижает устойчивость ясного видения, остроту зрения;

- классная доска должна быть коричневого или зеленого цвета и хорошо удерживать мел.

Обработка результатов и выводы

1. Сделайте вывод о соответствии освещенности санитарно-гигиеническим нормам.

2. Сделайте вывод о влиянии окраски и качества покрытия стола и классной доски на освещенность рабочего места.

Задание 5. Радиационный контроль помещений

Источники радиоактивного излучения бывают естественного и искусственного происхождения. Первые создают естественный радиационный фон гамма-излучения, который складывается из космического фона и фона окружающей местности. Естественный фон больше при подъеме над уровнем моря, а также в местах выхода на поверхность земли горных пород, содержащих уран или продукты его распада. В основном на территории бывшего СССР гамма-фон составляет 10 – 20 мкР/ч (ОД – 0,2 мкЗв/ч) и не превышает 60 мкР/ч (0,6 мкЗв/ч).

Искусственные источники радиоактивного излучения могут возникать в окружающей среде в результате аварийных выбросов ядерных установок и тому подобного, что может привести к локальному повышению фона гамма-излучения до уровней, опасных для здоровья и жизни человека. Поэтому фон внешнего гамма-излучения нуждается в постоянном контроле.

Для оценки радиационного состояния окружающей среды могут быть использованы самые различные измерители-индикаторы (ИМД - 70, НМД - 100, ИРД - 02, ДМП - 1, СИД - 01 и др.), в которых в качестве детектора используются один или два счетчика Гейгера. Эти приборы дают возможность не только обнаружить радиоактивное загрязнение, но и достаточно точно оценить мощность дозы.

Дозиметр-радиометр бытовой типа ИРД - 02 предназначен для измерения мощности эквивалентной дозы (МЭД) гамма-излучения от загрязненных поверхностей и оценки загрязненности бета-гамма излучениями, излучающими нуклидами проб воды, почвы, пищи, продуктов растениеводства, животноводства и др.

Прибор типа ИР - 02 применяется для контроля населением радиационной обстановки по гамма-излучению. Оценка показаний по бета-излучению может проводиться и интерпретироваться только профессиональными работниками.

Величина МЭД оценивается либо в микрозивертах в час (мкЗв/ч), либо в микрорентгенах в час (мкР/ч).

Ход работы

1. Познакомьтесь с инструкцией к прибору и подготовьте прибор к работе.
2. Определите величину МЭД гамма-излучения в нескольких точках: учебной аудитории, коридоре, на лестнице (на разных этажах).
3. Интенсивность радиоактивного излучения, возникающего в результате радиоактивного распада, является величиной непостоянной, колеблющейся вблизи некоторого среднего значения. Поэтому последовательные показания прибора отличаются друг от друга иногда в 1,5 – 2 раза. Для точной оценки радиоактивного фона запишите 10 – 20 показаний при неизменных внешних условиях (прибор неподвижен относительно исследуемого объекта, внешний фон заметно не изменяется) и вычислите среднее арифметическое значение.

4. Результаты измерения запишите в таблицу.

Радиационный фон учебных помещений

Место измерения	Показания прибора	Естественный радиационный фон
Учебная аудитория	1-е измерение 2-е измерение 10-е измерение	0,05 – 0,20
	Среднее значение из 10 измерений	
Коридор	1-е измерение 2-е измерение 10-е измерение	0.05 – 0.20
	Среднее значение из 10 измерений	
Лестница	1-е измерение 2-е измерение 10-е измерение	0,05 – 0,20
	Среднее значение из 10 измерений	

Обработка результатов и выводы

1. Сделайте выводы о соответствии полученных Вами значений радиационного фона учебных помещений естественному радиоактивному фону.
2. Объясните различия в уровнях радиации отдельных помещений учебного здания.

Задание 6. Определение уровня шума в учебных помещениях

Шум – один из видов физического загрязнения на рабочем месте. Чаще всего шум представляет собой сочетание многих тонов разных уровней (громкости) и высот (частот). Уровень шума измеряется в децибелах (дБ).

У человека диапазон уровней звукового давления от порога слышимости до порога болевого ощущения составляет 120 дБ. Шум воздействует на кровообращение, центральную нервную систему, создает утомление организма, вызывает агрессивность, нарушение сна. Шум приводит к затруднению общения между людьми, раздражению. Длительно действующий шум на уровне 85 – 90 дБ и выше опа-

сен и может привести к потере слуха. Шум обладает аккумулятивным эффектом, т.е., накапливаясь в организме, все сильнее угнетает нервную систему.

Для измерения уровня шума используют шумомеры различных марок. Принцип работы прибора заключается в том, что звуковые колебания, воспринимаемые микрофоном, преобразуются в пропорциональные электрические сигналы, которые затем усиливаются и измеряются индикатором, проградуированным в децибелах.

Ход работы

1. Изучите инструкцию к прибору и подготовьте прибор к работе.
2. Определите уровень шума в аудитории, затем в коридоре, в других помещениях.
3. Полученные данные занесите в таблицу.

Уровень шума в различных помещениях

Помещение	Уровень шума, дБ	
	Результат измерения	Допустимый уровень
Учебная аудитория		
Коридор		40
Лестница		60
Буфет		60
Библиотека		40

Обработка результатов и выводы

1. Сделайте вывод о соответствии уровня шума в различных помещениях санитарно-гигиеническим нормам.
2. Выясните причины разного уровня шума в обследуемых помещениях.
3. Предложите меры, способствующие снижению уровня шумового загрязнения.

Задание 7. Составление экологического паспорта учебного помещения

Обработка результатов и выводы по теме

1. Проанализируйте результаты выполненных лабораторных работ и заполните бланк "Экологический паспорт учебной аудитории".

Экологический паспорт учебной аудитории

Показатель	Результаты измерения	Санитарно-гигиеническая норма
Площадь, кв.м.		2,0
Кубатура, куб.м.		4 – 5
Температура воздуха, °С: в теплый период года в холодный и переходный периоды года		+ 20 – 25 + 18 – 22
Относительная влажность, %: в теплый период года в холодный и переходный периоды года		40 – 60 65 – 60
Коэффициент аэрации		1/50
Кратность обмена воздуха		3,0 – 6,0
Световой коэффициент		1/4 – 1/6
Коэффициент заглубления окон		Не ниже 1/2
Освещенность рабочего места, лк		300 – 2000
Радиационный фон мкЗв/ч		0,05 – 20
Уровень шума, дБ		Не более 40
Оценка оптической среды		
Оценка воздушной среды		

2. Сделайте вывод об экологическом состоянии учебной аудитории, соответствии помещения и рабочих мест студентов санитарно-гигиеническим нормам.

3. Если необходимо, разработайте рекомендации по улучшению качества среды в учебных аудиториях.

6. МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ ЧЕЛОВЕКА

Экологическая культура – это совокупность духовных и материальных ценностей цивилизации, ориентированных на удовлетворение потребностей и гармонизацию взаимоотношений человека, общества и биосферы. Экологическая культура проявляется в разных формах. Предлагаемые методы тестирования, анкетирования и ранжирования выявляют различные «срезы» человеческого мышления и уровня со-

знания, служат для понимания личности ученика и рассчитаны для разных возрастов.

Составление тезисов

Цель: изучить индивидуальные особенности экокультуры. Результаты подлежат коллективному обсуждению, так же как и индивидуальному анализу. Предложения составляются по возможности лаконично в виде коротких фраз.

Тезисы на определение индивидуального понимания смысла природы:

- «Природа – это...»;
- «Природа состоит из...»;
- «Для меня природа...»;
- «В жизни человека природа...»;
- «Современное состояние природы...»;
- «Экологическими проблемами являются...»;
- «Экологические проблемы моей области...»;
- «Решение экологических проблем зависит...».

Тезисы для определения отношения к природе, представления многосторонней ценности природы:

- «Человек относится к природе...»;
- «Я отношусь к природе...»;
- «Я люблю природу за то, что...»;
- «Я люблю бывать на природе...»;
- «В природе мне нравится...»;
- «Природа дает мне...»;
- «Основная ценность природы для меня состоит...»;
- «Природа прекрасна...».

Тезисы на определение мотивов экологической деятельности, отношения к природе:

- «Мое отношение к природе обусловлено...»;
- «Я люблю природу, так как...»;
- «Я люблю бывать на природе, потому, что...»;
- «Я стараюсь не наносить вреда природе, так как...»;
- «Когда я рву цветы на лугу, я не задумываюсь о ...»;
- «Когда я вижу, что кто-то ломает ветку на дереве, то...»;
- «Я убежден, что человек должен относиться к природе...»;
- «В существующих экологических проблемах виновен...».

Тезисы на индивидуальное представление смысла экологической культуры человека, компонентах экологической культуры:

- «Экологическая культура человека – это...»;
- «Экологическая культура человека представляет...»;
- «Моя экологическая культура...»;
- «Экологическая культура складывается...»;
- «Знание человеком природы позволяет ему...»;
- «Основными правилами поведения человека в природе являются...»;
- «Свою деятельность по охране природы я оцениваю как...»;
- «Моя деятельность по охране природы заключается в...».

Метод ранжирования элементов экологической культуры

Цель: выявление представлений учащихся о компонентах экологической культуры человека, их соотношении.

Задание: ученики расставляют ранговые места от 1 до 7 по степени важности для себя следующие компоненты экологической культуры:

- система экологических знаний;
- практические экологические умения;
- владение правилами поведения в природе;
- интерес к экологическим проблемам;
- потребность в общении с природой; понимание многосторонней (универсальной) ценности природы;
- убежденность в необходимости ответственно относиться к природе.

После тестирования учитель объявляет на классном часе результаты ранжирования. Выбирает (предлагает) сферу деятельности по охране природы, соответствующую первому, второму или третьему ранговым местам (предпочтению учеников). Например, если на первое место вышли практические умения и навыки, то планируют проведение экологической акции по очистке территории, окультуриванию пейзажа, охране, расселению редкого вида животного или растения.

Для ранжирования компонентов экологической деятельности выявляют направленность личности в практической деятельности. При этом располагают в порядке убывания (в зависимости от их значимости для себя) следующие виды деятельности:

- участие в экологических митингах;

- работа на даче;
- туристические походы;
- забота о домашних животных;
- выпуск экологической газеты;
- оформление стенда о природе, ее охране;
- изготовление гнездовья для птиц;
- участие в конкурсе «Природа и фантазия»;
- экскурсии в природу, по экологической тропе;
- чтение книг о природе;
- работа по увеличению популяции ценных диких растений;
- посещение музеев (краеведческих, художественных);
- телевизионные передачи и кинофильмы;
- беседы и лекции о природе и ее охране.

Ранжирование экологических знаний

По результатам опроса учитель определяет склонность ученика к определённой направленности и учитывает это в процессе обучения.

Цель: выявление уровня сформированности у детей экологических знаний, приоритетности определенных групп знаний.

Задание: расположить по степени важности для себя следующие группы знаний о природе:

- животный мир;
- растения;
- человек;
- экологические проблемы;
- взаимодействие человека и природы;
- явления природы;
- цветы;
- лекарственные травы;
- эволюция природы;
- деятельность человека в природе.

Анкетирование

Эта анкета помимо повышения успеваемости учеников позволяет лучше раскрыть творческий потенциал ребёнка, может использоваться для планирования внешкольных мероприятий и проводится в виде ответов на следующие вопросы:

- Убеждены ли Вы в необходимости сохранения природы? Почему?

- Проявляете ли Вы интерес к экологическим проблемам? В чем это выражается?
- Назовите ведущие экологические проблемы в мире, России.
- Что такое охрана природы?
- Какую ценность имеет природа для человека, для Вас лично?
- Испытываете ли Вы потребность в постоянном общении с природой?
- Какие экологические, природоохранные дела проводились в Вашей школе?
- Что Вы сделали и что смогли бы еще сделать полезного по защите природы?
- Чем привлекает Вас природоохранная деятельность?
- Что, по Вашему мнению, люди могли бы сделать наиболее полезного по охране природы?
- Как Вы оцениваете уровень своей экологической культуры?
а) имею низкий уровень; б) имею средний уровень; в) имею высокий уровень; г) затрудняюсь определить.
- Для кого человек должен охранять природу?
- Что такое международная Красная книга?
- Что означает красный цвет Красной книги?
- Какого цвета страницы имеет международная Красная книга?
- Какие животные, обитающие на территории вашей области, занесены в международную Красную книгу?
- Какие Вы знаете формы охраняемых природных территорий?
- Какие особо охраняемые природные территории расположены на территории Вашей области (района)?
- Назовите экологические проблемы вашей области (района).
- Что называют легкими планеты? Почему?
- Правильно ли делить растения и животных на полезных и вредных?
- Что лично Вы можете сделать для охраны природы?

Анкета на отношение к природе и ее охране

Примечание. Среди предлагаемых вариантов ответов необходимо пометить выбор «+».

Как Вы относитесь к природе?

а) бережно;

б) ответственно;

в) безразлично;

г) с любовью;

д) неопределенно.

Что является главным фактором загрязнения окружающей среды в нашей местности?

а) транспорт;

б) промышленность;

в) сельское хозяйство;

г) атомные электростанции.

Кто, на Ваш взгляд, в первую очередь должен заниматься решением экологических проблем?

а) правительство

б) Министерство охраны природы;

в) каждый человек;

г) специалисты в области охраны окружающей среды;

д) партия «зеленых»;

е) наука.

Существует ли, по Вашему мнению, такая экологическая информация, которую не стоит распространять широко?

а) да;

б) скорее да, чем нет;

в) скорее нет, чем да;

г) нет.

На ком лежит наибольшая ответственность за нарушение экологического равновесия?

а) руководителях промышленных предприятий;

б) министерствах;

в) каждом конкретном человеке;

г) ученых;

д) системе образования.

Что, на Ваш взгляд, лежит в основе экологической культуры?

а) страх за свое собственное будущее, за все живое на Земле;

б) стремление сохранить все многообразие природы;

в) здоровье будущих поколений;

г) осознание ответственности за дальнейшую эволюцию биосферы;

д) желание сохранить красоту окружающей нас природы.

Комплексная анкета

Эта анкета состоит из 4 частей (компонентов): мотивационного, аксиологического, гностического и эмоционально-волевого. Первый выявляет мотивы к проявлению экологической деятельности. Вторая часть (аксиологический компонент) показывает, в чём ученики представляют ценность природы и природоохранных мероприятий. Гностический компонент выявляет уровень познавательной активности. Эмоционально-волевой характеризует личностные качества. По результатам анкетирования учитель оценивает (принимает во внимание), например, по 5-балльной системе качества учеников по каждому компоненту, в соответствии с этим планирует природоохранную или исследовательскую деятельность.

Цели и задачи: выявить психологические черты школьников для оптимального выбора практической (теоретической) деятельности.

Мотивационный компонент

Что вызывает у Вас потребность заниматься экологической деятельностью?

- требования учителей;
- любовь к природе;
- стремление быть полезным;
- сознание личной причастности к делу охраны природы;
- требования родителей;
- пример других людей;
- интерес к экологическим проблемам;
- затрудняюсь ответить;
- особое мнение.

Убеждены ли Вы в том, что деятельность каждого конкретного человека способствует решению экологических проблем?

- да;
- не совсем убежден;
- нет.

Считаете ли Вы своим долгом заниматься экологической деятельностью (охраной природы)?

- да, считаю;
- скорее да, чем нет;
- скорее нет, чем да;

– нет, не считаю.

Проявляете ли Вы интерес к проблемам взаимодействия человека и природы? В чем это выражается?

- постоянно читаю книги, статьи в газетах и журналах, смотрю передачи экологической тематики;
- иногда читаю отдельные статьи в периодических изданиях;
- не интересуюсь этими проблемами;
- делал доклад на уроке (заседании кружка) по экологической тематике;
- занимаюсь в природоведческом кружке;
- провожу исследования в природе;
- затрудняюсь ответить.

Что препятствует Вам заниматься экологической деятельностью?

- не проявляю интереса к проблемам взаимодействия человека и природы;
- не хватает времени на все, в том числе на экологическую деятельность;
- экологическая деятельность – это очень трудно;
- большая загруженность другой работой;
- осознание того, что вряд ли я один могу изменить экологическую ситуацию;
- я не владею навыками и умениями экологической деятельности;
- это не мое дело;
- затрудняюсь ответить;
- особое мнение.

Что обычно определяет Ваше поведение в природе?

- никогда не задумывался над этим;
- бережное отношение к растениям и животным;
- стремление получить какую-либо пользу, выгоду для себя;
- осознание долга за сохранение всего живого;
- стремление отдохнуть, расслабиться, получить положительные эмоции;
- стремление насладиться красотой природы;
- затрудняюсь ответить;
- особое мнение.

Аксиологический компонент

В чем заключается общечеловеческая ценность природы?

- в том, что она является главным условием жизни человека;
- в том, что она критерий прекрасного в жизни;
- в том, что она дает человеку пищу и одежду;
- в том, что она источник вдохновения в деятельности человека;
- в том, что она позволяет человеку познавать окружающий мир;
- затрудняюсь ответить;
- особое мнение.

Гностический компонент

Что такое экология?

- наука о взаимодействии человека и природы;
- система знаний об экосистемах;
- наука о воспроизводстве жизни и факторах этого воспроизводства;
- сведения об экологических проблемах;
- наука о взаимоотношениях живых существ между собой и с окружающей природой;
- система знаний о растительном и животном мире;
- наука о биосфере;
- затрудняюсь ответить.

Что такое Красная книга?

- список редких и исчезающих видов животных и растений, подлежащих охране;
- описание экологических проблем современности;
- перечень лучших дел человечества по охране природы;
- перечень негативных поступков, действий человека по отношению к природе;
- описание наиболее красивых объектов, явлений природы;
- затрудняюсь ответить.

Что такое биосфера?

- совокупность растений и животных;
- живая оболочка планеты;
- пространство существования жизни на Земле;
- взаимосвязь человека и природы;
- животный мир;

- видовое разнообразие растений;
- затрудняюсь ответить.

Эмоционально-волевой компонент

Всегда ли Вы можете удержаться от того, чтобы сорвать цветы, сломать ветку дерева без особой потребности?

- всегда;
- иногда;
- очень редко;
- никогда.

Оцените свой уровень экологической культуры:

- высокий;
- средневысокий;
- средненизкий;
- низкий;
- затрудняюсь оценить.

После анкетирования, дети, показавшие высокий балл в гности- тическом компоненте, с наибольшей результативностью могут участ- вовать в теоретических конкурсах, олимпиадах, а получившие высо- кий балл в эмоционально-волевом компоненте принимают участие в митингах, слётах, теле- и радио передачах.

Тестирование

Личностный тест

Цели: проверить личностные качества путем самооценки. Личност- ный тест анализируется учащимися. Результаты учитель сопоставля- ет с комплексным анкетированием. Производится оценка отношения к природе по ответам на предлагаемые вопросы.

Задание: прочесть вопрос, три ответа на него, выбрать один из отве- тов и запомнить оценку в баллах. Баллы по выбранным ответам сло- жить.

Обозначения баллов: 2 – да, 0 – нет, 1 – по-разному.

1. Хорошо ли ты относишься к природе?

- 2
- 0
- 1

2. Умеешь ли ты отличать красивые явления от некрасивых?
1
0
1
3. Всегда ли ты бережешь красоту вокруг себя?
0
2
1
4. Заслуживают ли внимания явления природы?
1
0
2
5. Всегда ли ты относишься к природе внимательно?
1
2
0
6. Все ли явления природы тебя интересуют?
0
1
2
7. Проявляется ли этот интерес в поступках?
1
2
0
8. Ценишь ли ты новизну в природе?
1
2
0
9. Влияет ли природа на твои переживания?
0
1
2
10. Пользуешься ли ты оценками красоты природы, когда рассматриваешь ее явления?
1
0
2

11. Всегда ли выступаешь против тех, кто приносит природе ущерб?

0

2

1

12. Любишь ли ты читать описания природы в книгах?

0

2

1

13. Влияет ли природа на твое поведение?

1

0

2

14. Влияет ли окружающая природа на твои мысли?

2

0

1

15. Часто ли прогуливаешься среди природы?

1

2

0

16. Приходилось ли тебе чем-то вредить природе?

2

0

1

17. Любишь ли ты чем-либо заниматься среди природы?

1

0

2

18. Часто ли ты равнодушен к окружающей природе?

2

1

0

19. Начались ли твои выступления против вреда, наносимого природе нерадивыми людьми, в младших классах?

0

2

1

20. Или они возникли в подростковых классах – с 4-го по 7-й?
2
0
1
21. Часто ли рассматриваешь природу, изображенную художниками?
0
2
1
22. Приходилось ли тебе сочинять стихи о природе?
2
0
1
23. Всегда ли добросовестно трудишься, ухаживая за природой?
1
2
0
24. Помогли ли тебе уроки и другие учебные занятия познакомиться с красотой природы?
1
0
2

Оценка результатов

Свыше 40 или менее 20 баллов. Школьнику полезно чаще анализировать собственные ощущения и переживания, мысли и действия. Это поможет сделать отношение к природе более определенным и эффективным для самовоспитания средствами природы.

От 30 до 40 баллов. Ученик недостаточно внимателен к природе и поведению окружающих людей, ему следует чаще интересоваться произведениями искусства, это поможет сформировать отношение к природе более действенным.

От 20 до 29 баллов. Ученику следует уделять природе больше внимания, находить в ней привлекательные стороны, глубже продумывать причины ее явлений, лучше представлять, как отображена природа в искусстве и как она влияет на поведение людей.

Проективный тест

Цель: раскрыть потенциальные способности учеников при предполагаемом конфликте, других острых ситуациях. Этот тест отражает характер действий учащихся в ситуации, непосредственно связанной с природой.

Задание: закончить начатую фразу.

1. Если я выберу профессию, связанную с явлениями природы, например, _____ то _____
2. Встретив в лесу браконьера, я _____
3. К людям, которые любят природу, я отношусь, потому что _____
4. Если бы я был художником и оказался на реке или у моря, _____
5. Я хотел бы побывать в экологическом лагере школьников, потому что (чтобы) _____
6. В ближайшее время хотелось бы побывать в походе, чтобы _____

Обработка результатов

Анализируя результаты тестирования, педагог определяет:

- спектр сформулированных норм и правил поведения человека в природе;
- повторяемость отдельных норм и правил;
- стремление учащихся к самоидентификации с нормами и правилами;
- уровень рефлексии учащимися норм и правил поведения человека в природе;
- уровень личностного осознания учащимися норм и правил поведения;
- адекватность экологического сознания и поведения в природе.

Профильный тест (на склонность к одному из экологических направлений)

Молодые люди отличаются не только по склонности к разным предметам, но и к отрасли биологии, которой они хотели бы посвятить будущее. Простой психологический тест позволяет выявить склонность к эстетическому восприятию, научной деятельности,

прагматичному использованию природных ресурсов и природоохранной деятельности. Тест предназначен для контингента старших классов или студентов первых курсов вузов, но может быть модернизирован для младших возрастных групп.

Цель: выявить склонность к одному из перечисленных направлений.

Ход работы. Учащиеся записывают ключевые слова (см. таблицу). Затем педагог достаточно быстро прочитывает ряд слов-ассоциаций, относящихся к каждому стимульному слову. Учащиеся быстро записывают через тире одно из ассоциативных слов, которое ближе к их профессионально ориентированному профилю. В конце занятия тестируемые должны определить в процентах, какую часть составляет каждая установка. Проводят обсуждение. Согласны ли учащиеся с выявленной склонностью? По итогам педагог объявляет о количестве учеников, склонных к тому или иному виду деятельности.

Четыре типа установки: К – красота (эстетическая установка); И – как объект изучения (когнитивная установка); О – охрана (эстетическая установка); П – как объект пользы (прагматичная установка).

Стимульные слова	Слова-ассоциации
лес	поляна (К) муравейник (И) заповедник (О) дрова (П) песок
трава	сено (П) кора зеленый цвет (К) стебель (И)
медведь	паутина хозяин (К) ягоды (И) редкий (О) охота(П)
болото	головастик (И)
болото	заказник (О) торф (П)

болото	торф (П) яблоки туман (К)
рыба	жабры (И) серебристая (К) нерестилище (О) перо (П)
бобр	ловкий (К) колония (И) расселение (О) мех (П) грибы
лось	следы (И) лесник (О) трофей (П) камыш рога (К)
озеро	улов (П) шерсть острова (К) моллюск (И) чистый (О)
дерево	осень (К) кольца (И) вырастить (О) книжная полка (П) сено
утка	запрет (О) жаркое (П) рассвет (К) ветка колыхание (И)
сад	берлога цветущий (К) опыление (И) поливать (О) урожай (П)

природа	романтика (К) компьютер (И) суд (О) отдых (П)
---------	--

Часть слов-ассоциаций является словами-балластами для увеличения объективности ответа. В зависимости от возраста учеников проводят модернизацию как стимульных слов, так и слов-ассоциаций.

Тематика сочинений-миниатюр

Цель. Выявление ценностных экологических ориентаций, знаний норм и правил поведения человека в природе, адекватности экологического сознания и поведения, эмоциональной отзывчивости, экологических интересов и потребностей, способности и потребности к рефлексии своего взаимодействия с природой и т.д. Учащимся 6 – 8-ых классов (желательно на конкурсной основе) предлагают следующую тематику сочинений или сочинений-миниатюр:

- «Человек и природа – трагедия или гармония?»
- «Природа – мастерская или храм?»;
- «За что я люблю природу?»;
- «Человек в ответе за жизнь»;
- «На пути в ноосферу»;
- «Природа в моей жизни»;
- «Мое представление об экологически культурном человеке»;
- «От кого человек должен охранять природу?»;
- «Имеющий в руках цветы, плохого совершить не может»;
- «Любить природу»;
- «Человек – царь природы?»;
- «Охранять природу – значить охранять Родину»;
- «Природа – творец всех творцов»;
- «Мыслить глобально, действовать локально»;
- «Можно ли делить природу на вредную и полезную?»
- «Мое отношение к животным»;
- «Твой вклад в дело охраны природы»;
- «С природой на Вы»;
- «Человек и природа – проблема старая, как мир»;
- «Беря у природы, научись отдавать!»;

«Понимаешь ли ты природу?»;
«Природа – общечеловеческая ценность»;
«Что мне дает общение с природой?».

Социометрия

Цели. Изучить межличностные отношения, использовать положительные отношения между учащимися для выполнения исследовательских работ и природоохранных акций. В процессе диагностики уровня развития экологической культуры учащихся им можно предложить следующие социометрические методики:

«Назови одноклассников, которые имеют высокий (низкий) уровень экологической культуры»;

«Если бы ты как известный французский ученый Кусто формировал команду исследовательского корабля по изучению природы, кого бы из своих одноклассников ты взял в эту команду?»;

«Кто из твоих одноклассников наиболее ответственно относится к природе?»;

«С кем бы из своих близких людей, друзей, знакомых ты стал сажать сад?»;

«Кто из твоих одноклассников наиболее сильно проявляет (не проявляет) любовь к животным?»;

«Назови 5 своих одноклассников, которые наиболее активны в экологической деятельности»;

«Если бы ты был директором зоопарка и тебе необходимо было набирать специалистов для работы с животными, кого бы из своих одноклассников ты пригласил?»;

«Назови 3 учащихся своего класса, с кем бы ты взялся за подготовку серьезного доклада по проблеме взаимодействия человека и природы»;

«Назови 7 одноклассников, с которыми ты бы отправился в экспедицию по изучению природы»;

«Назови 5 своих одноклассников, которые любят общаться с природой»;

«Назови 5 своих одноклассников, которые целенаправленно изучают природу»;

«Назови одноклассников, причиняющих вред природе»;

«Назови 3 учащихся своего класса, кто наиболее эмоционально может рассказать о красоте природы»;

«Назови 3 учащихся своего класса, кто бы мог успешно участвовать в турнире знатоков природы своей области»;

«Назови 5 своих одноклассников, которые не позволят себе вернуться с прогулки в лес с охапкой полевых цветов, сломанными ветками кустарников, деревьев».

7. НОВЫЕ ФОРМЫ И МЕТОДЫ ВНЕШКОЛЬНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

В настоящее время государственная система внешкольного экологического образования состоит из работы детских дошкольных учреждений (ДДОУ), клубов по месту жительства, экологических кружков при центрах экологического образования. Каждое учреждение работает согласно лицензионному разрешению по дополнительному образованию, по программе, одобренной руководством учреждения. Для молодого специалиста важно разрабатывать и привносить новые элементы в имеющуюся схему экообразования. Фандрайзинг (англ. – поиск средств) – это деятельность по поиску средств для организации на осуществление проектов и программ. Образовательным учреждениям гарантировано только минимальное финансирование из государственного бюджета, но даже в эпоху социализма госбюджет не мог удовлетворить потребностей школ и вузов, а в эпоху капитализма в условиях жесткой конкуренции возникает вопрос о собственном ресурсообеспечении. Одним из видов поиска средств является участие в конкурсах образовательных программ. Иногда участие в конкурсе проводится при письменной поддержке со стороны органов местного самоуправления. Каждый год на поддержку образовательных программ выделяются миллиарды долларов по всему миру, однако лишь небольшая часть средств доходит до школьных педагогов. Фандрайзинг имеет различные формы: 1) привлечение спонсорской помощи благотворительных фондов; 2) организация собственной предпринимательской деятельности (создание и реализация товарной продукции); 3) участие в деятельности коммерческих структур; 4) проведение мероприятий по сбору средств (например, акции по созданию учредительского общества).

Рассмотрим механизм привлечения спонсорской помощи благотворительных фондов российских организаций. Спонсоры бывают двух видов: юридические и физические. Организации, запрашивающие средства, также бывают двух типов. Для спонсоров важно поддерживать инновационные формы образовательной работы. Конечная цель организации называется миссией. Миссия обладает двумя функциями. Первая (внешняя) представляет тему, которой занята организация. Вторая (внутренняя) объединяет заинтересованных сотрудников. Для педагогических учреждений миссия представляет обоснование системообразующей педагогической идеи. Например, в школе N миссия состоит в гуманитаризации образования на основе экологизации образовательного процесса. Часто сложившиеся традиции, методический потенциал, т.е. сам педагогический коллектив, ограничивают реализацию идеи. Поэтому так важно позитивное отношение руководства коллектива и самого коллектива к подготавливаемому проекту. Качество формулировки миссии определяется тем, насколько долго формулировка служит организации, не требуя изменений. Другими словами, миссия должна опираться на предшествующий опыт работы коллектива и ориентироваться на долгосрочную перспективу.

Миссия вытекает из целей, которые ставит организация. Например, цель школы N – повысить уровень успеваемости по определенным естественным предметам. Цель формулируется исходя из задач. Например, задачами педагогического коллектива являются введение факультатива по экологии, регулярное проведение экологических акций, создание школьной экологической газеты, учреждение внебюджетного фонда. Задачи формулируют сам запрос на финансирование. Именно для решения задач распределяются средства. Задачи могут быть целиком направлены на финансирование. Например, запрашивается определенная сумма на проведение тренинга-семинара педагогического коллектива, закупку оборудования (микроскопы, компьютеры, лабораторное оборудование и т.д.).

Среди организаций, финансирующих программы, существуют государственные организации (фонды), посреднические и частные фонды. Для финансирования экологического образования существует не менее 200 организаций разного типа. На их основе в каждой стране, в каждом регионе создаются местные фонды. Они ориентиро-

ваны на поддержание организаций, оказывающих реальное влияние на региональную политику, например на политику экологизации образования. Среди экологических организаций наибольшая поддержка оказывается неправительственным (негосударственным) организациям. Например, российско-британская организация САФ имеет представительства во всех крупных регионах, во многих городах существуют центры некоммерческих организаций, которые помогают получить средства на реализацию заявки и дают консультации по ее написанию.

Организация собственной предпринимательской деятельности. Наиболее популярными видами природоохранной частной деятельности являются изготовление и продажа товаров с символикой образовательного учреждения – значков, футболок, сувениров и т.д. Как доходное коммерческое предприятие оно регистрируется в налоговой инспекции, имеет свой счет, проводит бухгалтерскую отчетность. Сфера предпринимательской деятельности многообразна. При решении образовательных задач чаще всего возникает вопрос производства и реализации печатной продукции. Начальный капитал получают путем написания заявки в один из источников финансирования.

Участие в деятельности коммерческих структур. Организация может использовать имеющиеся у нее средства для «зарабатывания» денег, например при проведении экологической экспертизы, экологического аудита, оценки воздействия на окружающую среду какого-либо строящегося предприятия.

Проведение мероприятий по сбору средств. Наиболее частый источник финансирования – это, бесспорно, родители учеников общеобразовательного учреждения (попечительский фонд). При этом собираются необлагаемые налогом средства, которые частично можно использовать для рекламирования одного из учреждений-спонсоров.

Написание заявки на грант начинается с изучения темы, литературы по решаемой проблеме, подготовке семинаров, конференций. Наиболее распространенными изданиями являются «Учительская газета», журнал «Фонды. Программы. Сотрудничество». Можно использовать Интернет, так как каждый фонд имеет свой веб-сайт. 90 % всех заявок отсеивается из-за невыполнения организациями требова-

ний к написанию заявок. Обычно программы-проекты составляются на бланках, предлагаемых фондом, а время подачи заявок ограничено. Программа оформляется высокопрофессионально, используются активные глаголы, а не пассивные обороты. Заявка представляет одновременно и план, и обязательство, и убеждение, и предложение о сотрудничестве. Последнее особенно важно, так как многие организации по условиям договора используют продукцию деятельности экологических организаций. Например, печатная продукция может быть опубликована грантодателем.

Пакет документов, необходимых для подачи «донору», включает письмо-объяснение, заявку, дополнительные материалы (балансовый отчет, документы, иллюстрирующие активность экологической организации, письма-поддержки, по условию организации-донора). Критериями оценки заявки являются такие вопросы, как:

- Удовлетворяет ли проект уставу организации?
- Является ли идея проекта оригинальной или уникальной?
- Какова способность соискателя распорядиться выделенными средствами в соответствии с требованиями финансового контроля?

Оформления заявки должно включать:

- описание организации (цели и задачи, наличие достижений, статистические данные);
- обоснование необходимости проекта (поддерживается статистическими сведениями, формулируется с точки зрения организации-донора, а не заявителя);
- описание целей и задач проекта (важно не путать задачи и методы, методы являются решением задач);
- описание самого проекта (указываются мероприятия, которые необходимо осуществить для достижения намеченных целей). Например, для экологического образования школьников во время экологической акции по уборке, окультуриванию городского района необходимо привлечь грамотных специалистов по архитектуре, фитодизайну, цветоводству;
- оценку проведённого мероприятия (обычно проводится анкетирование, привлекаются специалисты-психологи, указывается форма отчетности, в том числе финансовая);

- путь дальнейшего финансирования проекта;
- бюджет предприятия.

Рассмотрим примерный бюджет заявки на организацию городского трудового экологического лагеря (состоит из 2 разделов – заработная плата и основные расходы, цены 1990-х гг.) (табл. 23, 24).

Таблица 23

Бюджет проекта. Заработная плата

№ п/п	Исполнители	Оплата, дол.	Процент времени	Длительность, мес.	Всего, дол.	Требуется, дол.	Имеется, дол.
1	Учащиеся, 100 чел.	10	25	2	200	200	0
2	Педагоги-руководители, 6 чел.	40	25	2	240	240	0
3	Юрист-консультант	40	50	2	40	40	0
4	Администратор	60	75	2	60	60	0
5	Бухгалтер	50	100	2	50	50	0
6	Руководитель	75	100	2	75	75	0
7	Итого по исполнителям проекта	275	–	–	665	665	0
8	Социальное и медицинское страхование, налоги (40,5 % от фонда заработной платы)	–	–	–	–	269,3	0
9	Итого на оплату труда	–	–	–	–	934,3	0

Таблица 24

Бюджет проекта. Основные прямые расходы

№ п/п	Расходы	Количе- ство, шт.	Всего, дол.	Требует- ся, дол.	Имеет- ся, дол.
1	Одноразовые пакеты для мусора	20·1	220	220	0
2	Рукавицы	200·0,4	80	80	0
3	Лопаты	20·1	20	20	0
4	Грабли	10·1	10	10	0
5	Косы	5·3	15	15	0
6	Ведро	6·2	18	18	0
7	Топоры	6·2	18	18	0
8	Канцелярские расходы	10	10	10	0
Итого на прямые расходы			391	391	0
Общая стоимость проекта			1325,3		0

Педагоги экологии, краеведы и другие работают с определенной группой детей в течение всего срока, юрисконсульт – в течение 2 недель. Оплата досуга детей может производиться переводом суммы со счета организации-заявителя на расчетный счет Дома молодежи, Дворца досуга студентов или других организаций.

8. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ КРОССВОРДЫ

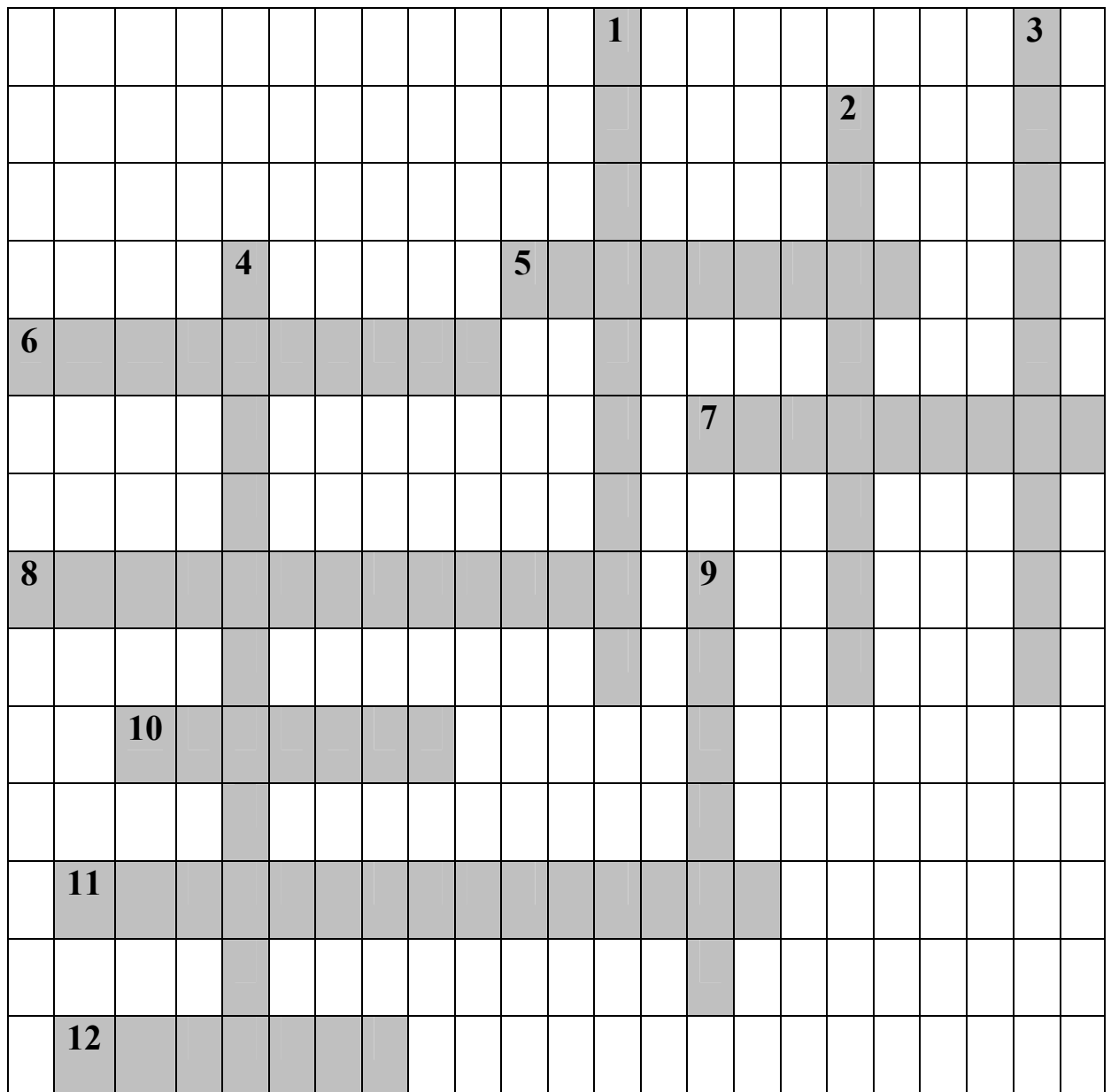
Кроссворд № 1

По горизонтали

5. Образования на корнях бобовых.
6. Паразитический организм, который часть цикла развития ведёт свободный образ жизни.
7. Отложение органического вещества на дне водоёма.
8. Прокариоты, сочетающие способность к фотосинтезу и биологической азотофиксации.
10. Азотофиксирующая цианобактерия, симбиотически связанная с водным папоротником.
11. Факультативный мутуализм.
12. Соединение азота, накапливающееся в почве и овощах.

По вертикали

1. Восстановление травостоя после сильного выпаса.
2. Симбиотическое образование из гриба и корня растения.
3. Взаимовыгодные отношения между организмами.
4. Род свободноживущих азотофиксирующих бактерий.
9. Мертвое органическое вещество в экосистеме.



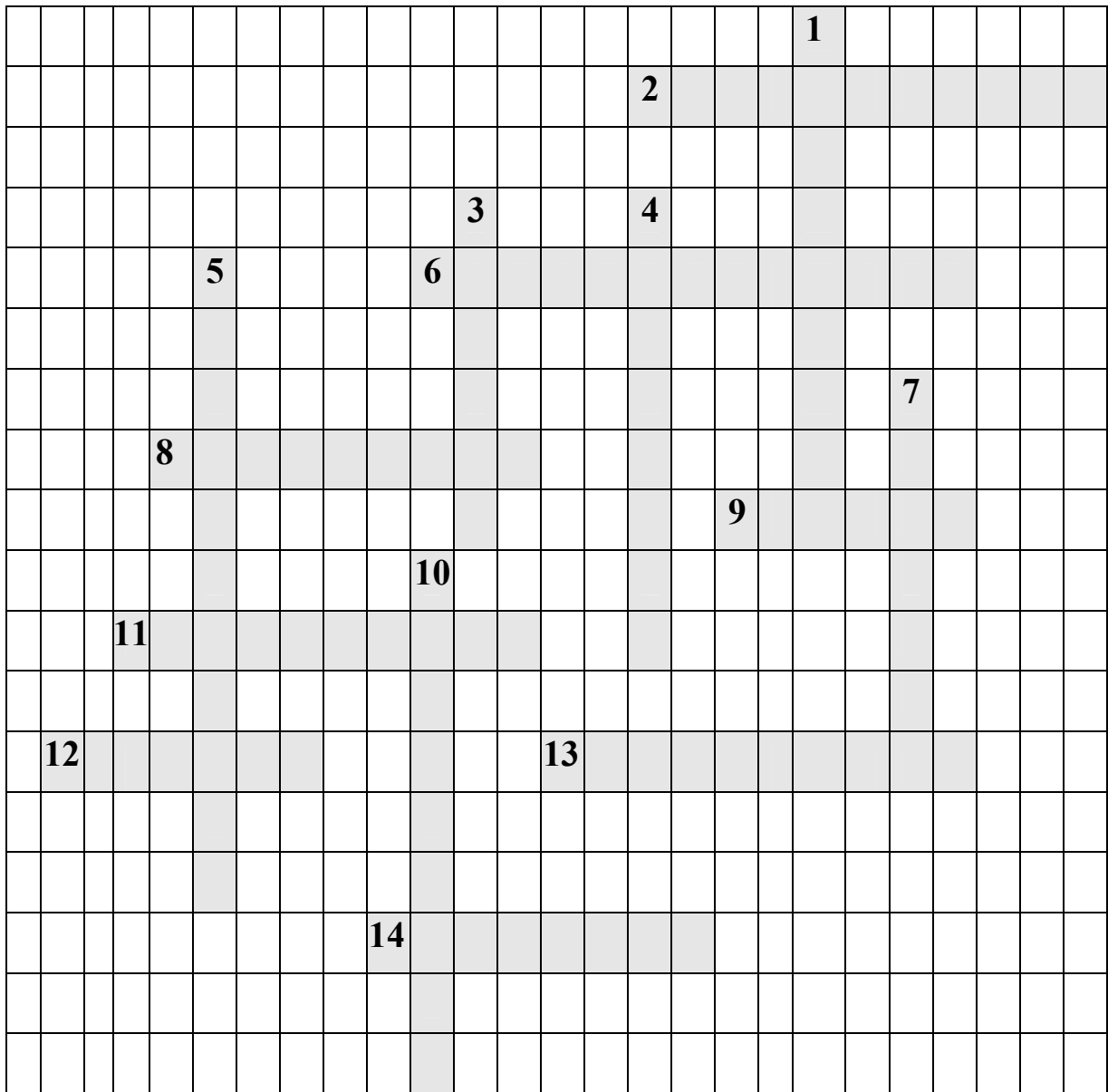
Кроссворд № 2

По вертикали

1. Взаимовыгодное сотрудничество организмов.
3. Мёртвое органическое вещество в экосистеме.
4. Симбиотический организм, состоящий из водоросли и гриба.
5. Растение, сочетающее автотрофное и гетеротрофное питание.
7. Азотофиксирующая цианобактерия, симбиотически связанная с водным папоротником.
10. Организм, соревнующийся с другими организмами за потребление ресурса.

По горизонтали

2. Соревнование организмов за потребление ограниченного ресурса.
6. Процесс разрушения гумуса.
8. Процесс постепенного направленного изменения экосистемы.
9. Первичный продукт биологической азотификсации.
11. Паразитический организм, который часть цикла развития ведёт свободный образ жизни.
12. Организм, который живёт на (или в) другом организме, питаясь за его счёт.
13. Организм, питающийся мёртвым органическим веществом.
14. Организм, который разрушает органическое вещество до минеральных или более простых органических соединений.



ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКИЙ СЛОВАРЬ

Адреналин – гормон мозгового слоя надпочечников млекопитающих и человека. У холоднокровных является медиатором нервной системы. Поступая в кровь, повышает потребление кислорода, артериальное давление, содержание сахара в крови, повышает обмен веществ.

Амиды – соединения, содержащие амидную группу (см. амидная группа)

Амидная группа (амидогруппа) – $C(O)NR_1R_2$, где R_1, R_2 – радикалы, которыми могут быть остатки карбоновых кислот, металлы и т.д. Проявляют слабые основные свойства. Незамещенные и однозамещенные амидогруппы проявляют слабокислотные свойства.

Амины – продукты замещения атомов водорода в молекуле аммиака на органические радикалы. По числу замещенных атомов водорода (одного, двух или трёх) различают первичные, вторичные или третичные амины соответственно. По числу NH_2 групп в молекуле амины делят на моноамины, диамины, триамины и т.д.

Анилин – аминобензол, фениламин – простейший ароматический амин, бесцветная жидкость, применяемая при производстве красителей, фармакологических препаратов и других веществ.

Арсенаты – соли ортомышьяковой кислоты H_3AsO_4 . По химическим свойствам аналогичны соответствующим фосфатам. Применяются как инсектициды, используются как растворитель.

Арсениты – соединения металла с мышьяком. ПДК 0,5 мг/кг.

Аспирин - ацетилсалициловая кислота.

Азиды – соединения, содержащие группу NH_2 .

Атеросклероз – (от греч. *θήρος*, «мякина, каша» и *σκληρός*, «твёрдый, плотный») – хроническое заболевание артерий эластического и

мышечно-эластического типа, возникающее вследствие нарушения липидного обмена и сопровождающееся отложением холестерина и некоторых фракций липопротеидов в интима сосудов.

Ацетилхолинэстераза – фермент класса гидролаз. Молекулярная масса 250 000 – 350 000. Оптимальной каталитической активности соответствует значение рН 7,5 – 8,5. Состоит из четырех субъединиц с близкой молекулярной массой. Молекула имеет четыре активных центра, содержащих остатки гистидина и серина. Катализирует гидролиз ацетилхолина.

Барбитуратные снотворные – снотворные вещества на основе барбитала (веронала). Барбитал малорастворим в воде, эфире, хлороформе, растворим в спиртах, растворах щелочей.

Бензол – простейший ароматический углеводород, бесцветная жидкость. Получают из угля и нефти. Применяется для получения анилина, фенола, стирола, инсектицидов, используется как растворитель.

Бертолетова соль – хлорат калия ($KClO_3$). Кристаллическое вещество, при нагревании взрывоопасно, сильный окислитель. Впервые получена французским химиком К.Л. Бертолле (1748 – 1822).

Биогенные элементы – химические элементы, необходимые организму человека или животного для обеспечения нормальной жизнедеятельности. Делятся на макроэлементы (содержание в живых организмах составляет больше 0,001 %) и микроэлементы (содержание менее 0,001 %).

Бромная вода – раствор брома в воде, окислитель, содержит бромисто-водородную (HBr) и бромноватистую кислоты ($HBrO$).

Вискоза – (от позднелатинского *viscosus* – вязкий) высоковязкий раствор, продукт взаимодействия щелочной целлюлозы с сероуглеродом. Применяется для получения вискозного волокна и целлофана.

Гексахлоран – $C_6H_6Cl_6$, смесь из восьми стереоизомеров, получаемых хлорированием бензола. Сырьё для изготовления инсектицидов, предназначенных для борьбы с саранчой, клещами и др. Среднетоксичен. LD_{50} 300 – 500 мг/кг (млекопитающие). ПДК 0,1 мг/м³.

Гидразин (диамид) – H_2N-NH_2 – жидкость, дымящаяся на воздухе, растворимая в воде, спиртах, аминах. Сильный восстановитель, наиболее известные производные – фенилгидразин, сульфат гидразина. Применяется для производства инсектицидов. ПДК 0,1 мг/м³.

Гидроксиламин – NH_2OH , $T_{пл}$ 32 °С, растворим в воде, органических растворителях (метаноле, этаноле), не растворим в бензоле, спиртах. Сильный окислитель для $Mn(II)$, $Fe(II)$, H_2S . Образует соли с хлорид- и сульфатгруппами.

Гидридные соединения – соединения водорода как с металлами, так и с неметаллами. Гидриды щелочных и щелочно-земельных металлов представляют собой солеобразные соединения. Гидриды неметаллов – это ковалентные соединения с различной степенью полярной связи.

Гипохлориты – соли хлорноватистой кислоты $HOCl$. Сильные окислители. Наиболее распространённые – гипохлориты калия, кальция, натрия.

Грецкий орех – листопадное дерево семейства Ореховые. Опыляется преимущественно ветром. Плод – сложная костянка, произрастает в субтропических областях, живёт более 400 лет.

ДДД – дихлордифенилдихлорметилметан. Производное от ДДТ.

ДДТ – дихлордифенилтрихлорметилметан. Инсектицид, применяемый против комаров, вредителей хлопка, соевых бобов, арахиса. Одно из немногих действительно эффективных средств против саранчи. Запрещён для применения во многих странах из-за того, что способен накапливаться в организме животных, человека. Особенно пагубное действие оказывает на размножение птиц (накапливается в скорлупе яиц). Несмотря на это, ограниченно применялся в СССР и многих

других странах. Однако в последнее время появился ряд сообщений о существенно преувеличенном вреде ДДТ. Существует предположение, что основной вред млекопитающим и птицам наносит не сам ДДТ, а примеси (в основном диоксины), возникающие при промышленном производстве ДДТ.

Дибензфуран (окись дифенилена) – кристаллы, растворимые в горячей воде, эфире, бензоле. Обладает анестезирующим действием. Структурный элемент молекулы морфина.

Диоксины – это глобальные экотоксиканты, обладающие мощным мутагенным, иммунодепрессантным, канцерогенным, тератогенным и эмбриотоксическим действием. Слабо расщепляются и накапливаются как в организме человека, так и в биосфере планеты, включая воздух, воду, пищу. Величина летальной дозы для этих веществ достигает 10^{-6} г на 1 кг живого веса, что существенно меньше аналогичной величины для некоторых боевых отравляющих веществ, например для зомана, зарина и табуна (порядка 10^{-3} г/кг). Источниками диоксинов являются следующие объекты:

- работающие в неоптимальном режиме мусоросжигающие заводы, уничтожающие хлорированные отходы;
- производство пестицидов и гербицидов;
- химические и нефтеперерабатывающие предприятия;
- синтетические трансформаторные масла.

Диэтиламин – $(C_2H_5)_2NH$ – горючая жидкость, используется для производства репеллентов, лекарственных средств. Токсичен, раздражает слизистые оболочки верхних дыхательных путей и глаз. ПДК 30 мг/м^3 .

Дубильные вещества (дубящие вещества) применяются для дубления кожи и меха в целях повышения их износостойкости, придания гладкой поверхности за счет образования химических связей между молекулами волоса или дермы и молекулами дубящего вещества.

Кантаридин – трициклическое органическое вещество, содержится в гемолимфе и половых железах некоторых жуков и двукрылых. Токсичен для слизистых оболочек.

Калий железосинеродистый (красная кровяная соль) – гексациано(III)феррат калия $K_3[Fe(CN)_6]$.

Карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ) – молекулярная масса 40 – 250 тыс. Натриевая соль используется как загуститель пищевых продуктов, косметических и фармацевтических препаратов. ПДК для рыбохозяйственных водоемов составляет 20 мг/л.

Коэнзим А – один из коферментов.

Кофермент – низкомолекулярное органическое соединение, в большинстве случаев – производное витаминов, которые обуславливают активность ферментов. Образуют с белковой частью ферментов легко диссоциируемые комплексы. Служат переносчиками (акцепторами или донорами) химических групп, атомов водорода, электронов. С некоторыми субстратами образуют реакционно-способные промежуточные соединения.

Крезолы – органические спирты с формулой C_6H_4OH . Представляют смесь изомеров. Получают из каменного угля или сланцевой смолы и разделяют на фракции дистилляцией. Отдельные изомеры используют для производства азокрасителей. Раздражают кожу и слизистые оболочки дыхательных путей и глаз. ПДК 0,1 – 0,5 мг/м³.

Кумарин (от фр. coumarine) – в чистом виде бесцветные кристаллы с запахом свежего сена. Применяется в парфюмерии. Содержится в душистом колоске, доннике желтом.

Макроэлементы – это химические элементы, содержащиеся в организме в количестве от 10^{-3} до 70 % массы тела (Fe, Ca, Mg). В разных организмах содержание биогенных веществ различно, например, в моллюсках особенно много содержится кальция, в организме млекопитающих и птиц – железа.

Меди оксихлорид – меди(II)хлороксид. Слабо-зеленые кристаллы, нерастворимые в органических растворителях, плохо растворимые в воде. В природе – минерал атакомид, пигмент, применяется как фун-

гицид для обработки овощных и плодовых культур, ЛД₅₀ = 470 мг/кг, ПДК = 0,1 мг/л. Среднетоксичен.

Металлопротеиды – сложные белки, в состав которых входят комплексносвязанные ионы металла. Например, дегидрогеназа содержит в каталитическом центре ионы Zn^{+2} . Ионы металлов играют существенную роль в функционировании белков, стабилизируют их структуру.

Миграция элементов – переход элементов из одного трофического уровня или из одной природной среды в другой трофический уровень или природную среду. Для некоторых элементов, например для свинца, переход из низших трофических уровней в высшие повышает его концентрацию до 10 раз.

Микроэлемент – это химический элемент, необходимый организму в очень малых количествах. Составляет менее 10^{-3} % массы тела. К микроэлементам могут относиться Fe, Mn, Zn, Cr, I, F.

Морфин – алкалоид опийного мака, используется в качестве обезболивающего средства, длительное употребление ведет к морфинизму.

Мочевина – $(NH_2)_2CO$, карбамид, амид уксусной кислоты. Концентрированное азотное удобрение, добавка к кормам, используется для получения лекарственных препаратов.

Мыльное дерево – представитель семейства Сапиндовые, листья очередные, перистые, цветки в метельчатых соцветиях. Около 15 видов. Плоды богаты сапонином. Разводится декоративно.

Мышьяковистый водород (AsH_3) – одно из гидридных соединений мышьяка.

Натрия нитропруссид (реактив Легалья) – $[Fe(CN)_5 NO]Na_2$. Применяется для обнаружения органических соединений, содержащих метильные и метиленовые группы. Реакция происходит в присутствии оснований с образованием интенсивно окрашенных устойчивых оранжево-красных соединений цитохромов.

α -нафтиламин – производное аммиака, где атом водорода заменен на два спаренных бензольных кольца, в воде растворим плохо, а в органических растворителях (бензоле, эфире, толуоле) – хорошо, применяется в производстве красителей.

Нервный импульс – волна возбуждения, распространяющаяся по нервному волокну. Возникает при раздражении нервных клеток (нейронов). Передает сигналы от нервных периферических окончаний (рецепторов) в центральную нервную систему, а от нее к мышцам, железам и другим органам. В основе проведения импульса лежат электрохимические реакции. Скорость проведения импульса – от 0,5 до 120 м/с. Между нейронами импульс передается через синапсы.

Никотин – алкалоид, содержащийся в табаке (до 2 %) и других растениях. В малых дозах действует возбуждающе на нервную систему, в больших – вызывает паралич (остановку дыхания, прекращение сердечной деятельности).

Нитробензол – $C_6H_5NO_2$, зеленовато-желтая жидкость. Получают нитрованием бензола смесью растворов HNO_3 и H_2SO_4 .

Нитрование – введение NO_2 -групп в молекулу органических соединений.

Нитроглицерин – эфир глицерина и азотной кислоты, желтая густая жидкость. Сосудорасширяющее средство, улучшает коронарное кровообращение.

Нитрогруппа – функциональная группа NO_2 . Связи N-O равноценны, нитрогруппа обладает сильным отрицательным и мезомерным эффектами, проявляет слабые основные свойства.

N-нитрозамины – R_2NNHO , где R – органический радикал. Большинство оказывает мутагенное и канцерогенное действие, раздражает кожу. Применяются в синтезе красителей, лекарств, являются компонентами ракетного топлива.

Нитрозосоединения – содержат одну или две NO-группы, связанные с атомами углерода. Окисляются до нитросоединений, восстанавливаются до аминов и гидроксиламинов.

Нитросоединения – содержат в молекулах одну или несколько NO₂-групп, связанных с атомами углерода. Обладают токсическим действием, раздражают слизистые оболочки дыхательных путей и глаз. Ароматические нитросоединения окисляют гемоглобин до метгемоглобина, поражают нервную систему, печень, вызывают дерматиты.

Папаверин – алкалоид, содержащийся в опии, сырье, получаемом из растений семейства Маковые. Гидрохлорид папаверина – спазмолитическое и сосудорасширяющее средство.

Поливинилпирролидон – поли-N-винилпирролидон. Молекулярная масса 10-40 тыс. Хорошо растворим в различных растворителях, легко образует комплексы со многими соединениями. Основа кровезаменителей, пролонгаторов лекарственных средств. Нетоксичен.

Реактив Грисса предложен П. Гриссом в 1858 г. Представляет раствор сульфаниловой кислоты и α-нафтиламина в разбавленной уксусной кислоте. Применяется для обнаружения и фотометрического определения нитритов, так как с нитрит-ионом имеет красное окрашивание.

Резистентность – явление сопротивления, противодействия организма токсинам. Резистентность особенно характерна для гомойотермных животных, поддерживающих гомеостаз с помощью высокоорганизованной сердечно-сосудистой системы и систем других органов: ЦНС, выделительной.

Спорынья (*Claviceps purpurea*) – гриб из класса Сумчатые, вызывает заболевание злаков (спорынья). В колосьях вместо зерен образуются склероции гриба темного цвета, содержащие эрготамин и другие алкалоиды.

Стрептоцид – лекарственное средство из группы сульфаниламидных препаратов. Назначают при ангине и местно при раневой инфекции, гнойниковых поражениях.

Сульфадимезин – лекарственное средство из группы сульфаниламидных препаратов. Назначают при пневмонии и других инфекционных заболеваниях.

Сульфаниламидные препараты (сульфанидные препараты) – антибактериальные средства, действие которых основано на конкурентном метаболизме с аминокислотой, с которой они структурно сходны, блокируют биосинтез ростовых факторов бактерий (например, фолиевой кислоты, при отсутствии которой они не могут размножаться). Наиболее распространены: стрептоцид, сульфадимезин.

Сульфаниловая кислота – $\text{H}_2\text{NC}_6\text{H}_4\text{SO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, кристаллы, плохо растворимые в воде, получают взаимодействием анилина с серной кислотой, применяется как краситель для шерсти, кожи, шелка и как лекарственное средство.

Стрихнин – нейротоксин, содержащийся в семенах тропических растений рода Стрихнос. Соли стрихнина применяют как тонизирующее средство при заболеваниях нервной системы.

Сулема – хлорид ртути (II), бесцветное кристаллическое вещество, хорошо растворимое в воде, используется для протравливания семян и для дезинфекции.

Таутомерное превращение – (таутомерия) – процесс взаимопревращения между структурными изомерами. Аниотропная таутомерия – это процесс миграции отрицательно заряженных заместителей (атомов, групп атомов). Катиотропная таутомерия – процесс миграции положительно заряженных заместителей. Валентная таутомерия – превращение соединений друг в друга в результате перераспределения связей между атомами без миграции заместителей.

Тетраэтилсвинец – $(\text{C}_2\text{H}_5)_4\text{Pb}$, антидетонатор, хорошо растворяется в органических растворителях, катализатор многих химических реакций. Токсичен, легко проникает через кожу. ПДК 0,005 мг/м³, ЛД₅₀ 12,7 мг/кг (для крыс).

Тиофос – контактный инсектицид, приставка «тио» обозначает содержание атома серы (II). Содержит также атомы фосфора и группу NO_2 . $\text{LD}_{50} > 3,6 \text{ мг/кг}$ (крысы). Всасывается через кожу, в России снят с производства ввиду высокой токсичности.

Тирозин – ароматическая аминокислота. Входит в состав многих белков и пептидов. В организме животных является исходным веществом для синтеза гормонов щитовидной железы, например, адреналина, в некоторых растениях – для синтеза алкалоидов (морфина, кодеина).

Унитиол может рассматриваться как производное серной кислоты, содержит две сульфгидрильные группы SH . Антидот при отравлениях мышьяком, ртутью, хромом, висмутом.

Фенантрен – основа для получения алкалоидов группы морфина. Выделяется из одной из фракций каменноугольной смолы.

Фенацитин – анальгезирующее и жаропонижающее средство, хорошо растворимое в воде и спиртах.

Фенилгидразин – $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH-NH}_2$, желтая жидкость, растворимая в воде и растворителях, легко окисляется на воздухе. Раздражает кожу. ПДК 22 мг/м^3 .

Фенол – ароматические соединения, содержащие в молекуле одну или несколько гидроксильных групп, связанных с атомами углерода. По числу групп (1, 2 или 3) различают соответственно одно-, двух- или трехатомные фенолы, которые обладают слабо-кислотными, но более сильными, чем у спиртов, свойствами, которые усиливаются при введении электроотрицательных заместителей, например, нитро-групп. Применяются в производстве фенолоформальдегидных смол, красителей, лекарственных веществ, дезинфицирующих средств. Эфиры фенола – присадки к топливным и смазочным маслам. Пары фенола раздражают слизистые оболочки дыхательных путей и глаз, кожу. ПДК 5 мг/м^3 , в водоемах $0,001 \text{ мг/м}^3$.

Феноламин – производное амина, R_1-O-R_2 , где R_1 и R_2 – одинаковые (простые эфиры) либо различные (несимметричные) углеводородные радикалы. Сложные эфиры – продукты замещения атомов водорода ОН-групп в минеральных или карбоновых кислотах на углеводородные радикалы. Сложные эфиры входят в состав эфирных масел. Эфиры фосфорной кислоты (ДНК, РНК) играют важнейшую роль в жизнедеятельности живых организмов.

Фолиевая кислота – витамин B_6 , водорастворимый. В качестве кофермента участвует в реакциях синтеза азотистых соединений, в процессе кроветворения. Содержится в печени, почках, дрожжах, овощах. Недостаток приводит к малокровию.

Фосфиды – соединения фосфора с более электроположительными элементами. Фосфиды щелочных и щелочноземельных металлов гидролизуются, реагируют с неорганическими кислотами. Дибензфуран – один из распространенных фосфидов, применяемых как пестицид.

Хинин – алкалоид, содержащийся в коре хинного дерева, плохо растворяется в воде, хорошо – в спирте, хлороформе, эфире. Соли хинина – противомаларийные средства.

Хиноны – циклические дикетоны, в которых группа $=CO=$ входит в систему сопряженных двойных связей. Наиболее распространены в природе бензохинон – $C_6H_4O_2$, антрахинон – $C_{14}H_8O_2$.

Хлороформ – трихлорметан $CHCl_3$, галогеносодержащий углеводород, бесцветная жидкость. Хороший растворитель жиров, смол, исходное сырье для получения фреона.

Хлорноватая кислота – $HClO_3$, устойчива в водных растворах, которые разлагаются с выделением кислорода. Соли – хлораты. Очень слабая кислота. Получается при растворении газообразного хлора или Cl_2O в воде. Дезинфицирующее и отбеливающее средство, применяется для обезвреживания сточных вод.

Холин – витамин группы В. Участвует в образовании фосфолипидов, входит в состав ацетилхолина. Содержится в семенах злаков, бобо-

вых, свекле и других растительных продуктах, дрожжах, печени. Получают также синтетически, применяют для лечения заболеваний печени, атеросклероза.

Целлофан – прозрачная пленка, изготавливаемая из вискозы.

Четыреххлористый углерод (CCl_4 , тетрахлорметан) – бесцветная жидкость; растворитель жиров, лаков, пластмасс; сырье для получения пластмасс. ПДК в воздухе 65 мкг/м^3 , для питьевой воды 3 мкг/л .

Эрготамин – производное алкалоидов спорыньи (*Claviceps purpurea*), паразитирующий на ржи и других злаковых, используется как лекарственное средство.

Эстераза – фермент, катализирующий в клетках процесс гидролитического расщепления сложных эфиров (например, к эстеразе относится липаза, расщепляющая жиры в процессе пищеварения).

Этилендиаминтетрауксусная кислота (ЭДТУ) – комплексон II: белый мелкокристаллический порошок, малорастворим в воде, нерастворим в большинстве органических растворителей, растворим в щелочах. ЭДТУ – четырехосновная кислота, важнейший представитель комплексонов, образующих прочные внутримолекулярные соединения (хелаты) с ионами металлов.

Э.д.с. – электродвижущая сила, работа по перемещению единичного положительного заряда вдоль замкнутой электрической цепи. Полная э.д.с. – это разность потенциалов электрической цепи. Измеряется в системе СИ в вольтах (В).

ПРИЛОЖЕНИЕ

Календарь природных явлений (Владимирская область, первая половина 20-го века, по Н. Д. Сысоеву, 1985)

Сезонное явление	Средний многолетний	Самый ранний	Самый поздний
Воздушные игры черных воронов	14/I	22/XII	3/II
Песня большой синицы	29/I	11/I	8/III
Капель с крыши при морозе	7/II	23/I	10/III
Начало порчи санного пути (потепление, лужи)	7/III	12/II	23/III
Прилет грачей	8/III	12/II	21/III
Кучевые облака	9/III	15/II	29/III
Проталины по склонам	10/III	12/II	29/III
Начало гнездования серой вороны	16/III	1/III	2/IV
Песня обыкновенной овсянки	21/III	20/ II	1/IV
Прилет скворцов	24/III	7/II	8/IV
Начало гнездования грачей	26/III	17/III	9/IV
Песня полевого жаворонка	27/III	7/III	12/IV
Лет бабочек-крапивниц	28/III	3/III	21/IV
Проталины на полях	29/III	5/III	16/IV
Песня зяблика	2/IV	19/III	19/IV
Прилет уток-крякв	4/IV	19/III	21/IV
Конец санного пути	4/IV	22/III	17/IV
Начало сокодвижения березы бородавчатой	6/IV	24/III	27/IV
Прилет чибисов	6/IV	24/III	21 /IV
Прилет трясогузок	8/IV	30/III	18/IV
Песня певчего дрозда	10/IV	27/III	21/IV
Лет бабочек-лимонниц	10/IV	27/III	23/IV
Пролетные стаи гусей	11/IV	26/III	29/IV
Пролетные стаи журавлей	12/IV	1/IV	28/IV
Тяга вальдшнепов	12/IV	1/IV	23/IV

Продолжение

Сезонное явление	Средний многолетний	Самый ранний	Самый поздний
Лет бабочек-траурниц	17/IV	10/IV	29/IV
Исчезновение снежного покрова в березниках	18/IV	2/IV	2/V
Последний сплошной снежный покров на полях	19/IV	26/III	И/V
Лет шмелей	22/IV	8/IV	14/V
Начало пахоты под яровые	23/IV	8/IV	10/V
Последнее выпадение снежинок	25/IV	30/III	22/V
Цветение осины	27/IV	13/IV	10/V
Кукование кукушек	28/IV	16/IV	6/V
Сев овса	29/IV	14/IV	13/V
Первая гроза	30/IV	17/IV	11/V
Лет майских жуков	1/V	19/IV	14/V
Песня соловья	6/V	25/IV	13/V
Цветение одуванчика лекарственного	7/V	16/IV	17/V
Начало посадки картофеля	8/V	27/IV	24/V
Лет бабочек-капустниц	10/V	16/IV	26/V
Первый «концерт» лягушек	11/V	21/IV	25/V
Последний мороз в воздухе	12/V	30/IV	27/V
Цветение черники	12/V	28/IV	28/V
Массовый лет майских жуков	13/V	25/IV	24/V
Цветение лесной земляники	14/V	26/IV	4/VI
Появление всходов овса	14/V	2/V	23/V
Лет комаров-кусок	15/V	3/V	25/V
Крик перепела	16/V	8/V	24/V
Цветение садовой вишни	17/V	25/IV	1/VI
Цветение садовой груши	17/V	5/V	3/VI
Цветение ели обыкновенной	17/V	3/V	24/V
Крик коростеля	19/V	1/V	29/V
Цветение яблони	21/V	1/V	6/VI
Колошение озимой ржи	27/V	13/V	8/VI
Лет слепней	28/V	17/V	14/VI

Продолжение

Сезонное явление	Средний многолетний	Самый ранний	Самый поздний
Вылет птенцов из гнезд у серой вороны	31/V	20/V	16/VI
Цветение брусники	1/VI	22/V	12/VI
Появление всходов картофеля	1/VI	22/V	12/VI
Вылет птенцов из гнезд у обыкновенных скворцов	2/VI	17/V	13/VI
Появление грибов-березовиков	7/VI	23/V	18/VI
Цветение лесной малины	8/VI	24/V	23/VI
Цветение озимой ржи	13/VI	2/VI	23/VI
Зрелые плоды лесной земляники	15/VI	24 /V	26/VI
Первый рой пчел	15/VI	21/V	2/VII
Последняя песня соловья	27/VI	20/VI	7/VII
Зрелые плоды черники	1/VII	25/VI	17/VII
Цветение картофеля	2/VII	19/VI	13/VII
Последнее кукование кукушки	9/VII	24/VI	14/VII
Зрелые плоды черной смородины	11/VII	3/VII	29/VII
Зрелые плоды черемухи обыкновенной	2/VII	1/VII	1/VIII
Зрелые плоды лесной малины	17/VII	1/VII	2/VIII
Жатва озимой ржи	27/VII	6/VII	15/VIII
Зрелые плоды брусники	4/VIII	26/VII	23/VIII
Начало пожелтения листвы липы мелколистной	6/VIII	16/VII	24/VIII
Зрелые плоды рябины обыкновенной	11/ VIII	27/VII	29/VIII
Начало пожелтения листвы березы бородавчатой	18/VIII	14/VIII	27/VIII
Сев озимой ржи	18/VIII	14/VIII	27/VIII
Жатва овса	14/VIII	26/VII	8/IX

Окончание

Сезонное явление	Средний многолетний	Самый ранний	Самый поздний
Пролетные стаи журавлей	27/VIII	14/VIII	7/IX
Всходы озимой ржи	28/VIII	22/VIII	9/IX
Лет паутины	5/IX	18/VIII	26/IX
Последняя гроза	11/IX	20/VIII	4/X
Копка картофеля	15/IX	9/IX	20/IX
Первый мороз в воздухе	30/IX	9/IX	18/X
Лед на лужах	4/X	13/IX	2/XI
Прилет снегирей	9/X	15/ IX	24/X
Повсеместное замерзание поч- вы	10/X	24/IX	17/X
Первое выпадение снега	11/X	23/IX	7/XI
Конец листопада большинства деревьев	14/X	1/X	22/X
Прилет свиристелей	20/X	3/X	18/XI
Отлет последних грачей	28/X	17/X	15/XI
Санний путь	18/XI	27/X	15/XII
Окончательное установление сплошного снежного покрова	27/XI	7/XI	14/XII

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Акимова, Т. А.* Экология : учеб. для вузов / Т. А. Акимова, В. В. Хаскин. – М. : ЮНИТИ, 2006. – 495 с. – ISBN 5-238-00982-8.
2. *Она же.* Экономика природы и человека / Т. А. Акимова, В. В. Хаскин. – М. : Экономика, 2006. – 336 с. – ISBN 5-282-02583-3.
3. *Артамонов, В. А.* Растения и чистота природной среды / В. А. Артамонов. – М. : Наука, 1986. – 172 с.
4. Сборник лабораторных работ по природоохранным дисциплинам : метод. разраб. / сост. С. Г. Баранов. – Владимир : ВГПУ, 2002. – 36 с.
5. Биология и экология водных организмов. – Л. : Гидрометеиздат, 1989. – 152 с.
6. *Бурдин, К. С.* Основы биологического мониторинга / К. С. Бурдин. – М. : Изд-во МГУ, 1985. – 158 с.
7. *Бродский, А. К.* Роль мониторинговых исследований в школьном экологическом образовании. Экологическое образование / А. К. Бродский. – СПб. : Образование, 1997. – 115 с.
8. *Винокуров, И. Ю.* Эволюция почвенных экосистем / И. Ю. Винокуров. – М. : ЮРКНИГА, 2007. – 320с. – ISBN 978-5-9589-0143-2.
9. *Власов, Ю. И.* Вирусные и микоплазменные болезни растений / И. Ю. Власов. – М. : Колос, 1992. – 204 с. – ISBN 5-10-001225-0.
10. *Второв, П. П.* Биogeография / П. П. Второв, Н. Н. Дроздов. – М. : ВЛАДОС, 2001. – 304 с. – ISBN 5-3-5-00024-6.
11. *Воронов, Г. А.* Биogeография с основами экологии : учеб. для вузов / Г. А. Воронов [и др.]. – М. : Изд-во МГУ, 1999. – 392 с. – ISBN 5-211-04155-0.
12. *Головин, П. М.* Фитопатология / П. М. Головин [и др.]. – М. : Колос, 1980. – 319 с.
13. *Гурова, Т. Ф.* Основы экологии и рационального природопользования : учеб. пособие / Т. Ф. Гурова, Л. В. Назаренко. – М. : Оникс, 2005. – 224 с. – ISBN 5-488-00147-6.
14. *Дежкин, В. В.* Основы биологического природопользования / В. В. Дежкин, Л. В. Попова. – М. : Модус-К – Этерна, 2005. – 320 с. – ISBN 5-480-00006-3.
15. *Дубяго, Т. Б.* Русские регулярные сады и парки / Т. Б. Дубяго. – Л., 1963. – 344 с.

16. *Дьяконов, К. Н.* Экологическое проектирование и экспертиза : учеб. для вузов / К. Н. Дьяконов, А. В. Дончева. – М. : Аспект Пресс, 2005. – 348 с. – ISBN 5-7567-0177-X.
17. *Ермаков, Д. С.* Учимся решать экологические проблемы : метод. пособие для учителя / Д. С. Ермаков, И. Д. Зверев, И. Т. Суравегина. – М. : Школьная пресса (Библиотека журн. «Биология в школе»), 2002. – 112 с. – ISBN 5-9219-0159-8.
18. *Работнов, М. А.* Школьный определитель растений / М. А. Работнов. – М., 1978. – 340 с.
19. *Ревель, П.* Среда нашего обитания. В 4 кн. / П. Ревель, Ч. Ревель. – М. : Мир, 1994. – ISBN 5-03-002893-5.
Кн. 1. Народонаселение и пищевые ресурсы. – 340 с.
Кн. 2. Загрязнение воды и воздуха. – 296 с.
20. *Ревич, Б. А.* Экологическая эпидемиология : учеб. для вузов / Б. А. Ревич, С. Л. Авалиана, Г. И. Тихонова. – М. : Академия, 2004. – 384 с. – ISBN 5-7695-1848-0.
21. *Реймерс, Н. Ф.* Охрана природы и окружающая среда человека / Н. Ф. Реймерс. – М. : Просвещение, 1992. – 308 с.
22. *Соколов, В. Е.* Теоретические основы и опыт экологического мониторинга / В. Е. Соколов, Н. И. Базилевич. – М. : Наука, 1983. – 176 с.
23. Строительство и реконструкция лесопарковых зон. – Л. : Стройиздат, 1990. – 288 с.
24. *Скурихин, И. М.* Все о пище с точки зрения химика : справ. изд. / И. М. Скурихин, А. П. Нечаев. – М. : Высш. шк., 1991. – 288 с. – ISBN 5-06-000673-5.
25. *Сысоев, Н. Д.* Встречи с природой / Н. Д. Сысоев. – М. : Лесная промышленность, 1985. – 198 с.
26. *Карлович, И. А.* География Владимирской области / И. А. Карлович, В. В. Кузнецов. – Владимир : ВОИУУ, 1996. – 128 с.
27. *Китаев, С. П.* Экологические основы биопродуктивности озёр разных природных зон / С. П. Китаев. – М. : Наука, 1984. – 207 с.
28. *Козлов, М. А.* Атлас-определитель беспозвоночных / М. А. Козлов, И. М. Олигер. – М. : Просвещение, 1991. – 207 с. – ISBN 5-09-001435-3.
29. *Кокин, К. А.* Экология высших водных растений / К. А. Кокин. – М. : МГУ, 1982. – 158 с.

30. *Константинов, А. С.* Общая гидробиология / А. С. Константинов. – М. : Высш. шк., 1986. – 466 с.
31. *Кроткевич, П. Г.* Роль растений в охране водоемов / П. Г. Кроткевич. – М. : Знание, 1982. – 64 с.
32. *Кузнецов, В. Н.* Справочные и дополнительные материалы к урокам экологии / В. Н. Кузнецов. – М. : Дрофа, 2002. – 128 с. – ISBN 5-7107-5633-4.
33. *Кузьмин, Л. Л.* Словарь-справочник по эколого-природоохранным дисциплинам : учеб. пособие / Л.Л. Кузьмин [и др.]. – Владимир : ВГПУ, 2000. – 103 с.
34. *Лакин, Г. Ф.* Биометрия / Г. Ф. Лакин. – М. : Высш. шк., 1990. – 352 с. – ISBN 5-06-000471-6.
35. *Лебедева, Н. В.* Биоразнообразие и методы его оценки : учеб. пособие / Н. В. Лебедева, Н. Н. Дроздов, Д. А. Криволицкий. – М. : Изд-во МГУ, 1999. – 94 с.
36. *Лозановская, И. Н.* Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении / И. Н. Лозановская [и др.]. – М. : Высш. шк., 1998. – 287 с. – ISBN 5-06-002590-X.
37. *Локтионов, В. Н.* Ветеринарная токсикология / В. Н. Локтионов, Д. Д. Полоз. – М. : Агропромиздат, 1987. – 319 с.
38. *Лукомская, К. А.* Микробиология с основами вирусологии / К. А. Лукомская. – М. : Просвещение, 1987. – 163 с.
39. *Мансурова, С. Е.* Следим за окружающей средой нашего города : школьный практ. 9 – 11 класс / С. Е. Мансурова, Г. Н. Кокуева. – М. : Владос, 2001. – 112 с. – ISBN 5-691-00764-5.
40. Методы биоиндикации и биотестирования природных вод. – Л. : Гидрометеиздат, 1987. – 274 с.
41. *Мэннинг, У.* Биомониторинг загрязнения атмосферы с помощью растений / У. Мэннинг [и др.]. – Л. : Гидрометеиздат, 1985 – 144 с.
42. *Мэтьюз, Р.* Вирусы растений / Р. Мэтьюз. – М. : Мир, 1973. – 686 с.
43. *Нидон, К.* Растения и животные / К. Нидон [и др.]. – М. : Мир, 1991. – 266 с. – ISBN 5-03-001253-2.
44. *Николаев, Г. А.* Биоиндикация уровня загрязнения рек Владимирской области / Г. А. Николаев. – М. : Ин-т пресноводной аквакультуры, 1993. – 57 с.
45. Определитель растений Мещеры / под ред. В. Н. Тихомирова. – М. : МГУ, 1986. – 240 с.

46. *Плавильщиков, Н. Н.* Определитель насекомых / Н. Н. Плавильщиков. – М. : Топикал, 1994. – 544 с.
47. *Поспелов, С. М.* Защита растений / С. М. Поспелов, Н. Т. Берим [и др.]. – М. : Агропромиздат, 1989. – 544 с.
48. *Реймерс, Н. Ф.* Экология. Теории, законы, правила, принципы и гипотезы / Н. Ф. Реймерс. – М. : Россия молодая, 1994. – 367 с. – ISBN 5-7120-0669-3.
49. *Сергеев, В. И.* Азбука садовода / В. И. Сергеев. – М. : Агропромиздат, 1989. – 495 с.
50. *Тарарина, Л. Ф.* Экологический практикум для студентов и школьников / Л. Ф. Тарарина. – М. : Аргус. 1997. – 82 с. – ISBN 5-10-000398-7.
51. *Трифенова, Т. А.* Экотоксикологический анализ объектов окружающей среды : учеб. пособие / Т. А. Трифенова, С. П. Смотров. – Владимир : ВлГУ, 1999. – 56 с.
52. *Федорова, А. И.* Практикум по экологии и охране окружающей среды / А. И. Федорова, А. Н. Никольская. – М. : ВЛАДОС, 2001. – 304 с. – ISBN 5-691-00309-7.
53. *Фелленберг, Г.* Загрязнение природной среды. Введение в экологическую химию / Г. Фелленберг. – М. : Мир, 1997. – 232 с. – ISBN 5-03-002857-9.
54. *Формы и методы развития творческих способностей школьников в процессе внеурочной деятельности : сб. / под ред. М. В. Медведевой.* – М. : МИОО, 2005. – 160 с.
55. *Шилов, И. А.* Экология : учеб. для вузов / И. А. Шилов. – М. : Высш. шк., 2000. – 512 с. – ISBN 5-06-003730-4.
56. *Школьный экологический мониторинг : учеб.-метод. пособие / под ред. Т. Я. Ашихминой.* – М. : АГАР, 2000. – 388 с. – ISBN 5-89218-083-2.
57. *Шлегель, Г.* Общая микробиология / Г. Шлегель. – М. : Мир, 1987. – 391 с.
58. *Шульц, Г. Э.* Общая фенология / Г. Э. Шульц. – Л. : Наука, 1981. – 188 с.
59. *Шустов, С. Б.* Химия и экология : учеб. пособие / С. Б. Шустов, Л. В. Шустова. – Н. Новгород : Нижегород. гуманитар. центр, 1995. – 239 с.

60. Экологический мониторинг : учеб. пособие / под ред. Т. Я. Ашихминой. – Изд. 3-е, испр. и доп. – М. : Академ. проект, 2006. – 416 с. – ISBN 5-8291-0708-2.
61. Ушаков, С. А. Экологическое состояние территорий России / С. А. Ушаков, Я. Г. Кац. – М. : Академия, 2001. – 128 с. – ISBN 5-7695-0812-4.
62. Экология родного края / под ред. Т. Я. Ашихминой. – Киров : Вятка, 1996. – 207 с. – ISBN 5-91061-023-6.
63. Экологическая химия : пер. с нем. / под ред. Ф. Корте. – М. : Мир, 1997. – 720 с.
64. Экологическая экспертиза : учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений / под ред. В. М. Питулько. – М. : Академия, 2004. – 240 с. – ISBN 5-7695-1441-8.

Учебное издание

БАРАНОВ Сергей Геннадьевич
МОРЕВ Сергей Юрьевич
БИБИК Татьяна Серафимовна

ПРАКТИКУМ ПО ЭКОЛОГИИ
ДЛЯ БАКАЛАВРОВ НАПРАВЛЕНИЯ 050100

Подписано в печать 19.06.13.
Формат 60x84/16. Усл. печ. л. 10,93. Тираж 70 экз.

Заказ

Издательство

Владимирского государственного университета
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых.
600000, Владимир, ул. Горького, 87.