

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Институт экологической и пищевой биотехнологии**

БИОТЕСТИРОВАНИЕ И МЕТОДЫ ПОЛЕВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Методические указания для практических занятий
и по выполнению самостоятельной и контрольной работы



Новосибирск 2024

УДК 574:631.42 (07)
ББК 40.38, я7
Б 637

Кафедра Экологии

Составители: канд. биол. наук, доцент *Е.А. Тян*,
канд. биол. наук, доцент *Г.А. Котомина*

Рецензент канд. биол. наук, доцент *П.В. Белоусов*

Биотестирование и методы полевых исследований: методические указания для практических занятий и по выполнению самостоятельной и контрольной работы / Новосибирский государственный аграрный университет; Институт экологической и пищевой биотехнологии; составители: Е.А. Тян, Г.А. Котомина. – Новосибирск. – 2024. – 74 с.

Методические указания составлены в соответствии с требованиями Федерального образовательного стандарта ВО и рабочей программы дисциплины «Биотестирование и методы полевых исследований». Методические указания предназначены для студентов очной формы обучения по направлению подготовки 06.03.01 *Биология, профиль Экология и рациональное природопользование*.

Методические указания содержат теоретический материал, задания, вопросы для самоконтроля, темы для контрольной работы, список рекомендуемой литературы, приложения и словарь основных терминов.

Утверждены и рекомендованы к изданию учебно-методическим советом Института экологической и пищевой биотехнологии (протокол №5 от 17 июня 2024 г).

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Биотестирование и методы полевых исследований» предназначена для формирования у студентов системы знаний основных экологических понятий и категорий по экологической токсикологии, представления о воздействии токсических веществ на организмы, популяции, экосистемы, об экотоксикологическом нормировании и прогнозировании, о диагностике состояния окружающей среды методами биоиндикации и биотестирования.

В соответствии с назначением основной целью дисциплины изучение современных методов полевых и лабораторных методов исследования, применяемых для оценки состояния компонентов природной среды и степени их антропогенной нарушенности.

Исходя из цели, в процессе изучения дисциплины решаются следующие задачи:

- ✓ дать представление об окружающей среде как системе, развивающейся во времени и испытывающей воздействие разнородных природных и антропогенных источников;
- ✓ дать представление об основных химических факторах загрязнения окружающей среды и процессах взаимодействия химического загрязнения окружающей среды и биологических систем;
- ✓ выявить особенности эффектов токсичных веществ на организмы, популяции, сообщества, модельные и реальные экосистемы, а также возможности адаптации популяций к техногенному загрязнению;
- ✓ рассмотреть принципы и подходы современной методологии количественной и качественной оценки токсичности веществ, а также методы определения предельных значений токсической нагрузки;
- ✓ рассмотреть теоретические основы формирования современных лабораторных физико-химических методов и методов полевых исследований;
- ✓ сформировать и развить у обучающихся способности прослеживать многоуровневую связь различных природных и социально-экономических факторов;

✓ показать значение биологического мониторинга для контроля загрязнения окружающей среды.

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

1. Основные способы применения методов полевых и лабораторных исследований для характеристики как природной географической среды, так и степени ее антропогенной нарушенности.

2. Способы отбора и пробоподготовки материала для лабораторных исследований.

3. Методы биоиндикации и биомониторинга используемые в диагностике состояния окружающей среды.

Уметь:

1. Работать с объектами живой (организмами растений и животных и их популяциями, природными сообществами) и неживой природы (вода, почва, воздух).

2. Выбирать методы полевых и лабораторных исследований для эффективного решения конкретных прикладных задач в области экологии и природопользования.

3. Работать с использованием разнообразных методов лабораторных и полевых исследований.

4. Прогнозировать последствия антропогенных токсических воздействий на природные популяции растений, животных и их сообществ и находить пути решения экологических проблем.

Владеть:

1. Методами оценки воздействий токсических загрязнителей на природную среду и иметь представление о принципах организации экологических экспертиз территорий, производств и технологических проектов.

2. Методами биоиндикации и биотестирования при оценке экологического состояния объектов окружающей среды (воздушная среда, водные объекты, почвы), методами обнаружения и количественной оценки основных токсических за-

грязнителей в окружающей среде; современными методиками статистического анализа.

БИОТЕСТИРОВАНИЕ И МЕТОДЫ ПОЛЕВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ (практические занятия)

ЗАНЯТИЕ 1. Биологический и экологический мониторинг. Классификация индикаторных признаков. Биоиндикация и биотестирование

Биомониторинг – это система наблюдений, оценки и прогноза любых изменений в биоте, вызванных факторами антропогенного происхождения. Является частью экологического мониторинга.

Под **экологическим мониторингом** в настоящее время понимают комплексную систему наблюдения, оценки и прогноза изменений в природной среде под влиянием антропогенных воздействий с целью предотвращения возникновения критических ситуаций.

Главной задачей биомониторинга является разработка и внедрение разнообразных биологических методов и способов оценки качества окружающей среды с помощью живых организмов, а также составление прогнозов.

Основополагающий принцип биологического мониторинга: установление оптимального (контрольного) уровня, любые отклонения от которого свидетельствуют о стрессовом воздействии.

К методам биомониторинга относят **биоиндикацию** и **биотестирование**.

Биоиндикация – обнаружение и определение экологически значимых природных и антропогенных нагрузок на основе реакций на них живых организмов непосредственно в среде их обитания.

При проведении биоиндикации должны учитываться следующие основополагающие принципы:

- ✓ качество (оптимальность) условий среды должно устанавливаться для всей биоты региона по самым чувствительным видам и процессам;
- ✓ диагностическими признаками состояния экосистем должны стать наиболее чувствительные к воздействиям и поэтому информативные процессы и функ-

ции, в первую очередь, на клеточном, тканевом и организменном уровнях, а также на уровне экосистем;

- ✓ регистрация изменений и нарушений у организмов и популяций должна осуществляться с помощью объективных и достаточно точных методов с использованием современных приборов;

- ✓ качество (чистоту) среды следует оценивать по долговременному действию загрязнителей (среднегодовые концентрации ингредиентов) и таким же по времени нарушениям и изменениям у биоты.

Под **биотестированием** (*bioassay*) понимается биологическая оценка качества среды по реакции тест-организмов, помещаемых в испытываемую среду в лабораторных условиях.

На основе тест-функций разрабатываются методические руководства по их использованию с чётким описанием реакций тест-объектов при различных уровнях воздействия загрязнения, что позволяет установить пороги воздействий токсичности среды и однозначно ответить – хорошо, средне, плохо.

Биотестирование включает:

- ✓ изучение связи доза-эффект на тест-объектах;
- ✓ изучение порога отклика;
- ✓ острые, подострые, хронические, короткие и продолжительные опыты на генетическом, клеточном и организменном уровнях;
- ✓ зависимость продолжительности жизни от дозы вещества;
- ✓ влияние на плодовитость и потомство;
- ✓ изучение механизмов токсичности и детоксикации.

Вопросы для самоконтроля:

1. Биомониторинг и экологический мониторинг? Задачи биомониторинга?
2. Что такое биотестирование, биоиндикация?
3. Перечислите принципы проведения биоиндикации?
4. Какие задачи решает биотестирование?

ЗАНЯТИЕ 2. Основные понятия биоиндикации. Формы, уровни и виды биоиндикации. Индикаторы. Экологические основы биоиндикации. Критерии выбора индикаторов

Биоиндикация – оценка качества природной среды по состоянию её биоты.

Отличительной чертой биоиндикации является то, что на основании получаемой с ее помощью информации можно судить об особенностях окружающей среды и происходящих в ней изменениях. Приемы биоиндикации используются человеком издавна:

Поведение животных помогает предсказать повышенную сейсмическую активность (надвигающееся землетрясение);

Обилие в травостое конского щавеля свидетельствует о кислом характере почвы;

Пигментация листьев табака вследствие некротизации свидетельствует о наличии в воздухе фитооксидантов (озона, органических пероксидов), что обусловлено возникновением и тяжестью «смоговой ситуации».

В качестве биоиндикатора обычно выступает определенный биологический вид или сообщество видов, по наличию, поведению или состоянию которого судят об особенностях среды обитания и происходящих в ней естественных или антропогенных изменениях.

Способность к бионакоплению индикаторными организмами загрязняющих компонентов облегчает также их определение в объектах природной среды традиционными методами аналитической химии: рациональнее определять липофильный токсикант (диметилртуть, ТХДД), присутствующий в водной экосистеме в ультрамалых количествах, анализируя не саму воду, а жировую ткань хищной рыбы, находящейся на одном из высших трофических уровней этой экосистемы.

Выявлены многие виды растений и животных избирательно накапливающие из окружающей среды микроэлементы и отдельные классы органических экотоксикантов в отношениях $1/10^4 - 1/10^6$ (на порядок больше, чем остальные объекты окружающей среды).

Требования, предъявляемые к биоиндикаторам (Степанов, 1988):

1. Широкий ареал. Эндемичные виды и даже виды с узким ареалом не обеспечивают охвата всего многообразия физико-географических и иных условий достаточно крупных регионов (однако такие виды могут использоваться при определении регионального фона загрязняющих компонентов и сдвигов в специфических для региона экосистемах).

2. Эвритопность (Э. растения и животные, способные существовать в разнообразных условиях среды и обладающие широким диапазоном экологической выносливости. Ареалы их обычно очень обширны). Виды, приуроченные к определенным стадиям сукцессии, не подходят для биоиндикационных исследований.

3. Оседлость. Популяция будет адекватно отражать степень антропогенного воздействия (в том числе уровень загрязнения), если она постоянно находится в данном регионе и на всех стадиях жизненного цикла контактирует с загрязняющими компонентами. Максимально допустимая миграция должна ограничиваться рамками одного ботанико-географического района.

4. Антисинантропность. Виды-индикаторы должны принадлежать к естественным сообществам и не быть связанными с человеком. Синантропные виды, питающиеся около населенных пунктов, не могут характеризовать загрязненность обследуемого региона и, с другой стороны, не отражают степень адаптации естественных сообществ к загрязнению.

5. Индикационная пластичность вида. Наиболее удобен для биоиндикации загрязнений вид, совмещающий чувствительность (проявляющуюся в регистрируемых изменениях состава тканей, метаболизма или поведения в ответ на экспозицию небольшими количествами экотоксиканта) и толерантность, т.е. способность функционировать при поступлении больших доз загрязняющих компонентов.

6. Достаточная масса пробы. Для получения представительных и пригодных для сопоставления с установленными в иных регионах (или в другое время) результатов приходится отбирать довольно большие пробы. Это требование огра-

ничивает выбор индикаторов теми видами, численность и биомасса которых в пределах обследуемого района достаточно высока.

7. Простота добычи и учета. Первое из этих требований может оказаться особенно важным при организации широких, охватывающих многие районы обследований. Учет таких показателей, как численность, биомасса, половозрастная структура популяции и т.д., необходим для биоиндикации состояния экосистем.

8. Изученность видов и внутривидовых таксонов. Легкость определения упрощает процедуру отбора и предотвращает появление неопределенностей, связанных с межвидовыми различиями метаболизма. Требование изученности относится не только к морфологии, таксономии и экологии видов, но также и к их способности накапливать экотокислители.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое биоиндикация?
2. Какие требования предъявляются к организмам-индикаторам? Приведите примеры.
3. Чем отличаются биоиндикаторы с высокой чувствительностью к поллютантам и биоиндикаторы-накопители?
4. Назовите уровни фитоиндикации качества воздуха и окружающей среды с учётом уровней организации живой материи?
5. Опишите формы, уровни и виды биоиндикации».

ЗАНЯТИЕ 3. Основные понятия биотестирования. Принципы и возможности биотестирования. Биологические тест-системы и тест-организмы. Устойчивость организмов при биотестировании

Под **биотестированием** (bioassay) понимается биологическая оценка качества среды по реакции тест-организмов, помещаемых в испытываемую среду в лабораторных условиях.

На основе тест-функций разрабатываются методические руководства по их использованию с чётким описанием реакций тест-объектов при различных уровнях воздействия загрязнения, что позволяет установить пороги воздействий токсичности среды и однозначно ответить – хорошо, средне, плохо.

Биотестирование включает:

- изучение связи доза-эффект на тест-объектах;
- изучение порога отклика;
- острые, подострые, хронические, короткие и продолжительные опыты на генетическом, клеточном и организменном уровнях;
- зависимость продолжительности жизни от дозы вещества;
- влияние на плодовитость и потомство;
- изучение механизмов токсичности и детоксикации.

Задания:

1. Подготовиться и выполнить лабораторную работу № 1 «**Экспресс-метод определения общей токсичности биотестированием кормов на стилонихиях (*Stylonychia mytilus*)**».

Метод основан на извлечении из исследуемых кормов различных фракций токсических веществ водой с последующим воздействием этих экстрактов на стилонихий. Оценку результату биотеста дают по реакции гибели инфузорий. Безопасным в этом случае следует считать корм, определенный как нетоксичный при параллельном исследовании как ацетонового, так и водного экстракта. С учетом времени подготовки пробы корма к биотесту определение общей токсичности од-

ной пробы занимает 3,5-4 ч; десяти проб – 4,5-5 ч. Нетоксичным следует считать образец корма, определенный нетоксичным при параллельном биотестировании как водного раствора ацетонового экстракта, так и водного раствора испытуемого корма. Нетоксичный корм дальнейшему исследованию не подлежит и используется по назначению без ограничений. Слаботоксичные и токсичные корма (хотя бы по одному из исследованных экстрактов) направляют на биотестирование основными методами, а также на микологические, химико-токсикологические и бактериологические исследования.

2. Подготовить доклад и презентацию о методах, используемых для индикации природных сред или тестирования различных объектов.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое биотестирование?
2. Каким требованиям должны отвечать тест-объекты?
3. В чем заключается метод «рыбной пробы»?
4. Назовите тест-функции, используемые в качестве показателей биотестирования для различных объектов?
5. Что относится к биотестированию основными методами (лабораторная работа № 1)?

ЗАНЯТИЕ 4. Биоиндикация экологического состояния окружающей среды. Виды загрязнений воздуха, почвы и водных экосистем

Совокупность чужеродных веществ, содержащихся в окружающей среде (воде, почве, воздухе и живых организмах) в форме (агрегатном состоянии), позволяющей им вступать в химические и физико-химические взаимодействия с биологическими объектами экосистемы составляют **ксенобиотический профиль биогеоценоза**.

Ксенобиотические профили среды, сформировавшиеся в ходе эволюции, можно назвать естественными ксенобиотическими профилями. Они различны в разных регионах Земли и биоценозы, также эволюционно сложившиеся в этих регионах, в той или иной степени адаптированы к соответствующим естественным ксенобиотическим профилям.

В результате природных катастроф, хозяйственной деятельности человека химические вещества накапливаются в среде в несвойственных ей количествах и изменяют естественный ксенобиотический профиль. Эти вещества называются **экополлютантами** (загрязнителями).

Экополлютант, накопившейся в ксенобиотическом профиле в количестве, достаточном для инициации токсического процесса в биоценозе (на любом уровне организации живой материи), называется **экотоксикантом**.

Формирование **ксенобиотического профиля среды** определяется, наряду со сложившимися в эволюционном прошлом геохимическими особенностями местности, качественным составом химических элементов и веществ, поступающих в среду в настоящем, а также их количеством. Кроме того, имеет место зависимость формирования от процессов персистирования и трансформации, связанных не только с характеристиками экополлютантов, но и с особенностями конкретного биогеоценоза. Оказывают влияние также физические процессы, способствующие выносу экополлютантов за пределы экосистемы. Источники поступления экополлютантов в среду подразделяются на естественные (природные) и антропогенные.

К числу природных источников биодоступных ксенобиотиков, по данным ВОЗ (1992), относятся: переносимые ветром частицы пыли, аэрозоль морской соли, продукты вулканической деятельности, химические соединения, образующиеся при лесных пожарах, биогенные частицы, биогенные летучие вещества. Пыль, поднимаемая ветрами, в значительной мере состоит из частиц окиси кремния, в ее состав входят и другие вещества – продукты выветривания горных пород, такие как окислы алюминия и железа, соли кальция. Пыль, образованная мельчайшими частицами почвы, кроме минеральных, содержит некоторое количество органических веществ. С дымом лесных пожаров в воздух попадают частицы сажи, то есть углерода, и продукты неполного сгорания древесины – различные органические вещества, в числе которых много фенольных соединений, обладающих мутагенными и канцерогенными свойствами. Вулканическая пыль и пепел содержат некоторое количество растворимых солей калия, кальция, магния. С вулканическими газами в атмосферу попадают окислы серы, азота, углерода, а также хлор.

В приземных слоях воздуха может содержаться значительное количество спор и пыльцы растений. Многие из них обладают аллергенными свойствами и способны вызывать у людей различные аллергические заболевания.

Загрязнение почвы – насыщение поверхностных слоев земли физическими, химическими и биологическими ингредиентами, которые отрицательно влияют на окружающую среду и плодородие почв.

Основными источниками загрязнения почвы являются:

- промышленность;
- транспорт;
- сельское хозяйство (применение удобрений, ядохимикатов, гербицидов и отходов животноводства);
- мелиорация;
- шум, вибрация, энергетические излучения;
- свалки и полигоны промышленных и бытовых отходов.

За счет промышленного и сельскохозяйственного загрязнений в почвы поступают тяжелые металлы, нефтепродукты, фенолы, диоксины, бенз(а)пирен,

СПАВ, углеводороды, радиоактивные вещества, пестициды, нитраты, азот аммонийный, фосфор, патогенные вещества и др.

По степени возможного отрицательного влияния на почву, растения, животных и другие живые организмы загрязняющие вещества подразделяются на 3 класса:

- 1) высоко опасные (мышьяк, кадмий, ртуть, селен, свинец, цинк, фтор, бенз(а)пирен);
- 2) умеренно опасные (бор, кобальт, никель, молибден, медь, сурьма, хром);
- 3) мало опасные (барий, ванадий, вольфрам, марганец, стронций).

Основным критерием гигиенической оценки опасности загрязнения почвы вредными веществами является ПДК химических веществ в почве. В настоящее время в России действует ПДК для более 100 веществ в почве и для семидесяти веществ установлены расчетным путем ориентировочно допустимой концентрации.

Загрязняющие вещества по воздействию на почвы подразделяются на две группы:

- 1) почвохимически активные загрязнители – вещества, воздействующие на окислительно-восстановительные реакции, реакции подкисления и подщелачивания почв (физиологически кислые соли, минеральные кислоты, основания, некоторые газы);
- 2) биологически активные загрязнители – вещества органического и органо-минерального характера (пестициды, токсичные элементы (Cd, Pb, Hg, Cr, Ni, As, Cu, Zn и др.), их соединения, радиоактивные вещества, избыток которых действует негативно на живые организмы).

Суммарный показатель химического загрязнения характеризует степень химического загрязнения почв и грунтов обследуемых территорий вредными веществами различных классов опасности и определяется как сумма коэффициентов концентрации отдельных компонентов загрязнения.

Качество воды – совокупность показателей ее состава и свойств, определяющих пригодность для конкретных видов водопользования.

Оценка качества производится по следующим показателям:

- запах (обусловлен наличием летучих пахнущих веществ, которые попадают в воду естественным путем либо со сточными водами,
- практически все органические вещества (в особенности жидкие) имеют запах и передают его воде);
- вкус и привкус (вкус воды определяется растворенными в ней веществами органического и неорганического происхождения; различают четыре вкуса – соленый, кислый, сладкий, горький; все другие виды вкусовых ощущений называются привкусами – щелочной, металлический, вяжущий и т.п.);
- цветность (обусловлена присутствием гуминовых веществ и соединений железа и зависит от свойств и структуры дна водоема, характера водной растительности, прилегающих к водоему почв, наличия в водосборном бассейне болот и торфяников и др.);
- мутность (обусловлена содержанием взвешенных в воде мелкодисперсных примесей – нерастворимых или коллоидных частиц различного происхождения);
- прозрачность или светопропускание (обусловлена цветом и мутностью воды, т.е. содержанием в ней различных окрашенных и минеральных веществ);
- содержание плавающих примесей;
- содержание растворенного кислорода (характеризует кислородный режим водоема и имеет важнейшее значение для оценки экологического и санитарного состояния водоема; кислород должен содержаться в воде в достаточном количестве, обеспечивая условия для дыхания гидробионтов);
- содержание химических веществ (карбонаты, гидрокарбонаты, сульфаты, хлориды, нитраты, нитриты, фосфаты, железо, медь, цинк, кадмий и др.);
- содержание в воде бактерий и патогенных микроорганизмов;
- температура (является важной гидрологической характеристикой водоема, показателем возможного теплового загрязнения);
- величина pH (водородный показатель pH характеризует концентрацию свободных ионов водорода в воде и выражает степень кислотности или щелочно-

сти воды (соотношение в воде ионов H^+ и OH^- , образующихся при диссоциации воды) и количественно определяется концентрацией ионов водорода $pH = -\lg [H^+]$);

- биохимическое потребление кислорода БПК (количество кислорода, мг, требуемое для окисления находящихся в 1 л воды органических вещества в аэробных условиях, без доступа света, при 20 °С, за определенный период в результате протекающих в воде биохимических процессов, т. е. под действием микроорганизмов);

- окисляемость, или химическое потребление кислорода ХПК (количество кислорода, потребленное при химическом окислении содержащихся в воде органических веществ до неорганических продуктов под действием окислителей) и др.

Исследование качества воды начинается с непосредственного осмотра отобранной пробы воды, т. е. органолептической оценки с помощью органов чувств – зрения, обоняния, вкуса. Органолептическая оценка приносит много прямой и косвенной информации о составе воды и может быть проведена быстро и без каких-либо приборов. К органолептическим характеристикам относятся цветность, мутность (прозрачность), запах, вкус и привкус.

Оценки качества воды чаще всего основаны на сопоставлении фактических значений с нормативными и относятся к единичным показателям. Однако единичные показатели не дают представлений о суммарном загрязнении водных объектов и не позволяют однозначно относить степень качества к той или иной категории. В этом случае используют комплексные показатели (числовые характеристики качества воды по ряду основных показателей и видам водопользования).

Задания:

1. Подготовьте и выполните лабораторную работу № 2 «**Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) в качестве тест-объекта для оценки загрязнения атмосферного воздуха**».

Хвойные породы характеризуются высокой чувствительностью к атмосферным токсикантам, поэтому они используются для диагностики степени атмосферного загрязнения. Продолжительность жизни хвои сосны в оптимальных условиях среды составляет 3-4 года. Под влиянием токсиканта хвоя сосны в зонах сильного загрязнения становится тёмно-красной, окраска распространяется от основания иглы к её острию, и, просуществовав всего один год, хвоя отмирает и опадает. Лиственница, ежегодно сбрасывающая хвою, значительно устойчивее к загрязнению. Поэтому по продолжительности жизни хвои сосны и характеру некрозов можно определить степень поражения сосновых насаждений токсикантами.

2. Подготовьте и выполните лабораторную работу № 3 **«Экспресс-оценка состояния атмосферного воздуха по флуктуирующей асимметрии берёзы повислой (*Betula pendula* Roth)»**.

Метод основан на изучении флуктуирующей асимметрии (ФА) – не наследуемые мелкие ненаправленные отклонения от строгой билатеральной симметрии [Кряжева Н.Г. и др., 1996]. **Флуктуирующая асимметрия** – довольно широко распространённое явление. Им охвачены практически все билатеральные структуры у самых разных живых существ [Захаров В. М., 1987]. Явление флуктуирующей асимметрии наблюдается при нарушении стабильности развития организма. Оно выражается тем отчетливее, чем сильнее внешние воздействия, в том числе антропогенное загрязнение [Kozlov M.V. et al., 1996]. Показатели флуктуирующей асимметрии рекомендуют в качестве индикаторов отклонения условий внешней среды от оптимальных уровней [Методические..., 2003].

Растения с билатерально симметричными листьями, используемые в озеленении города, могут быть использованы в качестве объекта биоиндикации. Для оценки качества городской среды широко применяется показатель стабильности развития берёзы повислой (*Betula pendula* Roth.) [Кряжева Н.Г. и др., 1996; Гелашвили Д.Б. и др., 2007; Franiel I., 2008; Гуртяк А.А., Углев А.А., 2010] и других видов берёз [Солдатова В.Ю., 2008].

Для оценки величин ФА, согласно существующим методикам исследуют 5 билатеральных признаков, характеризующих общие особенности листа, удобные для учёта и дающие возможность однозначной оценки (рис. 1):

1 – ширина левой и правой половинок листа (лист складывают пополам, потом разгибают и по образовавшейся складке проводят измерения);

2 – расстояние от основания до конца жилки второго порядка, второй от основания листа;

3 – расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка;

4 – расстояние между концами первой и второй жилок второго порядка;

5 – угол между главной жилкой и второй от основания листа жилкой второго порядка.

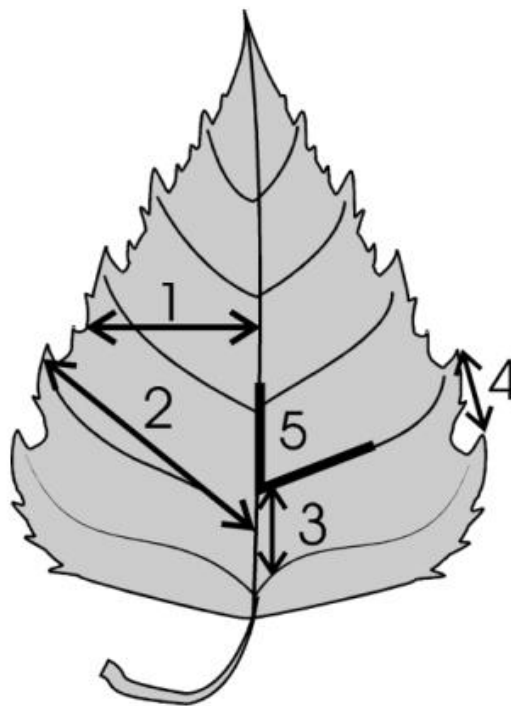


Рис. 1. Параметры промеров листьев для расчёта

3. Подготовьте и выполните лабораторную работу № 4 «**Оценка состояния атмосферного воздуха по количественному содержанию пигментов в листьях растений**».

Пигменты являются необходимыми компонентами фотосинтезирующих систем. Они служат акцепторами энергии солнечного света в процессе фотосинтеза. Пигменты – это соединения, избирательно поглощающие свет в видимой части солнечного спектра. Все пигменты фотосинтезирующих организмов обычно подразделяют на три группы: хлорофиллы, фикобилипротеины (пигменты тетрапиррольной природы) и каротиноиды.

У растений пигменты локализованы в хлоропластах – органоидах клетки, являющихся центрами превращения солнечной энергии. У фотосинтезирующих бактерий хлоропластов нет. Пигменты, принимающие участие в фо-

тосинтезе, локализованы у них в мембранных структурах – тилакоидах и ламеллах.

Имеются сведения, что влияние высоких концентраций SO_2 и HF приводят к снижению содержания хлорофилла, что может быть следствием разрушения хлорофиллов и превращения их в феофитины, а также уменьшения синтеза хлорофилла [Барахтенова Л.А., 1993; Эколого-физиологическая..., 1993]. Отмечено, что хлорофилл а и каротиноиды более чувствительны к промышленным выбросам, чем хлорофилл b [Эколого-физиологическая..., 1993; Фролов А.К., 1998]. В то же время пигментный состав листьев и хвои – достаточно лабильный, неустойчивый признак. Как и в случае с фотосинтезом, содержание пигментов под влиянием газов изменяется двухфазно: сначала наблюдается увеличение содержания пигментов, а затем их уменьшение вследствие разрушения.

Тем не менее, в практике экологического мониторинга рассматривается потенциальная возможность использования количественного содержания пигментов в растениях для целей биоиндикации загрязнения воздуха.

Вопросы для самоконтроля:

1. Назовите химические элементы I, II, III класса опасности.
2. Дайте определение ксенобиотического профиля биогеоценоза.
3. Что такое «экополлютант» и «экотоксикант»? Приведите примеры.
4. Поясните механизм переноса пестицидов по пищевым цепям. В чем заключается опасность пестицидов для биологических объектов.
5. Какое действие оказывают разливы нефти на почву и почвенные организмы?
6. В чем заключается опасность нефтяных разливов в природных водах?
7. Что такое флуктуирующая асимметрия листа? О чем она свидетельствует?
8. Какие пигменты синтезируются в растениях? Какую роль они выполняют?
9. Почему среди хвойных деревьев лиственница более устойчива к загрязнению атмосферного воздуха, чем сосна?

ЗАНЯТИЕ 5. Полевые и лабораторные методы исследования природных экосистем

Полевые методы предполагают изучение экологических явлений непосредственно в природе. Они помогают установить взаимосвязи организмов, видов и сообществ со средой, выяснить общую картину развития и жизнедеятельности биосистем.

Полевые методы исследования для эколога имеют первостепенное значение, поскольку:

- обеспечивают возможность изучения свойств живых организмов, популяций, сообществ и биосферы в природной среде;
- позволяют обнаружить взаимосвязи организмов, видов и сообществ как со средой, так и между собой;
- определить адаптации живого к окружающей среде;
- установить общую картину развития природы в конкретных условиях того или иного региона;
- выяснить комплекс факторов и их воздействие в природной обстановке;
- изучать экологические явления непосредственно в природной среде.

При проведении полевых экологических исследований наиболее часто используемыми являются методы физиологии, биохимии, анатомии, систематики и других наук. Экологические исследования имеют тесную связь с физиологическими. Экология, используя физиологические методы, рассматривает реакции организма как единого целого на констелляцию внешних факторов, то есть на совместное воздействие этих факторов при строгом учете сезонной цикличности жизнедеятельности организма и внутривидовой разнородности.

Во время полевых исследований определяют распространение, численность и качество вида, популяции, биоценоза, экосистемы, озер, рек и других объектов.

Проводят исследования по влиянию абиотических, биотических, антропогенных факторов на организмы. Сбор материалов проводится длительно, в любое время года, охватывает все географические природные зоны.

В зависимости от специфики исследований в экологии наиболее распространены следующие методы:

1. **Маршрутный метод** – широко используется при проведении крупномасштабных полевых исследованиях, а также при изучении и картировании почв, растительности, рельефа, горных пород и гидрогеографических показателей. Используются главным образом для поиска и определения местонахождения экологических объектов (например, присутствие тех или иных жизненных форм организмов, экологических групп, фитоценозов, охраняемых видов, комплекса факторов среды и т.п.), их разнообразия и встречаемости на исследуемой территории.

2. **Стационарный метод** – это метод длительного наблюдения за одними и теми же природными объектами, требующими их неоднократных описаний, измерений. Сюда относят наблюдения сезонного, круглогодичного или многолетнего характера. Описание и наблюдения широко применяются в стационарных исследованиях при регистрации основных особенностей изучаемых объектов, прямом наблюдении, выявлении факторов воздействия, картировании экологических явлений, инвентаризации ценных природных объектов.

3. **Метод ключевых участков** – представляет собой оценку состава, структуры и продуктивности фитоценоза или популяции растений с использованием ключевых участков как минимальных единиц экстраполяции. Метод применяют при геоботанических исследованиях.

4. **Метод трансект** – разработан Теетцманом в 1845 г. для изучения климатических, геоморфологических, почвенных, биотических и др. природных характеристик на трансектах. **Трансекты** – это воображаемые линии, пересекающиеся ландшафты или их комплексы в заданном направлении. Трансектный метод позволяет оценить в вертикальной и горизонтальной

плоскостях пространственные взаимосвязи различных компонентов и морфологических элементов ландшафта, которые отражают качественную и количественную характеристику местоположений видов и сообществ.

6. **Метод ординации** – представляет собой упорядочение видов или сообществ в виде рядов вдоль осей, отражающих изменения определенных экологических факторов. Позволяет достаточно точно проследить воздействие внешних факторов на живые объекты.

Методы ординации делятся на прямые, когда ординация ведется по реальным факторам среды (экологическим, пространственным, временным) и непрямые, когда упорядочение объектов происходит вдоль направления изменения сходства между описаниями. Также выделяют одномерные (ординация вдоль одного фактора или одной оси) и многомерные (вдоль нескольких факторов или осей).

7. **Метод градиентного анализа** – используется для оценки связи растительного покрова со средой в наиболее строгом статистическом оформлении. Изменение фактора в ходе ординации анализируют не качественно, а путем конкретных измерений аналитических сигналов изучаемых образцов вод, почв и т. д. По результатам выделяют индикаторные группы видов, в которые включаются лишь те, которые в ходе градиентного анализа обнаружили наибольшую экологическую информативность.

Данные полевых опытов обрабатываются в лабораторных условиях. Лаборатории должны соответствовать международным стандартам и оснащены современным оборудованием: климат-камерами, видеоаппаратурой, оптическими приборами, аналитическими весами, топографическими приборами, термостатами, хроматографией, электронными машинами, микроскопами, компьютерами.

Вопросы и задания для самоконтроля:

1. Значение полевых методов в экологических исследованиях?

2. Какие основные направления полевых исследований чаще всего используют в экологии?
3. Приведите примеры полевых исследований природной экосистемы.
4. Что представляют собой маршрутные исследования? Для чего используются в экологии?
5. Для каких целей в экологии используют стационарный метод?
6. Охарактеризуйте метод ключевых участков?
7. Что такое трансекта?
8. Для каких целей используют метод эталонов?
9. Как реализуется процедура проведения исследований методом ординации?
10. Значение метода градиентного анализа для экологических исследований?

ЗАНЯТИЕ 6. Биоиндикация состояния почв. Экологические исследования фитоценозов

Высокой аккумулирующей способностью в отношении техногенных загрязнителей обладает почва, которая является основным компонентом всех наземных биогеоценозов. Под влиянием техногенных факторов наблюдаются негативные изменения химии и биологии почв, что выражается в снижении их плодородия.

Различают следующие типы и характер загрязнения почв:

1) химическое загрязнение отходами промышленности и автотранспорта – бензолом, фенолом, пестицидами, тяжёлыми металлами, радионуклидами, нефтяными углеводородами, оксидами и диоксидами серы и азота, минеральными удобрениями и др.;

2) биологическое загрязнение объектами микробиологического производства белка и белково-витаминных концентратов, энтомопатогенными бактериями, которые используются для борьбы с вредителями леса.

Нарушение экологической среды под влиянием различного рода токсиантов – одна из важнейших проблем современности. Современная диагностика почв использует достижения всех разделов почвоведения, оперируя данными по морфологии, химии, физике и минералогии почв. Физические и химические свойства характеризуют относительно консервативные накопившиеся признаки и свойства почв, заложенные в её «памяти».

Биология почв располагает показателями, которые характеризуют динамические свойства, являющиеся индикаторами современного режима жизни почв, поэтому разработка принципов и методов ранней диагностики повреждения почвенной биоты под воздействием пестицидов, тяжёлых металлов, нефти и отходов её переработки, минеральных удобрений в высоких дозах и других загрязнителей представляет собой одну из самых насущных задач биологии почв.

Задание:

1. Подготовиться и выполнить лабораторную работу № 5 «**Влияние солей тяжелых металлов на активность микроорганизмов почвы**».

Одно из самых важных мест в почвенных экосистемах занимают микроорганизмы. Они являются последней степенью в большинстве пищевых цепей, т. е. суть редуценты. Такие организмы, как плесневые грибки, используют в качестве пищи органические вещества остатков от растений и животных, минерализуя их, делая доступным для растений различные элементы. Тяжелые металлы могут сильно ингибировать их активность. Плесневые грибки в ходе своей жизнедеятельности выделяют различные окрашенные вещества, поглощаемые бумагой, и по размеру окрашивания можно судить об активности плесневых грибов. Изображение пятен переносится на кальку, и определяется площадь окрашивания.

На основании полученных результатов составляется график зависимости активности микроорганизмов от концентрации тяжелых металлов в почве и сделать выводы.

2. Подготовиться и выполнить лабораторную работу № 6 «**Оценка видового состава фитоценозов**»».

Фитоценоз представляет собой не случайный набор растений, а определенное их сочетание – исторически сложившееся растительное сообщество, в состав которого входят как высшие, так и низшие растения, приспособившиеся к совместному произрастанию в конкретных экологических условиях (лес, болото, луг, степь и т. д.). В состав фитоценоза входят виды, различные по своим экологическим и биологическим свойствам. Это исторически сложившиеся сообщества.

Для каждого фитоценоза свойственно наличие характерных признаков:

1) **видовой состав** (виды, входящие в состав фитоценоза, представлены различными жизненными формами (деревья, кустарники, травы), относятся к различным типам по способам размножения (вегетативное, бесполое, семен-

ное), по продолжительности жизни (однолетние, двулетные, многолетние) и т.д.);

2) **внешний вид, или физиономичность фитоценоза** (обуславливается видовым составом, количественным соотношением видов и характером распределения особей этих видов в сообществе);

3) **ярусность** – это размещение органов растений над поверхностью почвы и на разных глубинах в почве. Различают наземную и подземную ярусность;

4) **мозаичность** – неоднородность (расчлененность) сообществ в горизонтальном направлении на пятна, отличающиеся по количественному соотношению различных видов, по сомкнутости и другим свойствам;

5) **сезонная изменчивость** (изменение состояния фитоценозов по сезонам года) и аспект (внешний вид фитоценоза, его облик);

6) **количественные и качественные соотношения между видами;**

7) **обилие** (число особей каждого вида, находящееся на определенной площади сообщества; чем благоприятнее экологические условия для произрастания растений, тем большим количеством особей представлены они в сообществе);

8) **жизненность** (способность того или иного вида развиваться полностью или частично в определенных экологических условиях).

Обычно описывают не весь фитоценоз, а лишь часть его – ограниченную пробную площадку, которая может иметь форму квадрата или прямоугольника и закладывается в пределах фитоценоза таким образом, чтобы охватить наиболее типичный его участок. Величина пробной площадки различна в различных сообществах (на лугу – 1 м², в лесу – до 100 и даже до 400 м²). Границы площадки измеряются рулеткой, в углах вставляются колышки, и вся площадка по колышкам ограничивается шнуром.

Жизненная форма растений – внешний облик растений (габитус), отражающий их приспособленность к условиям среды.

Отечественный ботаник И.Г. Серебряков в 1962-1964 гг. предложил классификацию, в основу которой положил признак продолжительности жизни всего растения и его скелетных осей (главных стволов). Он выделил следующие жизненные формы растений (табл. 1).

Таблица 1 – Жизненные формы растений

Жизненная форма/признак		Скелетная ось	Продолжительность жизни	Высота	Пример
Древесные	Деревья	Имеют один главный ствол	Более 300 лет, некоторые до 1000–2000 лет	от 1 м	Сосна, пихта, ясень, эвкалипт, тополь и др.
	Кустарники	Имеют несколько главных стволов (побегов)	10–12 лет, некоторые до 40 лет	от 0,8 до 6 м	Малина, сирень, боярышник, барбарис и др.
	Кустарнички	Имеют несколько главных стволов (побегов)	5–12 лет	до 1 м	Черника, брусника, клюква, вереск, подбел, водянка и др.
Полудревесные	Полукустарники	Имеют несколько главных одревесневших стволов (побегов)	Почки возобновления сохраняются несколько лет, верхние части побега сменяются ежегодно	До 0,8 м	Лаванда узколистная, терескен, полынь и др.
	Полукустарнички	Имеют несколько главных одревесневших стволов (побегов)	Почки возобновления сохраняются несколько лет, верхние части побега сменяются ежегодно	До 15–20 см	Тимьян
Травянистые (наземные и водные)	Не имеют многолетних надземных частей. Всегда происходит отмирание частей при неблагоприятных внешних условиях		Многолетние, двулетние, однолетние	от нескольких см до 3–4 м. Самые высокие травы – бамбук и банан	Кипрей узколистный, марь белая, банан, бамбук, астра, георгин и др.

Таблица 2 – Встречаемость видов травянистой растительности

Название вида	Жизненная форма	Точка экологического профиля (типичного участка фитоценоза)		
		1	2	3
Полынь	Пк	+	+	–
Вьюнок полевой	М	+	+	+
Житняк сибирский	М	+	+	+
Осот полевой	М	+	+	+
Марь белая	О	+	+	–
Гречишка вьюнковая	М	+	+	–
Льнянка обыкновенная	М	–	–	+
Щетинник зеленый	О	+	+	+
Козлобородник восточный	Дв	+	+	+
Пырей ползучий	М	+	+	+
Лапчатка серебристая	М	+	+	–
Икотник серо-зеленый	О	–	+	–
Люцерна посевная	Дв	+	+	–
Молочай лозный	М	–	–	+
Щавель конский	М	–	–	+
Подмаренник обыкновенный	О	–	+	+
Ластовень сибирский	М	+	+	–
Качим	М	+	+	–
Щирица запрокинутая	М	–	–	+
Осот шероховатый	О	–	+	–
Одуванчик лекарственный	М	–	–	+
Вероника весенняя	О	+	–	+
Типчак	М	–	+	+
Мятлик степной	М	–	+	–
Хвощ полевой	О	–	–	+
Пастушья сумка	М	–	–	+

Задание:

- 1) составить таблицу спектра жизненных форм растений в сообществах на трех экологических профилях (табл. 3);
- 2) построить диаграммы жизненных форм растений в сообществах на трех экологических профилях (пример на рис. 2);
- 3) сделать вывод.

Таблица 3 – Спектр жизненных форм растений на экопрофилях

Жизненная форма	Количество видов		
	1	2	3
Полукустарники (Пк)			
Многолетние растения (М)			
Двулетние растения (Дв)			
Однолетние растения (О)			

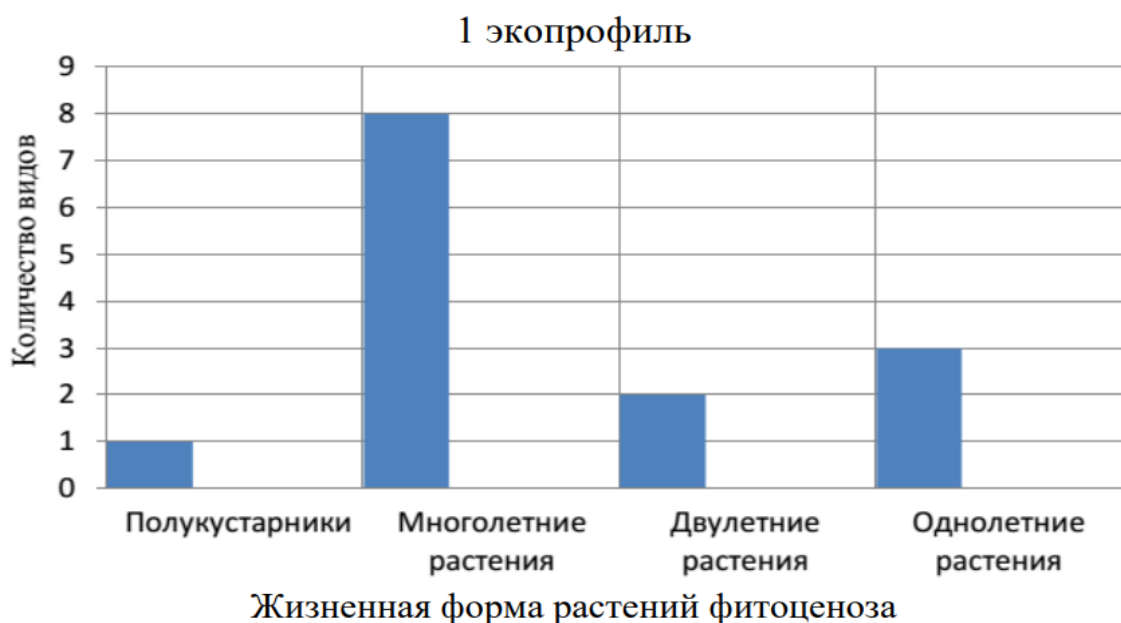


Рис. 2. Диаграмма жизненных форм высших растений в биоценозе на первом экопрофиле

Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое фитоценоз? Приведите примеры.
2. Перечислите основные характерные признаки фитоценоза.
3. Что такое видовой состав фитоценоза?
4. Что такое внешний вид (физиономичность) фитоценоза?
5. 6. Что такое мозаичность фитоценоза?
6. Что такое сезонная изменчивость фитоценоза?
7. Какие растения называют доминантами?
8. Какие растения называют второстепенными и третьестепенными?
9. Что такое жизненная форма растений?
10. Охарактеризуйте древесную, полудревесную и травянистую жизненную форму растений.

ЗАНЯТИЕ 7. Эколого-фаунистические исследования

Методы полевых исследований позвоночных животных – раздел зоологии, который является важнейшей и неотъемлемой частью подготовки биологов к работе в учебных, научных и других учреждениях. Наблюдения в природе, самостоятельный методический правильный сбор и обработка полевого материала помогают закрепить теоретические знания.

Организация работы в полевых условиях требует специального оборудования, инструментария и одежды. В зависимости от специфики исследований наборы полевого оборудования и реактивов могут отличаться.

Методы изучения, рыб, земноводных и пресмыкающихся, птиц и млекопитающих имеют следующие основные направления:

- сбор и первичная обработка материала (у рыб – отлов и измерения, у птиц – проведение учетов птиц);
- методы количественного учета;
- определение структуры и плотности населения популяции;
- изучение размножения и постэмбрионального развития популяции, вида(ов);
- изучение суточной активности, сезонных явлений и т.д.;
- изучение питания и кормовой базы;
- определение экологической структуры.

Методы изучения антропогенной элиминации животных.

Интенсивное развитие автодорожной сети и увеличение количества транспортных средств на дорогах неизбежно ведут к фрагментации местобитаний и гибели животных от столкновения с автомобилями (Нумеров А.Д. и др., 2009).

Специальные обзоры проблемы демонстрируют значительные масштабы гибели животных на дорогах в странах Западной Европы – здесь гибнет от 350 тыс. до 27 млн особей (Erritzot et al., 2003).

Не лучше обстоит ситуация и в России, о чем свидетельствуют многочисленные публикации (Бабенко, 1954; Хохлов, 1981, 1991; Шитова, 1981; Сальников, Буслаев, 1986; Вельский, 1998; Ильях, Хохлов, 2008; Шевцов и др., 2012; и мн. др.). Все это определяет необходимость усиления мониторинга негативного влияния автотрасс.

При проведении обследования можно использовать четыре варианта учета:

- пеший (≈ 5 км/ч);
- движение на велосипеде (≈ 20 км/ч);
- движение на мотоцикле (≈ 30 км/ч);
- движение на автомобиле (≈ 50 км/ч).

На каждый случай гибели животного заполняют специальную карточку (бланк). В случаях обнаружения массовой гибели на одном участке дороги, что часто бывает в местах пересечения с миграционными путями амфибий, также заполняют одну карточку.

При соблюдении этих условий впоследствии можно рассчитать следующие показатели и составить таблицы:

- видовой состав и количество (по видам) погибших животных;
- число случаев на километр дороги (учета);
- гибель в зависимости от типа дорог, скорости и интенсивности движения транспорта.

При сборе сведений о причинах и масштабах гибели животных от столкновения с автотранспортом целесообразно проводить опрос населения исследуемого района методом анкетирования.

Гибель животных на линиях связи и электропередачи.

Воздушные линии (ВЛ) связи и электропередачи оказывают разностороннее, преимущественно негативное влияние на элементы живой природы: трансформация естественных ландшафтов, изменение условий обитания животных, нарушение электромагнитного фона, гибель в результате столкновений, поражение электрическим током и др.

Исследуя вопрос гибели представителей животного мира при контакте с ЛЭП, необходимо обращать внимание на следующие аспекты:

- биотопическая структура территории, по которой проходит ЛЭП (определяет состав фауны, ее сезонную и суточную активность и т. д.);
- общий перечень видов, подверженных негативному влиянию ЛЭП в каждом конкретном регионе;
- группа наиболее уязвимых видов;
- сезонность и возрастная структура группы наиболее уязвимых видов (молодые птицы вследствие неопытности и повышенной электропроводности растущего оперения подвержены большей опасности);
- оценка реальных масштабов гибели объектов животного мира (необходимость введения повышающего коэффициента);
- общая протяженность ЛЭП, потенциально опасных для представителей животного мира на исследуемой территории;
- размер ожидаемой ежегодной гибели в результате поражения электрическим током (прямая экстраполяция результатов учетов).

Гибель животных от отравления химикатами.

В последние годы все чаще отмечаются случаи гибели животных от отравления различными химическими препаратами – фосфидом цинка (родентицид), диазином, протравленным зерном, химическими удобрениями и др.

От отравления химическими препаратами гибнет много животных, кормящихся на полях: гуси, утки, фазаны, перепелки, куропатки, журавли, хищные птицы, а также зайцы, лисы, мелкие млекопитающие.

Задания и вопросы для самоконтроля:

1. Опишите способы добычи взрослых рыб, молоди и личинок.
2. Чем отличаются косвенные и абсолютные методы учета? Приведите примеры.
3. Опишите маршрутный учет в период размножения по поющим самцам.
4. Подготовьте доклады по следующим темам:

- ✓ Подразделение птиц на основании частоты встречаемости на очень многочисленных, многочисленных, обычных, редких, очень редких.
- ✓ Определение плотности населения птиц за 1 ч учета.
- ✓ Точечный и маршрутно-точечный методы учета.
- ✓ Учет птиц по гнездам и выводкам.
- ✓ Учет колониальных птиц.
- ✓ Учет птиц зимой.
- ✓ Классификация способов и видов учета по В.В. Кучеруку (для мелких млекопитающих). Абсолютный и относительный, косвенный и прямой методы учета.
- ✓ Учет на маршрутах. Площадный метод учета. Метод меченых проб. Полный вылов.
- ✓ Передвижение и миграции.
- ✓ Влияние факторов среды на сроки и темпы линьки.
- ✓ Изучение суточной активности крота путем затаптывания его ходов.

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

Самостоятельная работа студентов рассматривается как одна из форм обучения, которая предусмотрена ФГОС и рабочим учебным планом по специальности и направлена на формирование заявленных компетенций.

Целью самостоятельной (внеаудиторной) работы студентов является обучение навыкам работы с учебной и научной литературой и практическими материалами, необходимыми для изучения курса дисциплины «Экологическая токсикология» и развития у них способностей к самостоятельному анализу полученной информации.

СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

Тема 1. Биологический и экологический мониторинг. Классификация индикаторных признаков. Биоиндикация и биотестирование.

Биологический и экологический мониторинг. Классификация индикаторных признаков. Задачи, решаемые с помощью биоиндикации и биотестирования. Формы, уровни и виды биоиндикации. Индикаторы. Экологические основы биоиндикации. Критерии выбора индикаторов. История биотестирования. Общие принципы использования тест-объектов, понятие о лабораторной культуре, задачи и приемы биотестирования, уровни биотестирования, область применения.

Тема 2. Основные понятия биоиндикации. Формы, уровни и виды биоиндикации. Индикаторы. Экологические основы биоиндикации. Критерии выбора индикаторов.

Биоиндикация, биоиндикаторы, типы биоиндикационных реакций организмов. Формы биоиндикации. Антропогенные факторы, вызывающие стресс у биологических систем. Биоиндикация на различных уровнях организации живой материи. Биохимические и физиологические реакции растений на антропогенные стрессоры. Воздействие антропогенных стрессоров на

морфологическую структуру растений. Биоиндикация как средство контроля состояния окружающей среды.

Тема 3. Основные понятия биотестирования. Принципы и возможности биотестирования. Биологические тест-системы и тест-организмы. Устойчивость организмов при биотестировании. Токсикологические биотесты

Принцип методики биотестирования. Характеристика тест-объекта. Условия проведения биотестирования. Процедура биотестирования. Эксперименты по установлению острого токсического действия. Эксперименты по установлению хронического токсического действия. Обработка, оценка и оформление результатов. Контроль погрешности методики токсикологического анализа.

Тема 4. Биоиндикация экологического состояния окружающей среды. Виды загрязнений воздуха, почвы и водных экосистем

Биоиндикация загрязнений наземных экосистем. Животные и растительные биоиндикаторы, почвенная мезофауна. Биоиндикация в пресноводных и морских экосистемах. Требования, предъявляемые к биоиндикаторам. Биотестирование и биоиндикация.

Пути поступления токсикантов в организм. Биоконцентрирование, биоаккумуляция, биомагнификация. Закономерности концентрирования токсических веществ в живых организмах. Трансформация токсических веществ в экосистемах. Миграция токсических веществ по трофическим цепям. Процессы детоксикации тяжелых металлов, хлорорганических, фосфорорганических пестицидов и других химических токсикантов. Влияние факторов среды и свойств организма на степень токсического эффекта. Закономерности химических превращений и взаимодействия с биологическими объектами.

Тема 5. Биоиндикация загрязнений воздуха

Биоиндикация с использованием растений. Классификация растений-биоиндикаторов по норме реакции. Классификация морфологических изменений в ответ на действие поллютантов. Виды реакции на действие поллю-

тантов: нарушения окраски листовой пластины, разновидности ее некроза, увядание, дефолиация, морфологические изменения. Морфологические изменения на уровне органов и растения в целом; снижение репродуктивного потенциала

Тема 6. Полевые и лабораторные методы исследования воды. Биоиндикация фауны и индикация состояния водных систем

Отбор, хранение, подготовка проб воды для биотестирования. Биоиндикация антропогенного загрязнения водоемов. Биологический контроль водоема методом сапробности. Биотестирование вод по гибели инфузорий, ракообразных, рыб и растений.

Тема 7. Биоиндикация состояния почв. Экологические исследования фитоценозов

Подготовка почвенных образцов к тестированию. Постановка серии опытов на модельных почвенных образцах. Биотестирование природных почв с использованием семян редиса. Биотестирование модельных образцов почв с добавкой загрязняющих веществ с использованием семян редиса и белой горчицы.

Полевые методы исследования: метод ключевых участков, метод трансект, метод профилирования, метод маршрутных исследований, метод эталонов, стационарный метод, трендовый метод, метод пробных площадок, бесплощадные методы, метод полигонов, метод плансектный, метод укосов, метод фитомеров, метод ординации, метод градиентного анализа, метод экологических шкал и другие. Закладка и описание пробных площадей и учетных площадок.

Тема 8. Эколого-фаунистические исследования

Информативные параметры биоиндикации организма животных. Чувствительность органов и систем организма к действию поллютантов. Особенности биоиндикации с использованием характеристик систем органов. Организменный уровень биоиндикации. Использование биосистем разного уровня сложности в биотестировании, биоиндикации, биомониторинге. По-

веденческие реакции животных в качестве биоиндикаторов загрязнения среды обитания. Чувствительность стадий онтогенеза к средовым факторам. Критерии оценки влияния средовых факторов на этапы онтогенеза. Реакции беспозвоночных, используемые в биоиндикации.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

по дисциплине «Биотестирование и методы полевых исследований»

1. Принципы организации биологического мониторинга.
2. Биоиндикация окружающей среды. Общие принципы использования биоиндикаторов.
3. Особенности использования растений в качестве биоиндикаторов.
4. Особенности использования животных в качестве биоиндикаторов.
5. Особенности использования микроорганизмов в качестве биоиндикаторов
6. Симбиологические методы в биоиндикации.
7. Биоиндикация загрязнений воздуха.
8. Биоиндикационные методы оценки качества воды.
9. Биоиндикационная диагностика почв.
10. Методы биотестирования и биоиндикации при мониторинге антропогенной нагрузки на природные экосистемы.
11. Задачи и приемы биотестирования качества среды.
12. Методология биотестирования.
13. Требования к методам биотестирования.
14. Биоиндикация загрязнения атмосферного воздуха с помощью лишайников.
15. Флуктуирующая асимметрия растений и животных как тест-система оценки качества среды.
16. Биологический контроль водоема методом сапробности.
17. Определение качества воды в пресноводном водоеме по видовому разнообразию гидробиоценоза.
18. Определение токсичности природных сред с использованием в качестве тест-объектов: рачков дафнии и водорослей хлореллы.
19. Методы биодиагностики почв.
20. Методы биоиндикации антропогенного загрязнения почвы.

21. Характеристика качества почвы с помощью растений-индикаторов.
22. Использование голосеменных растений (ель, сосна) в качестве биоиндикаторов состояния окружающей среды.
23. Химические и биологические тест-методы экспресс-диагностики загрязнений окружающей среды.
24. Типы чувствительности тест-организмов.
25. Организация наблюдений за позвоночными животными.
26. Организация работы в полевых условиях.
27. Методы изучения рыб.
28. Методы изучения птиц. Характеристика основных методов учета.
29. Методы изучения млекопитающих. Методы изучения антропогенной элиминации животных.
30. Экологическая токсикология. Основные понятия: «загрязнение окружающей среды», поллютант, ксенобиотик.
31. Ксенобиотический профиль среды. Формирование ксенобиотического профиля.
32. Источники поступления поллютантов в окружающую среду. Персистирование. Трансформация. Процессы элиминации, не связанные с разрушением.
33. Цикл загрязнения. Перенос токсикантов ветром, водой и по пищевым цепям.
34. Токсические вещества и их классификация.
35. Экотоксикодинамика. Общие понятия. Токсический эффект. Первичный и вторичный токсический эффект.
36. Типы токсического воздействия загрязняющих веществ на живой организм. Острая и хроническая экотоксичность.
37. Экологическое нормирование в экотоксикологии. Основные понятия, определения и структура системы нормирования.
38. Нормирование качества воздуха. Нормирование качества воды. Нормирование качества почв.

39. Предельно допустимые концентрации вредных веществ в продуктах питания.

40. Нормирование источников воздействия. Нормирование в области радиационной безопасности.

41. Токсическое действие загрязняющих веществ. Воздействие токсических веществ на организм.

42. Формы эффектов токсикантов при их совместном действии на организм (сенсбилизация, аддитивность, синергизм, антагонизм).

43. Воздействие токсических веществ на организм и его системы.

44. Трансформация токсических веществ в экосистемах.

45. Миграция токсических веществ по трофическим цепям.

46. Закономерности выведения токсикантов из организма.

47. Обезвреживание токсических веществ в окружающей среде.

48. Закономерности накопления токсических веществ в организме растений, животных (позвоночные, беспозвоночные, наземные, водные) и человека.

49. Закономерности концентрирования токсических веществ (тяжелых металлов и хлорорганических и других соединений) в живых организмах (растения, животные и человек).

50. Пути поступления токсикантов в организм. Биоконцентрирование, биоаккумуляция, биомагнификация.

51. Закономерности накопления токсических веществ в организме растений, животных и человека.

52. Загрязнение токсикантами окружающей среды в Западной Сибири и РФ.

53. Стойкие органические загрязнения окружающей среды.

54. Характеристика тяжелых металлов.

55. Диоксины. Основные понятия и проблемы.

56. ПВХ. Жизненный путь. Альтернативные замены для ПВХ.

57. Воздействие на организмы животных малых доз радиации.

58. Стойкие органические загрязнители.
59. Экотоксикология популяций. Понятие мутагенности. Закономерности изменения генофонда популяций.
60. Воздействие токсикантов на популяционную структуру, динамику популяций растений и животных.
61. Влияние химических загрязнителей на индивидуумы и популяции. Воздействие токсикантов на растения.
62. Влияние химических загрязнителей на индивидуумы и популяции. Воздействие токсикантов на животных.
63. Экотоксикологическое состояние Новосибирской области.
64. Воздействие токсикантов на экосистемы.
65. Экотоксикология сообществ. Динамика сообществ в условиях химического и радиоактивного загрязнения.
66. Методы решения проблем, связанных с загрязнением окружающей среды токсическими веществами.
67. Охрана окружающей среды от загрязнения ртутью, свинцом, ДДТ и ПХБ.
68. Угроза загрязнения окружающей среды для здоровья и жизни человека.
69. Экотоксикологический мониторинг. Цели и задачи.
70. Санитарно-токсикологический, экологический и биосферный мониторинг.
71. Экотоксикометрия. Токсичность и способы ее оценки.
72. Оценка токсичного эффекта. Зависимость «доза – эффект».
73. Расчет предельных нагрузок. Моделирование токсического эффекта воздействия на популяцию и сообщество.
74. Зоны чрезвычайной ситуации и экологического бедствия на примере России и Новосибирской области.
75. Международные соглашения, договоры, конвенции, направленные на предупреждение загрязнения окружающей среды токсикантами.

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

Общие положения

Контрольная работа по дисциплине «Биотестирование и методы полевых исследований» является самостоятельной работой студентов и выполняется в соответствии с учебной программой по направлению подготовки 06.03.01 *Биология, профиль Экология и рациональное природопользование*. Работа является целостным трудом, посвященным отдельно взятой проблеме в области экологической токсикологии.

Цель выполнения контрольной работы – углубленное изучение отдельных тем и разделов учебной дисциплины «Биотестирование и методы полевых исследований».

Тематику контрольных работ определяет ведущий преподаватель кафедры, осуществляющий руководство научной работой студентов. Темы работ задаются в соответствии с проблемами, рассматриваемыми в курсе изучения дисциплины «Биотестирование и методы полевых исследований».

Темы работ и требования по их написанию доводят до сведения студентов в течение первых двух недель текущего семестра.

Студент может самостоятельно выбрать тему для контрольной работы, обязательно согласовав ее с преподавателем.

Контрольная работа должна иметь следующую структуру:

- титульный лист (прил. 4);
- содержание;
- перечень сокращений, условных обозначений (при необходимости);
- список использованной литературы;
- приложения (при необходимости).

К выполнению задания следует приступить после изучения программного материала, усвоив курс дисциплины «Биотестирование и методы полевых исследований».

Темы контрольных работ

1. Биоиндикация. Цель и задачи биоиндикационных исследований. Краткие сведения из истории. Понятие о биоиндикации и биоиндикаторах.
2. Виды биоиндикации (специфическая, неспецифическая, прямая и косвенная). Методы биоиндикации (регистрирующие и аккумулятивные). Организмы-индикаторы, тест-организмы и организмы-мониторы.
3. Устойчивость биосистем и их адаптационные возможности. Типы биоиндикационной реакции в зависимости от времени действия фактора.
4. Особенности биоиндикационной характеристики органов и тканей организма (эрозии плавников рыб, аномалии скелета и т.д.). Морфологические изменения растений, используемые в качестве биоиндикации (хлорозы, некрозы, дефолиация и т.д.)
5. Устойчивость биосистем и их адаптационные возможности. Организменный уровень биоиндикационной чувствительности.
6. Микроорганизмы-биоиндикаторы состояния окружающей среды. Особенности биоиндикационной характеристики микроорганизмов. Микробная деградация и трансформация загрязняющих веществ.
7. Микроорганизменный уровень биоиндикационной чувствительности. Общая численность бактерий и количество потребляемого кислорода как параметры биоиндикации. Примеры микроорганизмов – тест-объектов.
8. Растения, мхи и лишайники – биоиндикаторы состояния окружающей среды. Особенности биоиндикационной характеристики органов и тканей растений, мхов и лишайников.
9. Биоиндикационная чувствительность органов и физиологических систем растений, мхов и лишайников. Уровень биоиндикационной чувствительности растений, мхов и лишайников.
10. Биоиндикация загрязнения водоемов по состоянию популяций водных растений семейства рясковых. Характеристика семейства. Сбор материала и разбор пробы. Экспресс-оценка качества воды.
11. Физиологические и экологические особенности лишайников. Жиз-

ненные формы. Группы толерантности лишайников к загрязнению поллютантами. Лихеноиндикация.

12. Макроводоросли в качестве организмов-мониторов. Зависимость аккумуляции макрофитами вредных веществ от их содержания в воде и донных отложениях.

13. Хвойные растения как одни из основных биоиндикаторов. Биоиндикация газодымовых загрязнений по состоянию хвои сосны. Определение класса загрязненности воздуха.

14. Накопление фенольных соединений в органах цветковых растений, мхах, лишайниках как проявление защитной реакции на неблагоприятные условия среды.

15. Определение зольности листьев, хвои, почек и коры древесных растений как индикационного признака загрязнения воздушной среды тяжелыми металлами.

16. Беспозвоночные животные как биоиндикаторы. Биоиндикационная чувствительность органов и физиологических систем беспозвоночных животных.

17. Уровень биоиндикационной чувствительности беспозвоночных животных. Определение класса качества речных вод по составу водных беспозвоночных.

18. Моллюски в качестве организмов-мониторов. Биотестирование с использованием двустворчатых моллюсков

19. Насекомые – основа биоиндикационного тестирования. Особенности биоиндикационной характеристики органов и тканей насекомых.

20. Биоиндикационная реакция позвоночных животных. Особенности биоиндикационной характеристики органов и тканей позвоночных животных.

21. Биоиндикационная чувствительность органов и физиологических систем позвоночных животных. Нарушение онтогенеза животных. Критические периоды как самые чувствительные этапы онтогенеза.

22. Биоиндикационные реакции рыб (нерестовая миграция промысловых рыб), земноводных (сеголетки остромордой лягушки, хвостатые амфибии), пресмыкающихся и птиц (миграции, гнездовая экология).

23. Водные млекопитающие – индикаторы присутствия пестицидов и полихлорированных бифенилов (ПХБ) в водной среде. Антропогенное загрязнение морской среды. Содержание и характер распределения пестицидов и ПХБ в тканях морских млекопитающих

24. Популяционно-видовой уровень биоиндикации. Особенности биоиндикационной характеристики популяционно-видового уровня. Отбор подходящих видов. Трудности отбора

25. Биоиндикационная чувствительность популяционно-видового уровня. Показатели популяционного уровня (ростовые показатели, воспроизводство, структура популяции).

26. Популяционно-видовой уровень биоиндикации. Использование растений, беспозвоночных, рыб и птиц для оценки экологического состояния популяции.

27. Биоценотический уровень биоиндикации. Особенности биоиндикационной характеристики биоценотического уровня. Структурные и функциональные показатели сообщества. Их характеристика

28. Экосистемный уровень биоиндикации. Структурные и функциональные показатели. Их характеристика. Примеры восстановительных и регрессионных сукцессий.

29. Биоиндикация загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами. Понятие о тяжелых металлах. Виды растений и животных – аккумуляторов тяжелых металлов

30. Биоиндикация радиоактивного загрязнения окружающей среды. Понятие о радионуклидах. Опасность радиоактивного загрязнения. Растения и животные-биоиндикаторы радиоэкологического состояния среды.

Оформление контрольной работы

При оформлении текста контрольной работы используют стандартный формат А4 (297×210 мм). Текст пишут на одной стороне листа. Страницы нумеруют арабскими цифрами в правом нижнем углу. Если текст набирают в текстовом редакторе Microsoft Word, рекомендуется использовать шрифты: ХО Thames: размер шрифта – 14 пт, интервал полуторный. Абзацный отступ 4 знака (1,25 см). Поля страницы: левое – 3 см, правое – 1,5 см, верхнее и нижнее – 2 см.

Открывается работа титульным листом, где указывают полное название университета, факультет (институт), кафедру, дисциплину, фамилии студента и преподавателя, место и год написания. Титульный лист включают в общую нумерацию, но номер на нем не прописывают (см. приложение).

На следующей странице помещают оглавление с точным названием каждого раздела и указанием страниц размещения их в тексте.

Таблицы, схемы, графики, диаграммы и прочий вспомогательный материал выносят в приложения.

Общий объем работы не должен превышать 10-15 страниц для печатного варианта.

Список литературы составляют по правилам библиографического описания. Все использованные литературные источники располагают в алфавитном порядке и пронумеровывают. В тексте реферата ссылки обозначают этими цифрами. Рекомендуется использование литературы, изданной в последние 10 лет. Необходимо подбирать периодические источники (газеты, журналы, сборники статей и т.д.). Поощряется использование зарубежной литературы. Список литературы должен составлять не менее 10 источников.

Примеры оформления различных литературных источников

1. Книги с одним автором

- Каплин, В.Г. Основы экотоксикологии / В.Г. Каплин. – Москва: КолосС, 2007. – 232 с.

- Позняковский, В.М. Гигиенические основы питания, качество и безопасность пищевых продуктов / В.М. Позняковский. – Сиб. унив. изд-во, 2007. – 456 с.

- Куценко, С.А. Основы токсикологии / С.А. Куценко. – Санкт-Петербург: Фолиант, 2004. – 720 с

2. Книги с двумя и более авторами

- Витол, И.С. Безопасность продовольственного сырья и продуктов питания / И.С. Витол, А.В. Коваленок, А.П. Нечаев. – Москва: ДеЛи принт, 2010. – 352 с.

- Ивантер, Э.В. Экологическая токсикология природных популяций птиц и млекопитающих Севера / Э.В. Ивантер, Н.В. Медведев. – Москва: Наука, 2007. – 229 с.

- Филенко, О.Ф. Основы водной токсикологии / О.Ф. Филенко, И. В. Михеева. – Москва: Колос, 2007. – 144 с.

3. Книги под редакцией

- Проблемы сельскохозяйственной экологии / под ред. А.Г. Незавитина. – Новосибирск: Наука. Сиб. изд. фирма РАН, 2000. – 255 с.

- Основы общей промышленной токсикологии / под ред. Н.А. Толоконцева, В.А. Фролова. – Л.: Химия. Ленинград. отд-ние, 1996 – 350с.

- Экология, здоровье и природопользование в России / под ред. В.Ф. Протасова. – М.: Финансы и статистика, 1995. – 528 с.

4. Статьи из периодических изданий

- Зеленин, К.Н. Что такое химическая экотоксикология / К.Н. Зеленин // Соросовский образовательный журнал. – 2000. – № 6 (т. 6).. – С. 32–35.

- Новиков, Ю.В. Проблема диоксинов в окружающей среде / Ю.В. Новиков, Г.Д. Минин, М.М. Сайфутдинов // Токсикологический вестник. – 1994. – № 1. – С.25–27.

- *Довгалоук, А. И.* Оценка фито- и цитотоксической активности соединений тяжелых металлов и алюминия с помощью корневой апикальной меристемы лука / А.И. Довгалоук, Т.Б. Калиняк, Я.Б. Блюм // Цитология и генетика. – 2001. – Т. 35, № 1. – С. 3–9.

5. Статьи из сборников

- *Жаркова, И.М.* Безопасность продовольственного сырья и продуктов питания / И.М. Жаркова, Т.Н. Малютина // Материалы IV Общерос. науч. конф. «Современные проблемы науки и образования», Москва, 17-19 февр. 2009 г. – Москва, 2009. – № 1. – С. 27.

- *Крюкова, М.В.* Биоиндикаторы растительного покрова как показатели устойчивости водных экосистем / М.В. Крюкова // Тез. докл. V Всерос. конф. по вод. растениям «Гидрботаника 2000», Борок, 10-13 окт., 2000 г. – Борок, 2000. – С. 166–167.

- *Балушкина, Е.В.* Критерии и методы оценки антропогенной нагрузки и качества воды / Е.В. Балушкина // Тез. докл. Междунар. науч. конф. «Малые реки: современное экологическое состояние, актуальные проблемы». – Тольятти: ИЭВБ РАН, 2001. – С. 19–20.

6. Автореферат диссертации

- *Егорова, И. Н.* Содержание тяжелых металлов и радионуклидов в сырьевых лекарственных растениях Кемеровской области: автореф. дис... канд. биол. наук / И.Н. Егорова. – Томск, 2010. – 24 с.

- *Булгаков, Н. Г.* Технология регионального контроля природной среды по данным биологического и физико-химического мониторинга: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Н.Г. Булгаков. – М.: МГУ, 2009. – 22 с.

- *Воробейчик, Е. Л.* Экологическое нормирование токсических нагрузок на наземные экосистемы: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Е.Л. Воробейчик. – Екатеринбург, 2003. – 50 с.

7. Электронные ресурсы

- *Иванов, А.А.* Характеристика микробиологических показателей безопасности продовольственного сырья и продуктов питания / А.А.Иванов,

М.А.Малиновская, В.В. Мясникова; под. ред. д-ра мед. наук, проф. М.В. Фокина. – [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: http://www.fcgsen.ru/14/documents/220904_MicroBiological.html.

- Балацкий, Н.Н. Природа Новосибирского края / Н.Н. Балацкий. – [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: // <http://www.balatsky.ru>.

- Корбут, А.В. Продовольственная безопасность населения России: состояние, тенденции, проблемы / А.В. Корбут. – [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://www.budgetrf.ru/Publications/Magazines/VestnikSF/2002/vestniksf182-26/vestniksf182-26010.html>.

Порядок предоставления и аттестация работы

Завершенную и полностью оформленную работу представляют преподавателю для окончательной проверки и предварительной оценки не позднее, чем за три недели до начала экзаменационной сессии. Преподаватель проверяет работу и дает заключение в срок до 7 дней. Контрольные работы, не отвечающие установленным требованиям, возвращаются для доработки с учетом сделанных замечаний.

Контрольные работы, по которым итоговая оценка является неудовлетворительной, студенты дорабатывают и представляют к концу экзаменационной сессии.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Методы экологических исследований: учебник / под ред. Н.Е. Рязановой. – Москва: ИНФРА-М, 2024. – 474 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. – (Высшее образование). – DOI 10.12737/textbook_5c9dbff28444d1.25671097. – ISBN 978-5-16-018515-6. – Текст: электронный. – URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2126610>
2. Современные методы исследования биосистем (изучение флоры и растительности): учебное пособие / составитель Н.В. Пликина. – Омск: ОмГПУ, 2023. – 60 с. – ISBN 978-5-8268-2356-9. – Текст: электронный // Лань: ЭБС. – URL: <https://e.lanbook.com/book/>
3. Оценка экологического состояния окружающей среды городских территорий методами биоиндикации и биотестирования: монография / Ю.А. Мандра, Е.Е. Степаненко, С.В. Окрут [и др.]. – Ставрополь: СтГАУ, 2018. – 175 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/141618>
4. Лузянин, С.Л. Биоиндикация и биотестирование состояния окружающей среды: учебное пособие / С.Л. Лузянин, О.А. Неверова. – Кемерово: КемГУ, 2020. – 135 с. – ISBN 978-5-8353-2659-4. – Текст: электронный // Лань: ЭБС. – URL: <https://e.lanbook.com/book/162581>
5. Лысова, Е.П. Практикум по экологии: учебное пособие / Е.П. Лысова, О.Н. Парамонова. – Ростов-на-Дону: Донской ГТУ, 2021. – 46 с. – ISBN 978-5-7890-1935-1. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/237839>
6. Акатьева, Т.Г. Экологическая токсикология: учебник / Т.Г. Акатьева. – Тюмень: ГАУ Северного Зауралья, 2021. – 390 с. – Текст: электронный // Лань: ЭБС. – URL: <https://e.lanbook.com/book/175133>
7. Безель, В.С. Популяционная экотоксикология / В.С. Безель, В.Н. Большакова, В.Л. Воробейчик. – Москва: Наука, 1994. – 80 с.

8. *Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем: материалы XX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием*, г. Киров, 1 декабря 2022 г. – Киров: Вятский государственный университет, 2022. – 420 с. – ISBN 978-5-98228-258-3.

9. *Бятян, А.Н. Основы общей и экологической токсикологии: учеб. Пособие для студентов вузов / А.Н. Бятян, Г.Т. Фрумин, В.Н. Базылев.* – Санкт-Петербург: СпецЛит, 2009. – 352 с.

10. *Горбовский, А.Д. Проблемы реализации конвенции о запрещении химического оружия. Химические средства несмертельного действия, их преимущества и проблемы использования / А.Д. Горбовский // Химическая и биологическая безопасность.* – 2002. – № 4-5. – С. 3-5.

11. *Давыдова, С.Л. Тяжелые металлы как супертоксиканты XXI века: учеб. пособие / С.Л. Давыдова, В.И. Тагасов.* – Москва: Изд-во РУДН, 2002. – 140 с.: ил.

12. *Зеленин, К.Н. Что такое химическая экотоксикология / К.Н. Зеленин // Соросовский образовательный журнал.* – 2000. – № 6 (Т. 6). – С. 32-35.

13. *Иваненко, Н.В. Экологическая токсикология: Учебное пособие.* – Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2006. – 108 с.

14. *Исидоров, В.А. Введение в химическую экотоксикологию: учеб. пособие / В.А. Исидоров.* – Санкт-Петербург: Химиздат, 1999. – 144 с.: ил.

15. *Кадермас, И.Г. Экологическая токсикология: учебное пособие / И.Г. Кадермас, А.В. Синдирева.* – Омск: Омский ГАУ, 2022. – 80 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/202226>

16. *Каплин, В.Г. Основы экотоксикологии / В.Г. Каплин.* – Москва: КолосС, 2006. – 359 с.

17. *Келина, Н.Ю. Токсикология в таблицах и схемах / Н.Ю. Келина, Н.В. Безручко.* – Ростов н/Д: Феникс, 2006. – 144 с.

18. *Куценко, С. А. Основы токсикологии / С.А. Куценко.* – Санкт-Петербург, 2002. – 395 с. – [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: http://biochem.vsmu.edu.ua/biochem_common_u/toxycology.pdf

19. *Лузянин, С.Л.* Биоиндикация и биотестирование состояния окружающей среды: учебное пособие / С.Л. Лузянин, О.А. Неверова. – Кемерово: КемГУ, 2020. – 135 с. – ISBN 978-5-8353-2659-4. – Текст: электронный // Лань: ЭБС. – URL: <https://e.lanbook.com/book/162581>

20. *Лысова, Е.П.* Практикум по экологии: учебное пособие / Е.П. Лысова, О.Н. Парамонова. – Ростов-на-Дону: Донской ГТУ, 2021. – 46 с. – ISBN 978-5-7890-1935-1. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/237839>

21. *Маловичко, Л.В.* Методы полевых исследований позвоночных животных: учебное пособие / Л.В. Маловичко, Г.И. Блохин. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 248 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература). – Текст: непосредственный.

22. *Никифоренко, Ю.Ю.* Методы экологических исследований: учебное пособие / Ю.Ю. Никифоренко, О.А. Мельник. – Краснодар: КубГАУ, 2022. – 87 с.

23. *Оценка экологического состояния окружающей среды городских территорий методами биоиндикации и биотестирования: монография / Ю.А. Мандра, Е.Е. Степаненко, С.В. Окрут [и др.].* – Ставрополь: СтГАУ, 2018. – 175 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/141618>

24. *Протасов, В.Ф.* Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России: учебное и справочное пособие / В.Ф. Протасов. – Москва: Финансы и статистика, 2001. – 671 с.

25. *Российский химический журнал (Проблемы экотоксикологии).* <http://www.chem.msu.su/rus/jvho/2004-2/welcome.html>

26. *Современные методы исследования биосистем (изучение флоры и растительности): учебное пособие / составитель Н.В. Пликина.* – Омск: ОмГПУ, 2023. – 60 с. – ISBN 978-5-8268-2356-9. – Текст: электронный // Лань: ЭБС. — URL: <https://e.lanbook.com/book/416579>

27. *Тарасов, А.В.* Основы токсикологии: учеб. пособие / А.В. Тарасов, Т.В. Смирнова. – Москва: Маршрут, 2006. – 160 с.

28. *Шуйский, В.Ф.* Биоиндикация качества водной среды, состояния пресноводных экосистем и их антропогенных изменений / В.Ф. Шуйский, Т.В. Максимова, Д.С. Петров // Сб. науч. докл. VII Междунар. конф. «Экология и развитие Северо-Запада России» – Санкт-Петербург, 2-7 авг. 2002 г. – СПб.: Изд-во МАНЭБ, 2002.

29. Экологическое законодательство России.
<http://ecobez.narod.ru/ecolaw.html>

Приложение 1

Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений
(СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»)

№ п/п	Наименование вещества	Величина ПДК		Лимити- рующий показатель вреда	Класс опасности
		макс. разо- вая	средне- суточная		
1	2	3	4	5	6
1.	Барий	0,015	0,004	рез.	2
2.	Бериллий		0,00001	рез.	1
3.	Кадмий		0,0003	рез.	1
4.	Кобальт		0,0004	рез.	2
5.	Медь		0,001	рез.	2
6.	Мышьяк		0,0003	рез.	2
7.	Ртуть		0,0003	рез.	1
8.	Свинец	0,001	0,0003	рез.	1
9.	Бенз(а)пирен		0,1 мкг/м ³	рез.	1
10.	Селен	0,1 мкг/м ³	0,05 мкг/м ³	рез.	1
11.	Никель		0,001	рез.	2
12.	Молибден		0,02	рез.	3
13.	Сурьма		0,02	рез.	3
14.	Вольфрам		0,15	рез.	3
15.	Марганец	0,01	0,001	рез.	2

1. Настоящие Нормативы действуют на всей территории РФ и устанавливают предельно допустимое содержание загрязняющих вредных веществ в атмосферном воздухе населенных мест.

2. Нормативы распространяются на атмосферный воздух городских и сельских поселений.

3. Нормативы используются при проектировании технологических процессов, оборудования и вентиляции, для санитарной охраны атмосферного воздуха, для профилактики неблагоприятного воздействия загрязняющих атмосферный воздух веществ на здоровье населения городских и сельских поселений.

4. Настоящие Нормативы установлены на основании комплексных токсиколого-гигиенических и эпидемиологических исследований с учетом международного опыта.

Классы опасности вредных веществ по типу действия
на низких уровнях воздействия

Класс опасности	Вид действия
I	Вещества, оказывающие избирательное действие в отдаленный период: бластомогены, мутагены, атеросклеротические вещества, вызывающие склероз органов (пневмосклероз, нейросклероз и др.), гонадотропные, эмбриотропные вещества
II	Вещества, вызывающие действие на нервную систему: судорожные и нервно-паралитические, наркотики, вызывающие поражение паренхиматозных органов, наркотики, оказывающие чисто наркотический эффект
III	Вещества, оказывающие действие на кровь: вызывающие угнетение костного мозга, изменяющие гемоглобин, гемолитики
IV	Раздражающие и едкие вещества: раздражающие слизистые оболочки глаз и верхних дыхательных путей, кожу

Приложение 3

Общий характер источников загрязнения и их связь с различными видами антропогенной деятельности
(по Д.С. Орлов и др., 2002)

Вид деятельности	Общий тип загрязнения	Объекты загрязнения	Тип источника	Режим внесения загрязнения
1	2	3	4	5
Добыча полезных ископаемых	Резко преобладает минеральный тип загрязнения в виде стоков (шахтные и рудничные воды, стоки обогатительных процессов) и твердых отходов (шламы, породные отвалы)	Почва, вода	Точечный	Постоянный
Добыча жидких горючих полезных ископаемых	Преобладает органический тип загрязнения в виде стоков (утечка нефти) и выбросов (утечка газообразных углеводородов), в меньшей степени минеральный в виде стоков минерализованных нефтяных вод	Почва, вода, воздух	Точечный	Постоянный и спонтанный (катастрофические разливы)
Производство энергии	Преобладает минеральный тип загрязнения в виде выбросов (газообразные продукты сгорания и зола) и в меньшей степени – твердых отходов (золашлаковые хранилища), стоков (охлаждающие воды)	Воздух, вода, почва	Точечный	Постоянный
Промышленное производство	Равноценно минеральный и органический тип загрязнения, часто смешанный в виде твердых отходов (шлаки, осадки очистных сооружений, пыль, бракованная продукция, остатки сырья после использования полезных компонентов и т. д.), жидких отходов (отработанные растворы особо опасных токсичных веществ), выбросов (паропылегазовые	Воздух, вода, почва	Точечный для каждого объекта; площадной для крупных промышленных зон с дальними выбросами и	Спонтанный или циклический для отдельных предприятий, постоянный для промышленных зон

	централизованные выбросы горючих и токсичных производств, воздушно-пылевые неорганизованные выбросы местной вентиляции производственных помещений), стоков (промывные жидкости, отработанные растворы, условно-чистые воды после очистных сооружений)		стоком в водосток регионального значения	
Коммунальное хозяйство	Равноценно минеральный или органический тип загрязнения в виде стоков (бытовая канализация, обычно принимающая значительную долю промышленных и ливневых вод) и твердых отходов (бытовой и строительный мусор), в меньшей степени – выбросов (открытое и промышленное сжигание мусора)	Воздух, вода, почва	Точечный	Постоянный
Транспорт	Преобладает минеральный тип загрязнения в виде выброса (газообразные продукты сгорания с примесью аэрозольных частиц), в меньшей степени органический в виде стоков (промывочные воды с углеводородами)	Воздух, в меньшей степени почва	Линейный	Циклический
Земледелие	Преобладает минеральный тип загрязнения (удобрения), в меньшей степени органический (ядохимикаты)	Почва, растения	Площадной	Циклический
Животноводство	Преобладает органический тип загрязнения в виде стоков	Вода, почва	Точечный	Постоянный

Образец оформления титульного листа

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Институт экологической и пищевой биотехнологии
Кафедра экологии

Контрольная работа по дисциплине
«Биотестирование и методы полевых исследований»
на тему «_____»

»

Выполнил: студент группы 2304

ФИО

Проверил: доцент кафедры экологии, канд.
биол. наук Тян Е.А.

Новосибирск 20__

Словарь основных терминов

Предельно допустимая концентрация (ПДК) загрязняющего вещества в атмосферном воздухе населенных мест – концентрация, не оказывающая в течение всей жизни прямого или косвенного неблагоприятного действия на настоящее или будущее поколение, не снижающая работоспособности человека, не ухудшающая его самочувствия и санитарно-бытовых условий жизни.

Нормативы установлены в виде максимальных разовых и среднесуточных ПДК с указанием класса опасности и лимитирующего показателя вредности, который положен в основу установления норматива конкретного вещества.

Лимитирующий (определяющий) показатель вредности характеризует направленность биологического действия вещества: *рефлекторное* и *резорбтивное*.

Рефлекторное действие – реакция со стороны рецепторов верхних дыхательных путей: ощущение запаха, раздражение слизистых оболочек, задержка дыхания и т.п. Указанные эффекты возникают при кратковременном воздействии веществ, поэтому рефлекторное действие лежит в основе установления максимальных разовых ПДК (20-30 минут).

Под **резорбтивным действием** понимают возможность развития общетоксических, гонадотоксических, эмбриотоксических, мутагенных, канцерогенных и др. эффектов, возникновение которых зависит не только от концентрации вещества в воздухе, но и от длительности ингаляции. С целью предупреждения развития резорбтивного действия устанавливается среднесуточная ПДК (как максимальная 24-х часовая и/или как средняя за длительный период — год и более).

Классы опасности веществ, для которых установлены только максимальные разовые ПДК, определены с учетом опасности развития рефлекторных (прежде всего ольфакторных) реакций. Классы опасности веществ, для которых одновременно установлены максимально разовая и среднесуточная ПДК, определены с учетом опасности развития тех эффектов, развитие которых при действии конкретного вещества наиболее опасно. Классы опасности веществ, лимитированных резорбтивным действием, определены с учетом опасности развития этих эффектов.

ОБУВ – ориентировочно безопасный уровень воздействия (норматив максимального допустимого содержания загрязняющего вещества в атмосферном воздухе).

А

Абиогенный процесс – процесс, происходящий без участия живых организмов.

Агрохимикаты – удобрения, химические мелиоранты, кормовые добавки, предназначенные для питания растений, регулирования плодородия

почв и подкормки животных. Данное понятие не применяется в отношении торфа, используемого для других целей.

Антропогенная нагрузка – степень прямого или косвенного воздействия человека и его хозяйствования на окружающую природу или на отдельные ее экологические компоненты и элементы.

Антропогенное воздействие на природу – прямое осознанное или косвенное и неосознанное воздействие человека и результатов его деятельности, вызывающее изменение природной среды и естественных ландшафтов.

Антропогенное загрязнение – загрязнение биосферы в результате биологического существования и хозяйственной деятельности людей, в том числе их прямого или косвенного влияния на интенсивность природного загрязнения.

Антропогенный фактор – непосредственное воздействие человека на организмы или воздействие на организмы через изменение человеком их среды обитания. Различают четыре основных антропогенных фактора: изменение структуры земной поверхности; изменение состава биосферы, круговорота и баланса, входящего в нее вещества; изменение энергетического и теплового баланса отдельных участков и регионов; изменения, вносимые в биоту.

Ассимиляционная емкость экосистемы – показатель максимальной динамической вместимости количества токсикантов, которое может быть за единицу времени накоплено, разрушено, трансформировано и выведено за пределы объема экосистемы без нарушения ее нормальной деятельности.

Б

Биоиндикатор – группа особей одного вида или сообщества, по наличию или по состоянию которых, а также по их поведению судят о естественных и антропогенных изменениях в среде, в том числе о присутствии и количествах загрязнений.

Биоиндикация – оценка качества природной среды по состоянию её биоты.

Биоконцентрирование – обогащение организма химическим соединением в результате прямого восприятия из окружающей среды, без учета загрязнения ими продуктов питания.

Биологические системы – совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих живых элементов различной сложности от клеток до экосистем. Обладают свойствами целостности, относительной устойчивости и адаптируемостью к условиям внешней среды.

Биологическое загрязнение – привнесение в экосистему чуждых ей видов организмов. Обычно биологическое загрязнение возникает в результате деятельности человека.

Биологическое усиление (биомагнификация) – концентрирование или накопление (как правило, 10-20-кратное) ряда химических веществ (например, пестицидов, радионуклидов) в трофических цепях.

Биомониторинг – система наблюдений, оценки и прогноза любых изменений в биоте, вызванных антропогенными факторами.

Бионакопление (биоаккумуляция) – суммарный эффект биоконцентрирования и биомагнификации.

Биосфера – область существования живых организмов, охватывающая нижнюю часть атмосферы, всю гидросферу, поверхность суши и верхнюю часть литосферы. Термин «биосфера» охватывает не только среду обитания живых организмов, но и сами эти организмы. Биосфера – активная оболочка Земли, в которой совокупная деятельность живых организмов проявляется как геохимический фактор планетарного масштаба. Она является самой крупной экосистемой Земли.

Биота – исторически сложившаяся совокупность всех живых организмов, обитающих на какой-либо крупной территории. Биота Земли включает все живые организмы, населяющие планету (их численность оценивается величиной 10^{27} особей). Общая биомасса биоты («живое вещество») в сухой массе оценивается величиной $1,8-2,5 \cdot 10^{12}$ т.

Биотестирование – прием исследования, в котором в качестве среды о действующих в сочетании или самостоятельно факторах судят по выживаемости, состоянию и поведению специально помещенных в среду организмов (тест-объектов).

Биотестирование (биологическое тестирование) – оценка качества объектов окружающей среды (чаще всего воды, почвы, кормов, различного рода продукции) по ответным реакциям живых организмов, являющихся тест-объектами.

Биотоп – относительно однородное по абиотическим факторам среды пространство, занятое одним биоценозом.

Буферная емкость экосистемы – количество загрязнений, которое экосистема может переработать без заметных последствий для ее состояния.

Буферная емкость экосистемы – способность экосистемы противостоять загрязнению.

В

Всемирная организация здравоохранения – основанное в 1946 г. учреждение ООН, деятельность которого направлена на борьбу с особо опасными болезнями и разработку международных санитарных правил. Всемирная организация здравоохранения координирует осуществление программ, нацеленных на решение проблем охраны здоровья и максимальное укрепление здоровья всего населения Земли.

Вредное вещество – вещество, которое при контакте с организмом человека в случае нарушений требований безопасности может вызвать производственные травмы, профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами, как в процессе работы, так и в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

Вторичное загрязнение – загрязнение среды, которое возникает в результате биохимических реакций между первичными загрязняющими веществами и природными компонентами и вследствие превращений загрязняющих веществ.

Г

Гигиена труда – раздел медицинской науки, изучающий воздействие трудового процесса и социальной среды на организм работников. Предметом исследования гигиены труда являются санитарно-гигиенические условия труда. Основной задачей гигиены труда является предупреждение воздействия неблагоприятных факторов на здоровье и трудоспособность работников.

Гигиенический критерий качества воды – критерий качества воды, учитывающий токсикологическую, эпидемиологическую и радиоактивную безопасность воды и наличие благоприятных свойств для здоровья, живущего и последующих поколений людей.

Гигиенический норматив – установленное исследованиями допустимое максимальное или минимальное количественное и/или качественное значение показателя, характеризующего тот или иной фактор среды обитания с позиций его безопасности и/или безвредности для человека (закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»).

Гигиенический норматив качества атмосферного воздуха – в РФ – критерий качества атмосферного воздуха, который отражает предельно допустимое максимальное содержание вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе и при котором отсутствует вредное воздействие на здоровье человека.

Гигиеническое нормирование – обоснование и установка безопасных для человека уровней содержания вредных веществ в природных средах: воздухе, воде, почве.

Глобальная экология – комплексная научная дисциплина, изучающая биосферу в целом. Основная ее задача состоит в разработке прогнозов возможных изменений биосферы под влиянием деятельности человека.

Глобальное загрязнение – фоновое биосферное загрязнение; загрязнение окружающей природной среды или ее составляющих, обнаруживаемое вдали от источников загрязнения практически в любой точке планеты.

Глобальные проблемы человечества – проблемы и ситуации, которые охватывают многие страны, атмосферу Земли, Мировой океан и околоземное космическое пространство и затрагивают все население Земли.

Глобальные проблемы человечества не могут быть решены силами одной страны, необходимы совместно выработанные положения об охране окружающей среды, согласованная экономическая политика, помощь отстающим странам и т.п.

Гомеостазис – состояние подвижного динамического равновесия (или постоянного и устойчивого равновесия) природной системы или организма, поддерживаемое сложными приспособительными реакциями, регулярным возобновлением основных структур, а также постоянной саморегуляцией во всех звеньях.

Государственная регистрация пестицидов и агрохимикатов – регистрация пестицидов и агрохимикатов, на основании которой федеральный орган исполнительной власти, осуществляющий организацию регистрацион-

ных испытаний и государственную регистрацию пестицидов и агрохимикатов, дает разрешения на производство, применение, реализацию, транспортировку, хранение, уничтожение, рекламу, ввоз в Российскую Федерацию и вывоз из Российской Федерации пестицидов и агрохимикатов.

Государственный мониторинг окружающей среды (государственный экологический мониторинг) – мониторинг окружающей среды, осуществляемый органами государственной власти РФ и органами государственной власти субъектов РФ в соответствии с их компетенцией (абзац дополнен с 1 января 2006 г. ФЗ от 22 августа 2004 г. № 122-ФЗ).

Д

Действующее вещество пестицида – биологически активная часть пестицида, использование которой в виде различных препаративных форм приводит к воздействию на тот или иной вид вредного организма или на рост и развитие растений.

Демографическая проблема – глобальная проблема человечества, связанная с продолжающимся значительным приростом населения Земли, опережающим рост экономического благосостояния, в результате чего обостряются продовольственная и другие проблемы, угрожающие жизни населения в этих странах.

Допустимая суточная доза (ДСД) – суточная доза какого-либо химического вещества, которая не дает ощутимо вредных явлений по всем возможным критериям за все время жизни животного или человека. Она выражается в миллиграммах химического вещества на 1 кг массы тела.

Допустимое суточное потребление – количество вещества, которое можно применять в пищу, ежедневно в течение всей жизни без риска для здоровья.

Е

Естественное загрязнение – загрязнение среды, источником которого являются природные процессы и явления, напрямую не обусловленные деятельностью человека: извержения вулканов, пыльные бури, наводнения, стихийные пожары и т.п.

З

Загрязнение – привнесение в природную среду или возникновение новых, обычно не характерных для нее физических, химических или биологических веществ и агентов, оказывающих вредное воздействие на человека, флору и фауну и на материалы.

Загрязнение атмосферы – привнесение в воздух или образование в нем физических агентов, химических веществ или организмов, неблагоприятно воздействующих на среду жизни и наносящих урон материальным ценностям.

Загрязнение воды – привнесение в воду или образование в ней физических, химических или биологических агентов, неблагоприятно воздействующих на среду жизни или наносящих урон материальным ценностям.

Загрязнение окружающей среды – поступление в окружающую среду вещества и (или) энергии, свойства, местоположение или количество которых оказывают негативное воздействие на окружающую среду.

Загрязнение почвы – накопление на участках Земли промышленных и хозяйственно–бытовых отходов и отходов, приводящее к потере плодородия почвы.

Загрязнитель – природный и антропогенный физический агент, химическое вещество и биологический вид, попадающий в среду жизни или возникающий в ней в количествах, выходящих за рамки обычного своего наличия – предельных естественных колебаний или среднего фона в рассматриваемый период.

Загрязняющее вещество – вещество или смесь веществ, количество и (или) концентрация которых превышают установленные для химических веществ, в том числе радиоактивных, иных веществ и микроорганизмов нормативы и оказывают негативное воздействие на окружающую среду.

Защита природной среды от загрязнения – система мероприятий, направленных на устранение отрицательного влияния человека на природную среду.

Зона острого действия – отношение средней смертельной концентрации вредного вещества к минимальной (пороговой) концентрации, вызывающей изменений биологических показателей на уровне целостного организма, выходящих за пределы приспособительных физиологических реакций.

Зона хронического действия – отношение минимальной (пороговой) концентрации, вызывающей изменение биологических показателей на уровне целостного организма, выходящих за пределы приспособительных физиологических реакций, к минимальной (пороговой) концентрации, вызывающей вредное действие в хроническом эксперименте по 4 ч 5 раз в неделю на протяжении не менее четырех месяцев.

И

Индикация загрязнения – качественный анализ отдельных компонентов природной среды (почв, вод, атмосферы) на предмет установления источника загрязнения, площади/объема распространения и качественного состава загрязнителей.

К

Контроль в области охраны окружающей среды (экологический контроль) – система мер, направленная на предотвращение, выявление и пресечение нарушения законодательства в области охраны окружающей среды, обеспечение соблюдения субъектами хозяйственной и иной деятельности требований, в том числе нормативов и нормативных документов, в области охраны окружающей среды.

Коэффициент возможности ингаляционного отравления – отношение максимально достижимой концентрации вредного вещества в воздухе при 20 °С к средней смертельной концентрации вещества для мышей.

Ксенобиотики – чужеродные для организмов химические вещества, естественно не входящие в биотический круговорот и прямо или косвенно

порожденные хозяйственной деятельностью человека. Попадая в среду жизни, ксенобиотики могут: вызвать аллергические реакции или гибель организмов; изменить наследственность; снизить иммунитет; исказить обмен веществ; нарушить естественный ход природных процессов в экосистемах, вплоть до уровня биосферы в целом.

Ксенобиотический профиль среды (биогеоценоза) – совокупность чужеродных веществ, содержащихся в окружающей среде (воде, почве, воздухе и живых организмах) в форме (агрегатном состоянии), позволяющей им вступать в химические и физико-химические взаимодействия с биологическими объектами экосистемы

Л

Лимитирующий признак вредности – признак вредности загрязняющих воздух, воду и почву веществ, определяющий преимущественный характер неблагоприятного воздействия и характеризующийся наименьшей безвредной концентрацией вещества в среде.

Лимиты на выбросы и сбросы загрязняющих веществ и микроорганизмов – ограничения выбросов и сбросов загрязняющих веществ и микроорганизмов в окружающую среду, установленные на период проведения мероприятий по охране окружающей среды, в том числе внедрения наилучших существующих технологий, в целях достижения нормативов в области охраны окружающей среды.

М

Мониторинг окружающей среды (экологический мониторинг) – комплексная система наблюдений за состоянием окружающей среды, оценки и прогноза изменений состояния окружающей среды под воздействием природных и антропогенных факторов.

Н

Нормативы в области охраны окружающей среды – установленные нормативы качества окружающей среды и нормативы допустимого воздействия на нее, при соблюдении которых обеспечивается устойчивое функционирование естественных экологических систем и сохраняется биологическое разнообразие.

Нормативы допустимого воздействия на окружающую среду – нормативы, которые установлены в соответствии с показателями воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду и при которых соблюдаются нормативы качества окружающей среды.

Нормативы допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду – нормативы, которые установлены в соответствии с величиной допустимого совокупного воздействия всех источников на окружающую среду и (или) отдельные компоненты природной среды в пределах конкретных территорий и (или) акваторий и при соблюдении которых обеспечивается устойчивое функционирование естественных экологических систем и сохраняется биологическое разнообразие.

Нормативы допустимых выбросов и сбросов химических веществ, в том числе радиоактивных, иных веществ и микроорганизмов – нормативы

вы, которые установлены для субъектов хозяйственной и иной деятельности в соответствии с показателями массы химических веществ, в том числе радиоактивных, иных веществ и микроорганизмов, допустимых для поступления в окружающую среду от стационарных, передвижных и иных источников в установленном режиме и с учетом технологических нормативов, и при соблюдении которых обеспечиваются нормативы качества окружающей среды.

Нормативы допустимых физических воздействий – нормативы, которые установлены в соответствии с уровнями допустимого воздействия физических факторов на окружающую среду и при соблюдении которых обеспечиваются нормативы качества окружающей среды.

Нормативы качества окружающей среды – нормативы, которые установлены в соответствии с физическими, химическими, биологическими и иными показателями для оценки состояния окружающей среды и при соблюдении которых обеспечивается благоприятная окружающая среда.

Нормативы предельно допустимых концентраций химических веществ, в том числе радиоактивных, иных веществ и микроорганизмов – нормативы, которые установлены в соответствии с показателями предельно допустимого содержания химических веществ, в том числе радиоактивных, иных веществ и микроорганизмов в окружающей среде и несоблюдение которых может привести к загрязнению окружающей среды, деградации естественных экологических систем.

Нормирование санитарно-гигиеническое – система оценки и контроля допустимых уровней воздействия загрязняющих веществ на человека с целью непосредственной его защиты от вредного влияния этих веществ. Обеспечивается нормативами санитарно-гигиенических ПДК загрязняющих веществ с учетом возможного синергизма их действия.

О

Окружающая (человека) среда (среда обитания) – часть природной среды, от которой непосредственно зависят условия существования человека и на которую он воздействует прямо или опосредованно.

Организм-индикатор – организм с узкими пределами экологической приспособленности (стенобионт), своим поведением, изменением физиологических реакций или самой возможностью существования указывающий на изменения в среде или на ее определенные естественные или антропогенные характеристики.

Организм-индикатор загрязнения – вид, подавленное состояние, исчезновение или усиленное размножение которого сигнализирует о загрязненности среды, а в ряде случаев свидетельствует о степени загрязнения и составе загрязнителей, их кумулятивном действии.

Ориентировочно безопасный уровень воздействия, загрязняющего атмосферу вещества (ОБУВ) – временный гигиенический норматив для загрязняющего атмосферу вещества, устанавливаемый расчетным методом для целей проектирования промышленных объектов (ГОСТ 59059-2020. Охрана окружающей среды. Контроль загрязнений атмосферного воздуха. Термины и определения).

Оценка воздействия на окружающую среду – вид деятельности по выявлению, анализу и учету прямых, косвенных и иных последствий воздействия на окружающую среду планируемой хозяйственной и иной деятельности в целях принятия решения о возможности или невозможности ее осуществления.

П

Пестициды – химические или биологические препараты, используемые для борьбы с вредителями и болезнями растений, сорными растениями, вредителями хранящейся сельскохозяйственной продукции, бытовыми вредителями и внешними паразитами животных, а также для регулирования роста растений, предуборочного удаления листьев (дефолианты), предуборочного подсушивания растений (десиканты).

Поллютант – загрязняющее вещество.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) – установленные законом предельно допустимые с точки зрения здоровья человека количества вредных (чужеродных) веществ в атмосфере, воде, продуктах питания с точки зрения безопасности их для здоровья человека.

Предельно допустимые концентрации (ПДК) – это такие концентрации, которые при ежедневном воздействии в течение сколь угодно длительного времени не могут вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований, в жизни настоящего и последующих поколений.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) загрязняющего вещества в атмосферном воздухе населенных мест – концентрация, не оказывающая в течение всей жизни прямого или косвенного неблагоприятного действия на настоящее или будущие поколения, не снижающая работоспособности человека, не ухудшающая его самочувствия и санитарно-бытовых условий жизни.

Природное загрязнение – загрязнение, возникающее в результате естественных причин. Обычно природные загрязнения вызываются извержениями вулкана, селевыми потоками и другими катастрофическими причинами. Иногда природные загрязнения происходят в результате отдаленных косвенных воздействий людей на природу.

Р

Регламент применения пестицидов и агрохимикатов – обязательные требования к условиям и порядку применения пестицидов и агрохимикатов.

Под **резорбтивным действием** понимают возможность развития общетоксических, гонадотоксических, эмбриотоксических, мутагенных, канцерогенных и др. эффектов, возникновение которых зависит не только от концентрации вещества в воздухе, но и от длительности ингаляции. С целью предупреждения развития резорбтивного действия устанавливается средне-суточная ПДК (как максимальная 24-х часовая и/или как средняя за длительный период – год и более).

Рефлекторное действие – реакция со стороны рецепторов верхних дыхательных путей: ощущение запаха, раздражение слизистых оболочек, за-

держка дыхания и т.п. Указанные эффекты возникают при кратковременном воздействии веществ, поэтому рефлекторное действие лежит в основе установления максимальных разовых ПДК (20-30 минут).

С

Санитария – применение на практике мероприятий, разработанных гигиеной и направленных на улучшение здоровья населения, оздоровление окружающей среды и продление жизни человека. В РФ санитарный контроль осуществляют санитарно-эпидемиологические станции.

Санитарные правила – в РФ – нормативные акты, устанавливающие критерии безопасности и/или безвредности для человека факторов среды его обитания и требования к обеспечению благоприятных условий его жизнедеятельности.

Сельскохозяйственное загрязнение природной среды – загрязнение биосферы в результате сельскохозяйственной деятельности человека: загрязнение почвы, воздуха, воды, леса пестицидами, удобрениями, отходами животноводства и т.п.

Социально-гигиенический мониторинг – в РФ – государственная система наблюдений за состоянием здоровья населения и среды обитания, их анализа, оценки и прогноза, а также определения причинно-следственных связей между состоянием здоровья населения и воздействием факторов среды обитания.

Средняя смертельная доза при введении в желудок – доза вещества, вызывающая гибель 50% животных при однократном введении в желудок.

Средняя смертельная концентрация в воздухе – концентрация вещества, вызывающая гибель 50% животных при двух-четырёхчасовом ингаляционном воздействии.

Средняя смертельная доза при нанесении на кожу – доза вещества, вызывающая гибель 50% животных при однократном нанесении на кожу.

Стенобионты – организмы, способные существовать лишь в строго определенных условиях окружающей среды и не переносящие их изменений.

Сукцессия – последовательная смена биоценозов, преемственно возникающих в пределах одного биотопа под влиянием процессов внутреннего развития сообществ, их взаимодействия со средой.

Т

Тест экспозиции (биологическая ПДК) – уровень вредного вещества (или продуктов его превращения) в организме работающего (кровь, моча, выдыхаемый воздух и др.) или уровень биологического ответа (содержание метгемоглобина, активность холинэстеразы и др.) наиболее поражаемой системы организма, при котором непосредственно в процессе воздействия или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений не возникает заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, определяемых современными методами исследования.

Технологический норматив – норматив допустимых выбросов и сбросов веществ и микроорганизмов, который устанавливается для стационарных, передвижных и иных источников, технологических процессов, оборудо-

вания и отражает допустимую массу выбросов и сбросов веществ и микроорганизмов в окружающую среду в расчете на единицу выпускаемой продукции.

Токсикодинамика – раздел токсикологии, в рамках которого изучается и рассматривается механизм токсического действия, закономерности развития и проявления различных форм токсического процесса.

Токсикокинетика – раздел токсикологии, в рамках которого изучаются закономерности резорбции ксенобиотиков в организме, их распределение, биотрансформация и элиминация.

Токсичность – свойство химических соединений оказывать вредное или летальное действие на организмы. Токсичность характеризуется токсической дозой.

Трансформация веществ – превращение химических соединений в экосистемах. **Абиотическая трансформация** – превращение химических соединений (деградация) под действием факторов окружающей среды (фотолиз, гидролиз, окисление), происходит с малой скоростью. **Биотическая трансформация** – деградация ксенобиотиков при участии биоты, особенно микроорганизмов, использующих при их трансформации собственные энзимы, скорость таких превращений намного больше (окисление, гидролиз, дегалогенирование, расщепление циклических структур молекулы, отщепление алкильных радикалов (деалкилирование) и т.д.).

Ф

Фоновое содержание (загрязнение) – содержание химических веществ в почвах территорий, не подвергающихся техногенному воздействию или испытывающих его в минимальной степени (МУ 2.1.7.730-99).

Ч

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – обстановка на определенной территории или акватории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей. Различают чрезвычайные ситуации по характеру источника (природные, техногенные, биолого-социальные и военные) и по масштабам (локальные, местные, территориальные, региональные, федеральные и трансграничные) (ГОСТ Р 22.0.02-2016. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения).

Чувствительность биоиндикатора – степень реакции биоиндикатора на оказываемое на него воздействие со стороны какого-то вещества, физического или биологического фактора либо со стороны окружающей его среды в целом.

Э

Эвритоп – организм, способный существовать в самых разнообразных условиях среды.

Экологическая безопасность – состояние защищенности природной среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного

воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, их последствий.

Экологическая устойчивость – способность экосистем сохранять свою структуру и функциональные особенности при воздействии внешних факторов.

Экологическая экспертиза – установление соответствия намечаемой хозяйственной и иной деятельности экологическим требованиям и определение допустимости реализации объекта экологической экспертизы в целях предупреждения возможных неблагоприятных воздействий этой деятельности на окружающую природную среду и связанных с ними социальных, экономических и иных последствий реализации объекта экологической экспертизы (закон «Об экологической экспертизе»).

Экологически чистый продукт – продукт, который, по заверениям его производителей, не нанесет ущерба окружающей среде.

Экологический норматив – величина антропогенной нагрузки, рассчитанная на основании экологических регламентов и получившая правовой статус.

Экологический организм-индикатор – стенобионт, приспособленный к жизни в определенной экосистеме и погибающий в других условиях, что дает возможность отличать одно комплексное природное образование от другого.

Экологический риск – вероятность и масштаб неблагоприятных для экологических ресурсов последствий любых антропогенных изменений природных объектов.

Экологический риск – вероятность наступления события, имеющего неблагоприятные последствия для природной среды и вызванного негативным воздействием хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера.

Экологическое нормирование – нормирование антропогенного воздействия на экосистему в пределах ее экологической емкости, не приводящего к нарушению механизмов саморегуляции. Основными критериями экологического нормирования являются: сохранение биотического баланса, стабильности и разнообразия экосистемы.

Экосистема – единый природный комплекс, образованный живыми организмами и средой их обитания, в котором живые или косные компоненты связаны обменом веществ, энергии и информации.

Экотоксикант – устойчивое (персистентное) в условиях окружающей среды токсичное вещество, способное накапливаться в тканях живых организмов (в исходном или измененном в результате метаболизма виде) и передаваться от низших звеньев пищевой цепи к высшим. К типичным экотоксикантам относятся хлорорганические пестициды, полихлорированные бифенилы, дибензо-п-диоксины, диметилртуть.

Экологическая токсикология – междисциплинарное научное направление, связанное с токсическими эффектами химических веществ на живые организмы и биоценозы, входящие в состав экосистем. Она изучает источни-

ки поступления вредных веществ в окружающую среду, их распространение и превращения в окружающей среде, действие на живые организмы. Человек, несомненно, является наивысшей ступенью в ряду биологических мишеней (конференция СКОПЕ, 1978 г.).

Экотоп – место обитания сообщества живых организмов.

Оглавление

БИОТЕСТИРОВАНИЕ И МЕТОДЫ ПОЛЕВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ	6
ЗАНЯТИЕ 1. Биологический и экологический мониторинг. Классификация индикаторных признаков. Биоиндикация и биотестирование	6
ЗАНЯТИЕ 2. Основные понятия биоиндикации. Формы, уровни и виды биоиндикации. Индикаторы. Экологические основы биоиндикации. Критерии выбора индикаторов	8
ЗАНЯТИЕ 3. Основные понятия биотестирования. Принципы и возможности биотестирования. Биологические тест-системы и тест-организмы. Устойчивость организмов при биотестировании	11
ЗАНЯТИЕ 4. Биоиндикация экологического состояния окружающей среды. Виды загрязнений воздуха, почвы и водных экосистем	13
ЗАНЯТИЕ 5. Полевые и лабораторные методы исследования природных экосистем	21
ЗАНЯТИЕ 6. Биоиндикация состояния почв. Экологические исследования фитоценозов	25
ЗАНЯТИЕ 7. Эколого-фаунистические исследования	31
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ	35
СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ	35
КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА	43
Общие положения	43
Примеры оформления различных литературных источников	47
Порядок предоставления и аттестация работы	50
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА	51
Приложения	55

Тян Елена Александровна,
Котомина Гульнара Ахметовна

БИОТЕСТИРОВАНИЕ И МЕТОДЫ ПОЛЕВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Методические указания для практических занятий
и по выполнению самостоятельной и контрольной работы

Печатается в авторской редакции
Оператор электронной верстки Е.А. Тян

Подписано в печать 2024 г.
Формат 60×84 1/16. Объем ____ уч.-изд. л., 4,6 усл. печ. л.
Тираж ____ экз. Изд. № ____ . Заказ № ____ .

Отпечатано в Издательском центре «Золотой колос»
630039, РФ, г. Новосибирск, ул. Добролюбова, 160, офис 106
Тел. факс (383) 267-09-10. E-mail: 2134539@mail.ru