

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И
РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга
(РЭТЭМ)

Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Научно-
исследовательская работа студентов»

для студентов специальности : 020801–Экология кафедра:

«Радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга» (РЭТЭМ)

Разработчик:

Профессор каф. РЭТЭМ

Карташев А.Г.

2012

Карташев А.Г. Методические указания по лабораторным работам для студентов специальности 020801 «Экология» (УМК по Научно-исследовательской работе студентов). 2012, 29 с.

В методических указаниях по лабораторным работам описаны методики исследований, используемые при экологическом состоянии среды. Рассмотрены способы количественного анализа при действии антропогенных факторов на экосистемы. Разработаны методические указания, позволяющие грамотно проводить оценку экологической ситуации в зависимости от типа поставленных задач. Представлены теоретические закономерности, позволяющие интерпретировать результаты экологических исследований. Методические указания сопровождаются списком необходимых для выполнения работ литературных источников.

Работа 1. Правила оформления отчетов по лабораторным работам. Методы обработки экспериментальных результатов (12 час., самостоятельная работа 18 час)

Независимо от характера планируемых публикаций: отчёт, научная статья, монография, дипломная работа, диссертация существует общая схема изложения полученных результатов. В публикации содержится: введение, анализ литературных источников, объекты и методы исследований, результаты исследований, анализ результатов исследований, заключение, выводы, практические рекомендации и список цитируемой литературы.

Во введении излагаются: цели и задачи исследований, актуальность, научная новизна и практическая ценность проводимых исследований.

Анализ литературных данных включает современные научные результаты, представления по конкретной тематике и обосновывает цели и задачи проводимых изысканий.

В главе объекты и методы исследований излагаются: объекты, тест-показатели, схема проведения, конкретные методики и используемые методы статистического и математического анализа полученных результатов.

Результаты исследований представляются в виде таблиц или графиков, проводится их подробное описание, пояснения и сравнительный анализ.

Анализ и обсуждение полученных результатов включает: сравнительный анализ полученных результатов между различными сериями опытов или наблюдений, научными публикациями, обсуждение и сравнение с гипотезой или научными теориями.

В заключении формулируется научная новизна полученных результатов и теоретических построений.

Выводы содержат краткое изложение проведённых исследований. Практические рекомендации включают использование полученных научных результатов в прикладных областях знаний.

Список цитируемой научной литературы должен соответствовать современным представлениям разрабатываемой тематики.

Работа 2. Геоботанический анализ биоценоза. (16 час, самостоятельная работа 18 час.) Методика геоботанического описания. Размер площади для выявления видового состава: 1. Моховые и лишайниковые фитоценозы – от 1 м². 2. Травяные сообщества – 100 м². 3. Лесные сообщества – 1000 м² и более.

Схема описания

1. Название ассоциации. Дается по доминантам в основных ярусах сообщества. Примеры: сосняк чернично-зеленомошный; злаково-разнотравный луг.

2. Географическое положение.

3. Рельеф (макро-, мезо-, микро-).

4. Почва.

5. Описание ярусов.

Древесный ярус

Сомкнутость крон. Оценивается, какую часть неба закрывают деревья верхнего яруса (варьирует от нуля до единицы).

Формула состава древостоя. Рассчитывается как соотношение пород по 10-балльной системе. Пример: в лесу 70% деревьев приходится на березу, 20% - на сосну и 10% на ель. Формула: 7Б+2С+1Е.

Также указывается высота и диаметр дерева, возраст дерева, бонитет (отражает степень благоприятности условий – 5 классов), развитие подроста, проективное покрытие (площадь проекции кроны на почву в процентах от общей площади).

Работа 3. Фаунистическая оценка экологического состояния биоценоза (16 час, самостоятельная работа 18 час.).

В природе растительный покров состоит из многих видов растений, которые формируют сообщества или фитоценозы. Изучением фитоценозов занимается наука геоботаника.

Определение геоботаники (фитоценологии). Наука о растительных сообществах, или фитоценозах, их структуре, связях с внешней средой, развитии в пространстве и во времени.

Определение фитоценоза. Растительное сообщество, или фитоценоз — «совокупность растений, произрастающих совместно на однородной

территории...» (Сукачев, 1972). Структура биогеоценоза: Видовой (флористический состав)

1. Список видов растений и видовое богатство (общее количество видов в сообществе).

2. Видовая насыщенность (количество видов на единицу площади).

Популяционный состав: семена; проростки; вегетативные; генеративные, старческие (сенильные) растения.

Положение вида в фитоценозе устойчиво, если в популяции представлены все возрастные группы особей в достаточном количестве. Преобладание старых растений свидетельствует о деградации популяции.

Состав жизненных форм. Жизненная форма – внешний вид (габитус) растения, сложившийся в данных почвенно-климатических условиях.

Жизненные формы растений:

Деревья – многолетники со стволом

Кустарники – древесные многолетники без ярко выраженного ствола

Кустарнички – сходны с кустарниками, но не выше 50 см (брусника, багульник)

Многолетние травы – клевер, люцерна.

Двухлетние травы – борщевик, дикая морковь

Однолетние травы – мятлик, овес, ячмень.

Роль отдельных видов растений в фитоценозе.

Эдификаторы – виды, определяющие экологический режим существования других растений. Эдификаторы характеризуются сильным средообразующим действием, изменяя режим увлажнения, освещенность. В лесных сообществах эдификаторы – это деревья верхнего яруса, а в сообществах верховых болот — сфагновые мхи.

Доминирование. Преобладающие виды называют доминантами. Они производят основную часть биомассы. Обычно доминанты выделяют для каждого яруса.

Вертикальная или ярусная структура. Наиболее выражена в лесных фитоценозах и включает древесный (древостой); кустарниковый (подлесок); травяно-кустарничковый; мохово-лишайниковый ярусы. Различают ярусность надземную и подземную.

Консорция. Это растение и связанные с ним трофически и/или топически другие организмы. Пример: в консорцию березы входит более 800 видов грибов, насекомых, клещей, птиц, млекопитающих, эпифитных мхов и лишайников.

Работа 4. Использование беспозвоночных при оценке нефтезагрязнений экосистем (16 час., самостоятельная работа 18 час.).

На долю беспозвоночных приходится большая часть видов животных. Всего насчитывается 24 типа животных, из которых 23 типа относятся к беспозвоночным и только 1 тип – к позвоночным животным. Описано около 1.5 миллионов видов беспозвоночных и 45 тысяч видов позвоночных. В экосистемах, загрязнённых нефтью, целесообразно проводить мониторинг беспозвоночных животных с целью оценки экологического состояния биотопов.

Жизненные формы наземных беспозвоночных

Геобионты – обитатели почвы

Эпигеобионты – обитатели открытых участков почв

Герпетобионты – обитатели растительных и иных органических остатков на поверхности почвы

Хортобионты – обитатели травяного покрова

Дендробионты – обитатели деревьев и кустарников.

Ксилобионты – обитатели мертвой древесины.

Оборудование для сбора беспозвоночных

Энтомологический сачок. Глубина стандартного мешка – 60 см, диаметр – 30 см; для отлова бабочек – диаметр до 50 см; для отлова в укрытиях диаметр 10–15 см; материал: марля, тюль, бязь.

Энтомологическое сито. Служит для просеивания опавшей листвы, хвои и т. п., где можно подозревать присутствие насекомых.

Фотоэлектор. Состоит из узкогорлого мешка, сшитого из плотной, не пропускающей света ткани, и маленькой стеклянной или пластиковой пробирки, которая прикреплена к мешку резинкой. Оказавшись в темном мешке, насекомые начинают постеп Пинцет. Применяется при сборе материала и извлечении его из банок. Некоторые объекты можно собирать исключительно с помощью пинцета. Также для отлова беспозвоночных используется

Поролоновый кубик. Поролоновый кубик размерами 40x40x40 мм служит для мягкого захвата беспозвоночных перемещающихся по ровным поверхностям (почва, ствол дерева и т.п.).

Экспаустер или аспиратор. Представляет собой пробирку с пробкой. В пробку вставляют две трубочки, на свободный конец каждой из них натягивают резиновую трубку, одна из которых с мундштуком на конце. Мундштук берут в рот, отверстие свободной трубки приближают к насекомому и через резиновую трубку резко втягивают воздух. Насекомое потоком воздуха втягивается и переносится в пробирку или банку экспаустера.

Гидробиологический сачок. Изготавливается из мельничного газ или капроновой сетки.

Морилка. Камера с парами эфира, хлороформа или этилацетата. Служит для усыпления животных.

Лупа. Достаточно иметь 7- или 10-кратную лупу. Лучше пользоваться складной лупой, в рукоятке которой есть отверстие для пропускания веревочки.

Ботанизирка. Служит для переноса живых насекомых, которые в дальнейшем могут быть использованы в лаборатории для постановки опыта.

Энтомологический зонт. Предназначен для сбора стряхиваемых насекомых с кустов и деревьев.

енно переползает в пробирку, стремясь к свету.

Методы сбора насекомых

Кошение. За одно кошение делают 15–20 взмахов сачком. Косят только по сухой траве. Необходимо косить против солнца.

Также используется лов насекомых на лету и лов с цветов.

Сбор водных беспозвоночных. Наиболее эффективно так называемое «подводное кошение», когда сачком проводят по растениям, погруженным в воду.

Стряхивание насекомых. Под деревом или кустом расстилают белое полотнище или энтомологический зонт. Лучше всего производить стряхивание рано утром или вечером, когда насекомые менее подвижны и не успевают улететь.

Ловчие ямы. Используются емкости из стекла или пластмассы, которые вкапываются вровень с почвой.

Светоловушки. Используются для сбора насекомых, ведущих сумеречный или ночной образ жизни. Наиболее простой способ – установка источника света перед белой стеной или экраном. Ударившись о лампу, насекомые падают на матерью. При другом способе под лампу устанавливают банку, в которую вмонтирована металлическая воронка. В банку следует залить фиксатор. Насекомые падают в воронку, скользят вниз по её стенкам и оказываются в банке.

Работа 5. Оценка экологического состояния среды обитания с использованием ловчих сетей пауков-кругопрядов.

Основной экологической функцией ловчих сетей пауков является поимка и удержание добычи. Самым совершенным типом тенет считаются колесовидные сети пауков-кругопрядов (семейства *Araneidae*, *Tetragnathidae* и *Uloboridae*), их круговые сети охватывают максимально возможную площадь при ограниченном количестве строительного материала (Карташев, Карташева, 2009). В связи с преимущественно горизонтальным направлением полёта насекомых вертикальные сети лучше подходят для перехвата летающих насекомых и имеют дополнительное преимущество над горизонтальными сетями.

Функцию остановки добычи выполняют специализированные большие нити, называемые радиусами. Удерживают пойманное насекомое прочные нити, состоящие из эластичного липкого шелка. В круговых сетях выделяют

два рода нитей, расположенных перпендикулярно друг относительно друга: радиусы и ловчие нити. Расстояние между ловчими нитями видоспецифично и зависит от размеров, степени сытости паука и разнообразия спектра добычи. Построенная ловчая сеть не претерпевает каких-либо дополнительных изменений до момента ее уничтожения или частичного восстановления, поэтому пищевой успех деятельности паука зависит от поведенческих решений, принятых им при строительстве сети. Известно много факторов, влияющих на геометрию круговой сети, таких как климатические условия, репродуктивное состояние животного, размеры тела, насыщенность пищей, внешние факторы пестициды, наркотики, процент попадания добычи и запасы шелкового волокна. Для большинства внешних факторов не выявлен механизм оценки пауком состояния окружающей среды и формирования поведенческого ответа, в результате которого изменяется строительное поведение как адаптивная реакция на происходящие перемены. В противоположность традиционному мнению об особенностях изменения рисунка круговых сетей между видами, наблюдения показывают, что рисунок круговых сетей значительно изменяется также внутри вида и даже индивидуально (Sandoval, 1994). Пауки могут в результате накопленного опыта и сигналов из окружающей среды регулировать и изменять размеры и форму ловчих сетей.

Значительное влияние на форму, размеры и рисунок сети оказывают насекомые, которые служат основным источником пищи пауков. Вид и размеры добычи изменяют рисунок сети. Пауки отвечают на колебания размеров добычи уменьшением, увеличением паутинового полотна или изменением расстояния между ловчими нитями. Вероятно, пауки обладают поведенческим алгоритмом регулирования рисунка своих сетей в ответ на изменение потребности в добыче. Потенциально сеть соответствует условиям, по которым паук классифицирует виды добычи. Пауки получают информацию о размерах пищевых объектов на территории расположения их ловчей сети, что позволяет регулировать высоту петель и размеры сети в соответствии с размерами пойманной добычи.

Количественный анализ структуры ловчих сетей различных видов пауков-кругопрядов при хроническом действии факторов позволяет проследить адаптации в их строительном поведении. Видовым признаком пауков-кругопрядов является структура их ловчих сетей. Детальное количественное измерение ловчих сетей позволяет точно описать их и провести сравнительный статистический анализ. Количественные промеры ловчих сетей проводятся половозрелых самок по методике эталонных сетей (рис. 1). В ловчих сетях пауков измеряются основные структурообразующие компоненты: длины радиусов, размеры центральной, свободной, ловчей зон, расстояния между ловчими нитями, подсчитывается количество радиусов и ловчих нитей. В отличие от общепринятой методики, дополнительно для определения асимметрии ловчих сетей проводится разбиение ловчих сетей на вертикальные, горизонтальные, левые, правые части. По выделенным частям подсчитывается: число витков в центральной зоне; число ловчих нитей;

число радиусов; размеры центральной зоны; размеры свободной зоны; размеры ловчей зоны,

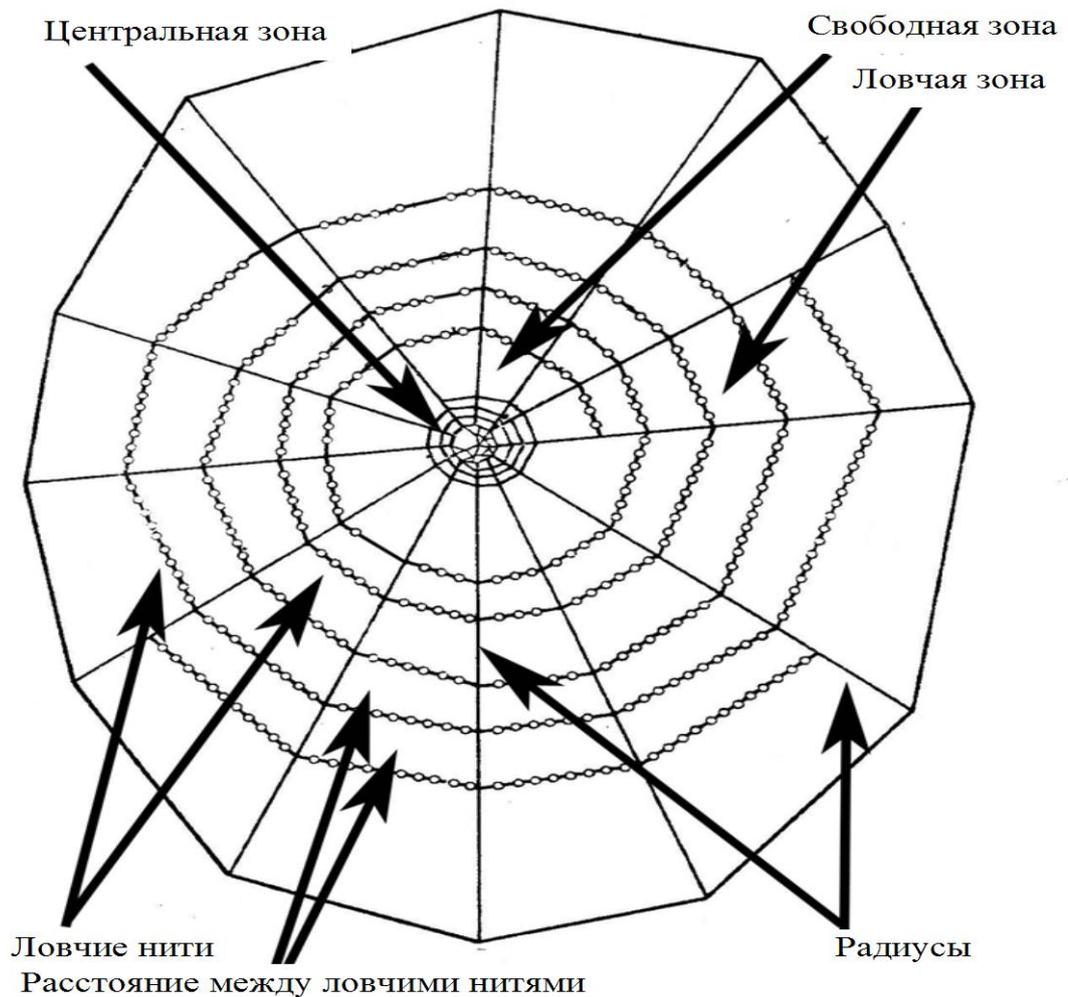


Рис. 1. Эталонная ловчая сеть

В зависимости от экологических условий изменяется поведение пауков при строительстве ловчих сетей. Негативные воздействия приводят к нарушениям строительных поведенческих алгоритмов пауков, которые выражаются в появлении нарушений-аномалий (Рис. 2,3). Количество и характер нарушений существенно зависят от степени экологических воздействий.

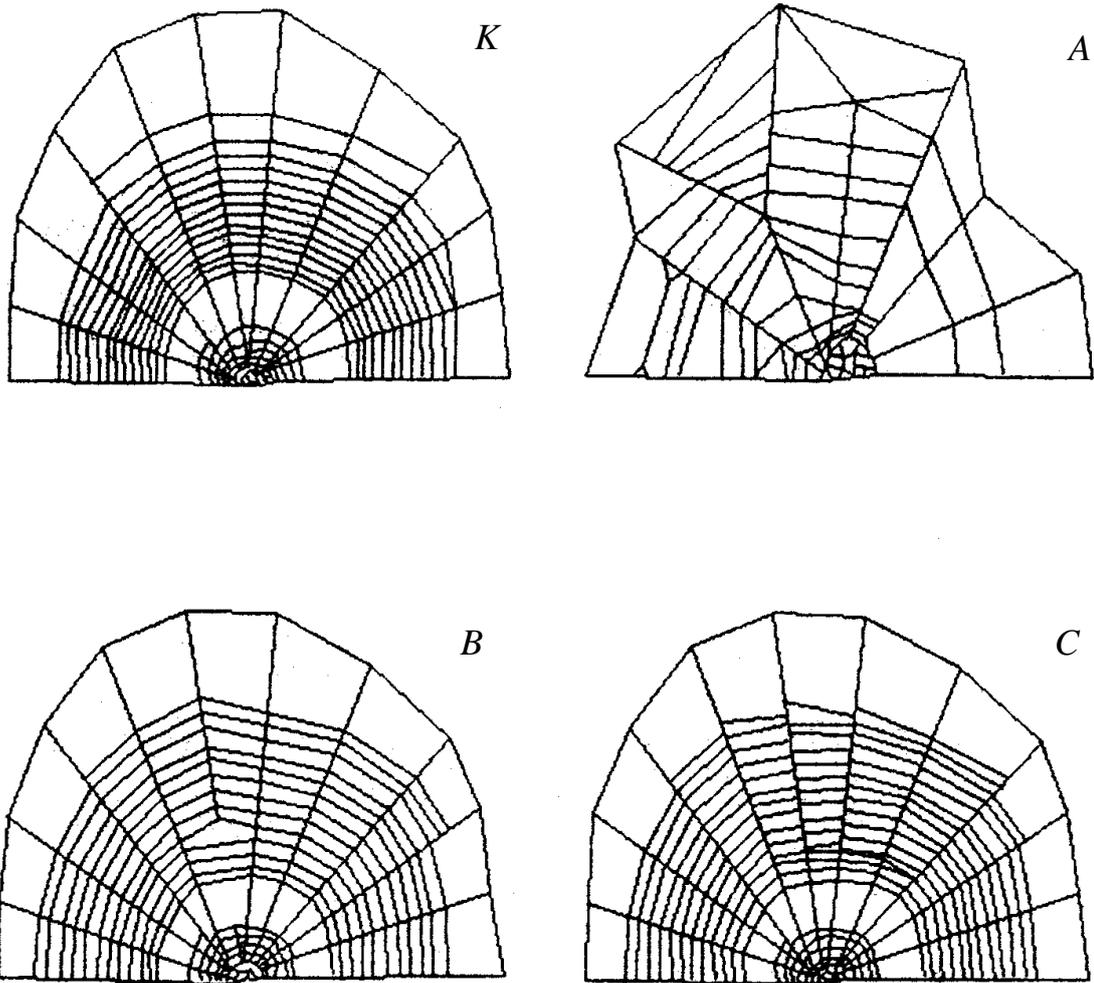


Рис. 2. Типы аномалий в ловчих сетях пауков-кругопрядов:
K — фрагмент эталонной ловчей сети; *A* — абсолютно аномальная сеть; *B* — укороченный радиус; *C* — ступенчатость ловчей спирали

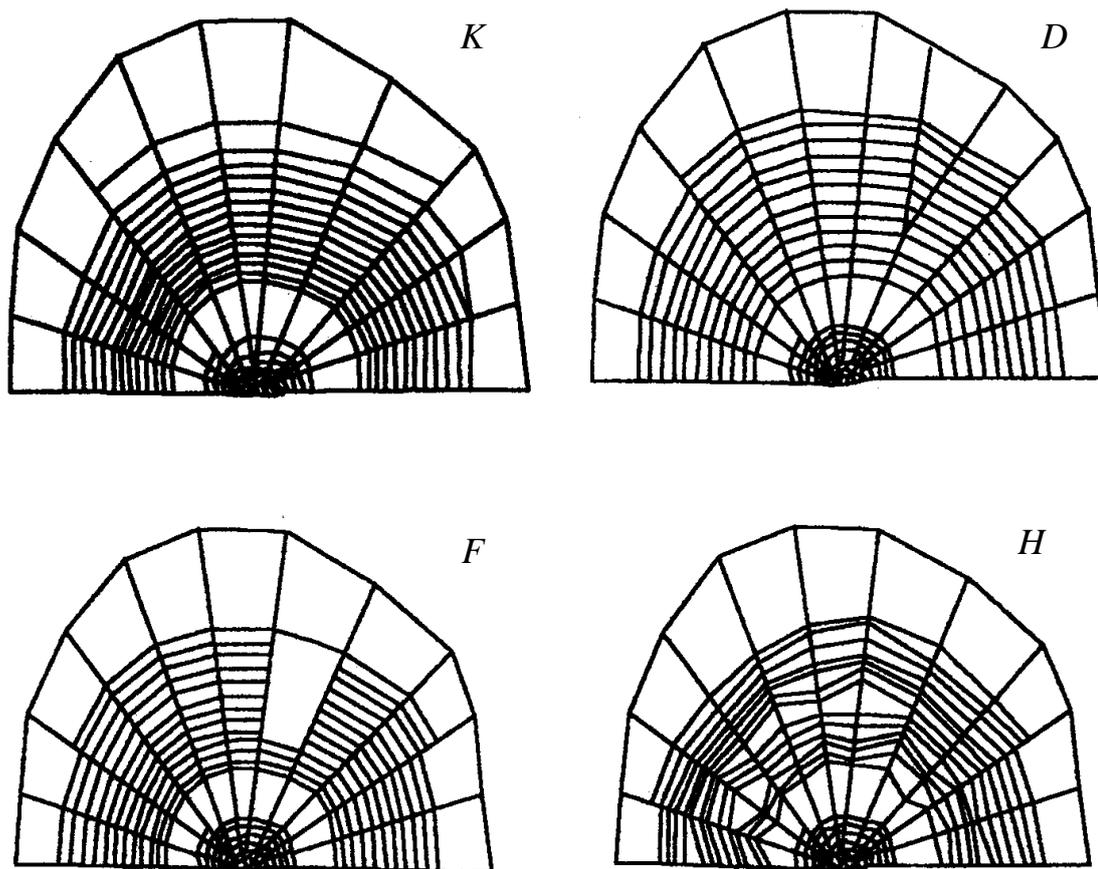


Рис. 3. Типы аномалий в ловчих сетях пауков-кругопрядов:
K — фрагмент эталонной ловчей сети; *D* — раздвоение радиуса;
F — отсутствие ловчих нитей в секторе;
H — ломаная ловчая спираль

Появление в биотопах деструктивных ловчих сетей приводит в зависимости от интенсивности воздействий к развитию адаптивных реакций, изменению местообитания или гибели животных. Следовательно, структура ловчих сетей пауков может быть использована в качестве биоиндикатора экологического состояния окружающей среды.

Работа 6. Оценка экологического состояния почвы (16 час, самостоятельная работа 18 час.)

Оценка экологического состояния почвы проводится для определения современного состояния почв с целью предотвращения, минимизации или ликвидации вредных экологических и связанных с ними социальных, экономических и других последствий, сохранения оптимальных условий жизни населения.

Для получения объективной информации об экологическом состоянии территории обследование почв проводится как путем заложения почвенных разрезов глубиной до 1-1,5 м (корнеобитаемый слой), так и посредством сбора смешанных проб из слоя 0-20 см. Разрезы закладываются в местах,

характерных для данного типа землепользования на обследуемой территории. При сборе проб необходимо учитывать характер использования данной территории. Например, в случае обследования участков, занятых прежде объектами производственного и коммунального назначения, количество поверхностных и глубинных проб увеличивается.

Описание почвенного разреза проводится по общепринятым методикам:

Местоположение разреза (общая экологическая ситуация, окружение промышленными предприятиями, автомагистралями, характер застройки, показатель озеленения).

Рельеф и приуроченность разреза к его элементам, наличие мезорельефа (мелкие холмы, бугры, короткие и неглубокие овраги, рытвины, ложбины, котловины, воронки и т.д.) и микрорельефа (валы, струйчатые размывы, мелкие бугорки).

Состав растительного покрова и его состояние.

Почвообразующие и подстилающие породы: тип породы, ее естественный или насыпной характер, наличие культурного слоя.

Особое внимание необходимо обратить на состояние поверхности почвы (нарушенность, захламленность, выраженность тропиной сети и т.д.), наличие канав, их глубину и ширину.

Отбор проб для обследования почв следует производить в соответствии с ГОСТ 17.4.3.01-83, ГОСТ 17.4.4.02-84, ГОСТ 28168-89, а также методическими указаниями МУ 2.1.7.730-99.

Качественные и количественные показатели позволяют объективно оценить экологическое состояние почвенного покрова, степень его деградации, определить санитарно-эпидемиологическое состояние почвы при ее загрязнении. Морфологические показатели указывают на типовую принадлежность, уменьшение мощности прогумусированной или органогенной толщи и захламленность поверхности.

Мощность прогумусированной или органогенной толщи устанавливается в полевых условиях. Изменение мощности прогумусированной или органогенной толщи происходит в результате истощения органического профиля, дегумификации, нарушения плодородного слоя.

Захламленность поверхности почвы % - важный показатель перекрытости поверхности почвы абиотическими наносами, в том числе токсичными.

Захламление - поступление строительных, производственных и бытовых отходов на поверхность почвы. Оно приводит к уменьшению полезной площади земель, уменьшает плодородие оставшейся незахламленной части поверхности. Важным фактором является химический состав материала. При его токсичности происходит химическое загрязнение всей экосистемы.

Физические показатели указывают на изменение физических и водно-физических свойств почвы.

Плотность сложения. Эта величина характеризует способность почвы накапливать значительные запасы доступной влаги для растений при одновременном достаточном содержании воздуха. Почвы хорошо оструктуренные, достаточно рыхлые, обладают значительной пористостью и

низкой величиной плотности сложения. Высокое уплотнение почвы вызывает угнетенное состояние или гибель растений. Эта величина является очень важной характеристикой окультуренности почвы, для городских почв.

Переуплотнение корнеобитаемого слоя - основной процесс физической деградации почв, который приводит к увеличению плотности сложения верхней части почвы. Как правило, почвы населенных пунктов переуплотнены с поверхности.

Химические и физико-химические показатели характеризуют ухудшение химических свойств почв: истощение запасов питательных элементов, подщелачивание, подкисление и загрязнение токсикантами.

Содержание гумуса. Уменьшение гумуса свидетельствует о снижении качества почвы, ее плодородия. Значительное содержание в почве гумуса делает почву структурной, улучшает ее аэрацию, водно-физические свойства, способствует накоплению жизненно важных питательных элементов. Плодородными считаются почвы, содержащие в органогенном горизонте не менее 4% гумуса, определяемого по ГОСТ 26213-84.

Величина рН жидкой фазы почвы. Подкисление и подщелачивание почв - процесс изменения кислотно-щелочной реакции почвы, нарушение почвенно-геохимических процессов, ведущих к понижению устойчивости экосистемы и гибели растительности. Очень кислые и очень щелочные почвы неблагоприятны для большинства растений и микроорганизмов, обладают плохими физическими свойствами, органическое вещество в них не закрепляется, почвы обеднены питательными веществами. В городских условиях почвы, как правило, подвергаются подщелачиванию в результате применения антигололедных реагентов и попадания строительной пыли, содержащей повышенные количества карбоната кальция.

Содержание токсичных веществ и тяжелых металлов. Поступление загрязняющих веществ в почву происходит при поступлении органических и неорганических токсичных соединений на поверхность почвы, внутрь почвенного профиля и почвенно-геохимического ландшафта.

Стандартный перечень показателей включает:

- содержания тяжелых металлов: свинца, кадмия, цинка, меди, никеля, мышьяка, ртути;
- 3,4-бенз(а)пирена и нефтепродуктов;
- рН водной вытяжки;
- суммарного показателя загрязнения Z_c , определяемого по формуле:

$$Z_c = \sum_{i=1}^n K_c \cdot (n-1),$$

где:

$K_c = C_i / C_{ф i}$ - коэффициент концентрации i -го химического элемента;
 C_i - фактическое содержание i -го химического элемента в почвах и грунтах, мг/кг;

$C_{ф i}$ - фоновое содержание i -го химического элемента в почвах, мг/кг;

n - число учитываемых химических элементов с $K_c > 1$.

Оценка уровня химического загрязнения почвы проводится в соответствии СанПиН 2.1.7.1287-03 (табл.1).

Таблица. Оценка уровня химического загрязнения почвы

Категории загрязнения	Суммарный показатель загрязнения (Zс)	Содержание в почве					
		I класс опасности		II класс опасности		III класс опасности	
		Органические соединения	Неорганические соединения	Органические соединения	Неорганические соединения	Органические соединения	Неорганические соединения
Чистая	—	до ПДК	от фона до ПДК (ОДК)	от фона до ПДК	от фона до ПДК (ОДК)	до ПДК	до ПДК (ОДК)
Допустимая	< 16	от 1 до 2 ПДК	от 2 фоновых значений до ПДК (ОДК)	От 1 до 2 ПДК	от 2 фоновых значений до ПДК (ОДК)	От 1 до 2 ПДК	от 2 фоновых значений до ПДК (ОДК)
Умеренно опасная	16-32					от 2 до 5 ПДК	от ПДК до Kmax
Опасная	32- 128	от 2 до 5 ПДК	от ПДК (ОДК) до Kmax	от 2 до 5 ПДК	от ПДК до Kmax	>5ПДК	> Kmax
Чрезвычайно опасная	> 128	>5ПДК	> Kmax	>5ПДК	> Kmax		

Показатели санитарно-эпидемиологического состояния почв оцениваются с целью определения степени ее безопасности для человека. Степень эпидемической опасности почвы оценивается в соответствии с СанПиН 2.1.7.1287-03. По степени опасности в эпидемиологическом отношении почвы населенных мест могут быть разделены на следующие категории: чистая, умеренно опасная, опасная, чрезвычайно опасная (Таблица 2).

Таблица 2. Оценка степени эпидемической опасности почвы*

Категория загрязнени	Индекс бактери	Индекс энтерококк	Патогенны е бактерии,	Яйца гельминто	Личинки - Л и куколки -
----------------------	----------------	-------------------	-----------------------	----------------	-------------------------

я почв	й группы кишечно й палочки	ов	в т.ч. сальмонел лы	в, экз/г	Кмух, экз. в почве S =20 x 20 см
Чистая	1-10	1-10	0	0	0
Умеренно опасная	10-100	10-100	0	до 10	Л до 10 К - отс.
Опасная	100- 1000	100-1000	0	до 100	Л до 100 К- 10
Чрезвычай но опасная	1000 и выше	1000 и выше	0	>100	Л>100 К> 10

* В соответствии с СанПиН 2.1.7. 1287-03.

Работа 7. Изучение приспособленности земноводных организмов к экологическим факторам среды обитания (16 час самостоятельная работа 18 час.).

Методики полевых исследований.

Инвентарь для отлова и транспортировки. Включает сачок, фиксационные планки, перчатки-краги, мешки с вязками, транспортировочный ящик.

Инвентарь для содержания животных в террариуме. Используются зажимы, щетки-сметки, пинцеты, зажимы, крючки разного размера, совки.

Отлов и учет ловчей канавой с цилиндрами. Выкапывается канавка стандартной длиной 25 м или 50 м. В канавку вкапывают цилиндры или конусы. Их высота составляет 55-60 см, диаметр – 25-30 см.

Консервация земноводных и пресмыкающихся. Используется 10% водный раствор формалина или 70% водный раствор этилового спирта.

Оформление этикетки. Указывается видовое название на латыни и русском языке, дата, место отлова, биотоп.

Количественный учёт

К наиболее распространённым методам учёта относятся маршрутный метод, учёт на пробных площадках, учёт ловчими траншеями.

Учёт на маршрутах. Основные требования при проведении маршрутных учётов:

1. Маршрут должен проходить в пределах одного биотопа;
2. Учёты следует вести при наиболее благоприятных для вида условиях и времени суток;
3. Учёт прекращается при сильном ветре, в дождь и т.п.

Данные, фиксируемые в ходе учёта:

описание биотопа;
состояние погоды в начале, конце и входе учёта;
время начала и конца учёта;
вид животного, его пол и возраст;
другое (поведение, направление движения, встречи мёртвых животных, состояние животных и т.д.).

Учёт на пробных площадках

Схема обследований во время учёта на пробных площадках. Используется 2 варианта: 1) случайное хаотическое обследование; 2) планомерное обследование площадки.

Учёт ловчими траншеями

Проводится стандартными траншеями, конусами и цилиндрами. Траншеи необходимо проверять не реже одного раза в сутки.

Метод мечения и повторного отлова

С этой целью проводится ампутация пальцев у амфибий и рептилий. У змей подрезаются боковые щитки. У черепах делаются пропилы на краевых щитках карапакса. Мечение осуществляется согласно принятым схемам, в которых предусмотрена определенная нумерация пальцев и щитков (Martof, 1953).

При оценке численности с помощью мечения и повторного отлова используется формула Петерсона (индекс Линкольна):

$N=Mn/m$, где:

N – общая численность животных в популяции;

M – число меченных животных;

n – общая численность животных в повторной выборке;

m – число меченных животных в повторной выборке.

Учёт самцов бесхвостых земноводных в период размножения.
Проводится визуально в часы максимальной активности вокализирующих животных.

Учёт икры. Проводится регулярно до конца сезона в период икрометания. Подсчитывается количество кладок, а также среднее количество яиц в одной кладке.

Учёт головастиков

1. Учёт сачком (50x40 см);
2. Визуально – подсчёт головастиков на единицу площади (применим для бесхвостых земноводных и только в первые часы выклева личинок);
3. Учёт биоценометром (0,5x0,5x0,6 м).

Учёт сеголеток. Проводится при помощи биоценометра на разном удалении от берега: 0-1, 1-2, 2-5, 5-10 м.

Земноводные Томской области Отряд Хвостатые земноводные

Salamandrella keyserlingii – сибирский углозуб
Triturus vulgaris – обыкновенный тритон

Отряд Бесхвостые земноводные

Bufo bufo – серая, или обыкновенная жаба
Rana arvalis – остромордая лягушка
Rana amurensis – сибирская лягушка
Rana ridibunda – озерная лягушка

Пресмыкающиеся Томской области Отряд Чешуйчатые

Lacerta agilis – Прыткая ящерица
Zootoca vivipara – Живородящая ящерица
Natrix natrix – Уж обыкновенный
Vipera berus – Гадюка обыкновенная

Работа 8. Методы изучения гнездовой экологии птиц.

Жизненный цикл птиц состоит из весенней миграции, гнездования, осенней миграции и зимовки.

1. Образование пар

Моногамы – птицы, образующие пары: на всю жизнь (лебеди, совы, крупные хищники) или сезонные (певчие воробьиные).

Полигамы – не образуют пары (куриные, кулики).

В период образования пар наблюдается токование – пение, токовые полеты, особые позы, «танцы», турниры.

Для многих видов птиц характерен половой диморфизм по окраске оперения (отряды Утиных, Куриных). У ряда видов птиц окрасочный половой диморфизм отсутствует (семейства Врановых, Славковых).

2. Гнездостроение

Гнезда разной степени сложности: от простой ямки на земле до искусных построек. Материал чаще растительного происхождения (трава, мох, лишайники, береста, ветки). Паразитические виды подбрасывают яйца в чужие гнезда и не участвуют в насиживании кладки и выкармливании птенцов.

У гнезда берутся следующие промеры: наружный диаметр, диаметр лотка, высота и глубина лотка. Указывается субстрат, на котором расположено гнездо и высота размещения над землей.

Ярусные группы птиц по месту расположения гнезда

(Мухоловковые, Дятлообразные). Для привлечения дуплогнездников широко используются искусственные гнездовья разного размера.

3. Откладка яиц

Величина кладки – видоспецифичный признак, но может варьировать в зависимости от кормовой базы, возраста самки. Кладка считается полной, если количество яиц при последнем осмотре не увеличилось, и птицы приступили к насиживанию.

Измерение яиц проводится с помощью штангенциркуля с точностью до 0.1 мм. В полевых условиях измеряют длину и максимальный диаметр яиц. Можно сфотографировать кладку с использованием масштабной линейки и в камеральных условиях вычислить необходимые размеры.

4. Насиживание

Комплекс поведенческих актов птиц по регуляции режима инкубации яиц и защите гнезда. Изучение режима насиживания производится визуально из укрытий, а также с применением различных устройств, позволяющих в автоматическом режиме следить за температурой кладки.

Длительность инкубационного периода (в днях) составляет: у кукушки 11-12, певчие воробьиных – 11-13, лесных голубей – 14-16, куриных – 20-26, серого журавля – 28-30, крупных хищников – 45-60.

5. Вылупление птенцов

Птенец освобождается от скорлупы самостоятельно с помощью «яйцевого зуба» – твердое роговое утолщение на конце надклювья, служит для разбивания скорлупы. Сначала появляется трещина (наклев) и затем серия проклевов по экватору.

По степени развитости птенцов при вылуплении птиц делят на выводковых и птенцовых (большинство певчих птиц) и выводковых (кулики, куриные, гусеобразные).

Работа 9. Определение антропогенных загрязнений окружающей среды методами ГИС—технологий (16 час, самостоятельная работа 16 час.).

Большое значение для оценки экологического состояния природной среды приобретает направление, связанное с количественной оценкой антропогенных воздействий на окружающую среду, моделированием и прогнозированием развития ситуации. Создание подобных систем в настоящее время базируется на использовании современных компьютерных инструментов - ГИС-технологий.

С помощью ГИС можно моделировать влияние и распространение загрязнения от точечных и неточечных (пространственных) источников на местности, в атмосфере и по гидрологической сети. Результаты модельных расчетов можно наложить на природные карты, например карты растительности, или же на карты жилых массивов в данном районе. В результате можно оперативно оценить ближайшие и будущие последствия таких экстремальных ситуаций, как разлив нефти и других вредных веществ, а также влияние постоянно действующих точечных и площадных загрязнителей.

Оценка антропогенных загрязнений осуществляется в несколько этапов.

Первый этап. Подготовка базовой основы. Базовой основой системы комплексной оценки окружающей природной среды является топографическая карта с единой системой координат. Основной информационной единицей топоосновы являются листы цифровых карт масштаба 1:200 000 и крупнее. Топографическая основа представляет собой набор структурированных в виде отдельных слоев данных о местности: реки, озера, дороги, леса, посты контроля и т.д.

Второй этап. На базовую основу накладывается информация о природных объектах, непосредственно связанных с миграцией загрязняющих веществ в природных средах. Это могут быть:

- тематические карты рельефа и его морфометрических показателей – ветикальной и горизонтальной расчлененности, углов наклона, экспозиции склонов;

- карты растительного покрова, его типологической, возрастной структуры
- карты почвенного покрова, мощности органогенных горизонтов, содержания гумуса, гранулометрического состава, кислотно-щелочных свойств, физических свойств и др.
- карты метеорологических процессов, длительность сезонов года, продолжительность периода с положительными среднесуточными температурами, неблагоприятные атмосферные явления, роза ветров и других метеорологических элементов, определяющих закономерности переноса антропогенных выбросов.
- карты гидрологической сети, густоты рек и озер, источников питания, паводковые явления, разбавляющая способность, типоморфные элементы и др.

Третий этап. На подготовленную картографическую основу помещаются данные об источниках загрязнения и результаты контрольных измерений. Единая база природных объектов и источников загрязнений обеспечивает возможность моделирования распространения вредных веществ в воздушной и водной средах. С целью исследования сложившейся обстановки вырабатываются рекомендации по ликвидации последствий кризисных ситуаций и по рациональному природопользованию.

Четвертый этап. Геостатистический анализ. В разных ГИС-системах существует несколько альтернативных методов получения результата. Рассмотрим на примере ArcMap - основного рабочего модуля ArcGIS Desktop. Это ГИС-приложение, используемое для решения всех картографических задач, включая пространственный анализ и редактирование данных.

Во многих методах интерполяции предполагается, что данные имеют нормальное распределение. Контроль отклонения распределения данных от нормального позволит внести поправки и получить более точную поверхность.

Способы отображения

Геостатистические поверхности являются обычными слоями, которые могут быть отображены в окне ArcMap. Отличие данных слоев от других слоев состоит в том, что они создаются исключительно средствами модуля GA. Данные слои хранят ссылку на источники данных, по которым они созданы, а также на параметры модели интерполяции, которые были использованы при их создании.

Работа 10. Составление геоэкологических карт местности

(16 час., само-стоятельная работа 18 час.)

Основой комплексной оценки территории является геоэкологическое картографирование которое системно отображает природные и техногенные факторы в их взаимосвязи и динамики.

Основой геоэкологического картографирования являются топографические и тематические карты масштабов 1:100 000, 1:200 000, 1:500 000. Формирование картографической модели осуществляется поэтапно.

Первый этап включает в себя сбор и обработку информации, характеризующей современное состояние природной среды и ресурсов. Определяется пространственное положение природных комплексов, генезис, структура, условия, оказывающие влияние на развитие неблагоприятных процессов.

Карты растительного покрова. Особенность отображения растительного покрова на геоэкологических картах состоит в том, что растительность картируется как элемент ландшафтной структуры (растительность фаций, урочищ, местностей и т. п.) Как элемент природно-хозяйственных территориальных систем наносится растительность контура городской застройки или растительность природно-хозяйственного массива (промышленной зоны, жилого массива, городского парка и др.).

Карты литогенной основы ландшафта. В это понятие включается только то, что оказывает влияние на формирование и дифференциацию геосистем.

Карты метеорологических процессов и состояния воздушной среды. В качестве экологических факторов, оказывающих воздействие на биоту, выступают: длительность безморозного периода по сезонам года, неблагоприятные атмосферные явления (ветровая эрозия, атмосферная засуха и т. п.), степень континентальности и засушливости климата. Большое внимание следует уделять картированию микроклиматических особенностей отдельных местоположений. Состояние воздушной среды оценивается также по содержанию в ней вредных выбросов: пылевых и газовых. Исходя из розы ветров и режима других метеорологических элементов, определяются закономерности переноса выбросов и формирования геохимических аномалий.

Карты почвенного покрова. В процессе геоэкологического картографирования рассматриваются негативные процессы, ведущие к деградации почвы. Вырабатываются рекомендации по сохранению и воспроизводству земельного фонда. Выделяются земли, нуждающиеся в защите и рациональном землепользовании: эрозионно- и дефляционноопасные земли, земли с осушенными торфяными и минеральными почвами, орошаемые почвы, почвы нуждающиеся в улучшении.

На втором этапе составляется по топографической основе геоморфологической карты, отражающие основные морфологические элементы: водораздельные пространства, склоны и речные долины. Современный рельеф, являясь основой хозяйственной деятельности и средой проживания, служит каркасом ландшафта территории, оказывает влияние на характер изменения физико-географических условий и

определяет в значительной степени положение ареалов распространения и пути миграции загрязнителей. Морфологические элементы являются динамичными образованиями и обнаруживают взаимные связи. Антропогенные воздействия на этих территориях активизируют проявления таких экзогенных процессов, как линейная эрозия, оползни, дефляция, абразия берегов, подтопление и пр. Современное состояние основных элементов рельефа отражает серия морфометрических карт. К ним следует отнести карты горизонтального и вертикального расчленения, карту углов наклона земной поверхности и экспозиции склонов, карту показателей интенсивности глубинной эрозии.

Третий этап характеризует степень и виды антропогенного или техногенного преобразования природной среды. Одной из частных карт, выполняемых при создании картографической модели геоэкологической обстановки, является карта антропогенной нагрузки. Производится инвентаризация объектов техногенной нагрузки, относящихся к различным геотехническим системам: геогорнотехнической, гидротехнической, градпромышленной, агрогидромелиоративной, агролесомелиоративной и др. Можно составлять и покомпонентные карты для различных видов нагрузки (например, площадной нагрузки или линейных сооружений).

Мощные источники техногенного загрязнения концентрируются в пределах урбанизированных территорий, в пределах которых формируются техногенные аномалии разного размера и интенсивности. По геометрической форме и размерам источники техногенного воздействия могут быть точечными, линейными, площадными. По времени действия - постоянные, периодические, временные. По положению относительно поверхности Земли - наземные, подземные и надземные. Физическое техногенное воздействие приводит к повышению уровня физических полей - температурного, электромагнитного, электрического, звуковых и механических колебаний, давления - выше допустимых пределов. Химическое воздействие техногенных потоков вещества, образуемых в результате технической и коммунально-бытовой деятельности, а также при рассеянии продуктов химизации сельского хозяйства. Химическое влияние можно разделить на подвиды: газовые, пылевые выбросы, твердые отходы, сточные воды, поверхностный сток.

Четвертый этап картографирования приводит к отражению мероприятий по соблюдению допустимых нагрузок на природные комплексы. В этом смысле обобщающей картой является геоэкологическая, суммирующая все природные и техногенные показатели. При составлении геоэкологической карты среднего масштаба в качестве типовых единиц предлагается выделять геоэкологические комплексы, которые представляют собой территорию с общими ландшафтными условиями (рельефом, геологическим строением, климатом, почвенно-растительным покровом и

пр.) и одинаковой экологической обстановкой, сформировавшейся в результате однотипного антропогенного воздействия. На общей геоэкологической карте необходимо показать результаты проявления главных процессов, протекающих в настоящее время в литосфере, гидросфере и атмосфере с их количественной характеристикой. Выделяются антропогенновызванные процессы: эрозия, абразия, оползни, подтопление населенных пунктов, переработку берегов, дефляцию, засоление зоны аэрации, заболачивание и др. Техногенная нагрузка: транспортная сеть, магистральные трубопроводы, эксплуатационные скважины, карьеры, отвалы, опасные хозяйственные объекты, мелиоративные и гидротехнические сооружения, лесополосы, крупные животноводческие комплексы и др.

Пятый этап. Мероприятия по охране и преобразованию природы. Это особо охраняемые территории (заказники, заповедники, памятники природы), предприятия по очистке сточных вод, пылегазоочистные сооружения, орошаемые земли, места акклиматизации и реакклиматизации животных, рекультивированные карьеры, базы отдыха.

Работа 11 **ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СРЕДЫ ПО УРОВНЮ АСИММЕТРИИ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ СТРУКТУР**

Гомеостаз – это способность организма поддерживать основные параметры жизнедеятельности на оптимальном уровне.

Стабильность развития (морфогенетический гомеостаз) – способность организма к формированию генетически детерминированного фенотипа при минимальном уровне онтогенетических нарушений (Захаров, 1987).

Симметрия (в биологии) – правильное расположение одноимённых частей тела или органов по отношению к некоторой оси или плоскости.

Флуктуирующая асимметрия – незначительные и ненаправленные отклонения от строгой билатеральной симметрии биообъектов (Захаров, 1987). Метод ФА основан на регистрации отклонений стабильности развития, которая выступает в качестве чувствительного индикатора состояния природных популяций.

Чем выше уровень изменения среды при антропогенном воздействии, тем выше уровень ФА. Метод флуктуирующей асимметрии доведён до стандарта и утверждён Министерством природных ресурсов РФ и Росэкологией.

Достоинства метода флуктуирующей асимметрии:

- универсальность применения – пригоден для оценки состояний водной и воздушной сред;
- универсальность в отношении используемых объектов. В качестве биоиндикаторов могут выступать представители различных систематических групп: растения, рыбы, земноводные и млекопитающие;
- относительно низкая стоимость.

Качество среды – состояние среды, необходимое для обеспечения здоровья человека и других видов живых существ. При этом степень отклонения среды от нормального состояния определяется по нарушению стабильности развития (величине ФА).

Балльная шкала оценки качества среды по уровню стабильности развития

Стабильность развития в баллах	Качество среды
1 балл	Условно нормальное
2 балла	Начальные (незначительные) отклонения от нормы
3 балла	Средний уровень отклонений от нормы
4 балла	Существенные (значительные) отклонения от нормы
5 баллов	Критическое состояние

Область применения метода флуктуирующей асимметрии:

- определение состояния организмов;
- определение предельно допустимых нагрузок;
- выявление зон экологического бедствия;
- при проведении работ по проектированию и строительству предприятий;
- оценка эффективности природоохранных мероприятий;
- создание особо охраняемых природных территорий.

Этапы проведения оценки состояния среды методом ФА:

1. Выбор мест сбора материала.
2. Выбор объектов исследований.
3. Сбор полевого материала.
4. Морфометрическая обработка.
5. Математическая обработка полученных результатов.
6. Интерпретация результатов, оценка качества среды.

Места сбора материала

Фоновый мониторинг - используются несколько площадок в разных биотопах, различных по естественным условиям.

Оценка последствий антропогенного воздействия - площадки выбираются из максимально сходных по естественным условиям биотопов с разной степенью антропогенной нагрузки, а также из мест не подверженных антропогенной нагрузке для оценки условного фонового уровня.

Критерии отбора модельных объектов

- выбор представителей различных систематических групп;
- выбор фоновых и многочисленных видов;
- выбор видов, обычные миграции которых не выходят за пределы исследуемых территорий.

Наиболее часто используемые объекты:

1. Растения (береза повислая (*Betula penula*) и другие виды берёз, произрастающие на территории России).
2. Рыбы: плотва (*Rutilus rutilus*), лещ (*Abramis brama*), щука (*Esox lucius*)
3. Земноводные: озерная лягушка (*Pelophylax ridibundus*), травяная лягушка (*Rana temporaria*).
4. Млекопитающие: полевая мышь (*Apodemus agrarius*), рыжая полёвка (*Clethrionomys glareolus*).

Отбор проб полевого материала

Деревья

- Сроки сбора – после остановки роста листьев.
- Объём выборки – 100 листьев: по 10 листьев с 10 растений.
- Необходимо использовать деревья, достигшие генеративного состояния.
- Листья собираются из нижней части кроны равномерно вокруг дерева.
- Размер листьев должен быть типичным для данного растения.

Животные

(рыбы, земноводные и млекопитающие)

- Рекомендуемый объем выборки – 20 особей.
- Выборки должны состоять из особей сходного возраста.
- Для оценки текущей ситуации используются сеголетки.

Морфометрическая обработка

(на примере схемы морфологических признаков, использованных для оценки стабильности развития березы повислой)

- 1- ширина левой и правой половинок листа (Рис. 6).
- 2 - длина жилки второго порядка, второй от основания листа.

- 3 - расстояние между основаниями первой и второй жилки второго порядка.
 4 - расстояние между концами этих же жилок.
 5 - угол между главной жилкой и второй от основания листа жилкой второго порядка.

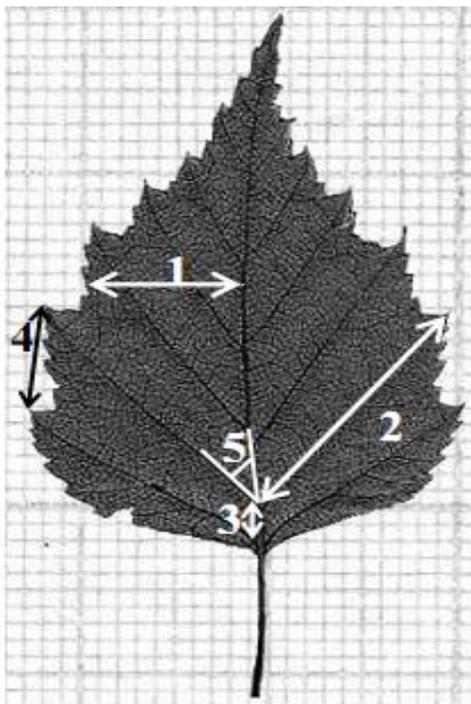


Рис. 6. Схема промеров листа березы повислой

Математическая обработка результатов

Мерные признаки

1. Относительная величина асимметрии по каждому признаку

$$\frac{|L-R|}{|L+R|},$$

где L - промер слева, а R – справа.

2. Среднее относительное различие между сторонами на признак (рассчитывается вначале отдельно для каждого листа, а затем для всего растения в целом).

Счётные признаки

Используется средняя частота асимметричного проявления на признак:

$$\frac{n}{N},$$

где **n** – количество асимметричных признаков, а **N** – общее количество исследованных признаков

Сравнение выборок по интегральным показателям асимметрии производят с использованием t-критерия Стьюдента. Интегральные показатели переводятся в балл по специальным шкалам, разработанным для каждой систематической группы

Шкала оценки отклонений состояния организма от условной нормы по величине интегрального показателя стабильности развития для березы повислой (*Betula pendula*)

Балл	Величина показателя стабильности развития
I	<0,040
II	0,040 - 0,044
III	0,045 - 0,049
IV	0,050 - 0,054
V	>0,054

Работа 12. МЕТОДЫ КОЛИЧЕСТВЕННОГО УЧЕТА МЛЕКОПИТАЮЩИХ

Методы учета численности разделяются на относительные и абсолютные. Относительные учеты дают приблизительное представление об обилии (численности) зверей: больше или меньше их особей обитает в различных биотопах, в каком направлении меняется численность на данном участке по сезонам и годам. Единицей учета служит число млекопитающих по отношению к определенному количеству орудий лова, промежутка времени, отрезка пути. Абсолютные учеты более точны, поскольку позволяют определить численность животных на единицу площади. Существующие способы абсолютного учета весьма трудоемки. Поэтому, несмотря на высокую точность абсолютного учета, для решения ряда задач удобнее пользоваться относительным учетом.

Способы относительного учета делятся на косвенные, не связанные с непосредственным наблюдением и отловом животных и прямые. Рассмотрим некоторые методы относительного косвенного учета зайцеобразных, грызунов и насекомыхядных.

Оценка численности млекопитающих по биологическим индикаторам

Численность хищных птиц. Количество хищных птиц зависит от обилия служащих им пищей грызунов. Поэтому эти птицы могут быть использованы в качестве индикатора заселенности угодий мелкими зверьками. Хищные птицы хорошо заметны, и оценка их обилия намного легче, чем учет численности самих зверьков. Пользуясь относительными способами учета численности хищных птиц, можно примерно определить характер размещения грызунов на обширных пространствах, а также оценить

численность мелких млекопитающих в разные годы в одном и том же биогеоценозе.

Анализ погадок хищных птиц. Этот способ широко используется для характеристики распространения и соотношения видов мелких млекопитающих изучаемого региона. Обилие погадок у гнезд или мест постоянного отдыха хищных птиц, легкость их обнаружения и сбора позволяют за короткий срок собрать большой материал по видовому составу мелких млекопитающих. Анализ погадок дает возможность уточнить распространение многих редких или плохо попадающихся в ловушки зверьков, составить общее представление о видовых спектрах мелких млекопитающих и выделить среди них доминирующие формы.

Оценка численности по следам деятельности. Проводится по следам на снегу, по количеству кормовых столиков, запасам корма, числу нор. Показателем служит количество следов, нор и т.д. на единицу маршрута или площади.

Способы относительного прямого учета численности мелких млекопитающих

Метод учета на ловушко-линиях. В настоящее время это основной метод оценки численности (обилия) мелких млекопитающих в различных ландшафтах. Стандартной является учетная линия, состоящая из 25 давилок Геро или живоловушек, расставленных по прямой на расстоянии 5 м одна от другой. Каждая ловушка заряжается приманкой, обычно кубика черного хлеба, смоченного нерафинированным подсолнечным маслом. Отлов ведут в течение 4 суток для того, чтобы избежать на попадаемость погодных условий. Проверяют ловушки 1 раз в сутки, рано утром. Показателем обилия служит число зверьков на 100 ловушко-суток.

Метод учета ловчими канавками и заборчиками. С этой целью используют канавки длиной 50 м, шириной и глубиной 25 см (Рис. 4). В каждую канавку вкапывают 5 жестяных цилиндров (или конусов) диаметром 15-20 см и высотой 40-50 см. Цилиндры располагаются с интервалами в 10 м, при этом по краям канавки оставляется по 5 м. Показателем численности является количество зверьков, отловленных на 100 цилиндро-суток. Канавки могут быть заменены заборчиками высотой 25-30 см из алюминиевого листа или плотного полиэтилена (Рис. 5). Для отлова зверьков служат те же цилиндры, как и в канавках. Уловистость канавок и заборчиков статистически не различается. Это позволяет рекомендовать заборчики для учета численности мелких млекопитающих в заболоченных местах с высоким уровнем грунтовых вод, на каменистых почвах и других местах, где использование ловчих канавок невозможно.

Способы абсолютного учета численности мелких млекопитающих

Учет численности с помощью мечения зверьков. пойманных зверьков метят индивидуальными метками и выпускают. Наибольшее

распространение получил метод ампутации пальцев в определенном порядке, с помощью которого можно пометить 9999 зверьков. Затем проводят повторный отлов. На основании отношения числа меченых животных в данной группе к общему количеству пойманных животных оценивается численность всей популяции.

При оценке численности с помощью мечения и повторного отлова используется оценка Петерсона (см. раздел «Методики полевых исследований земноводных и пресмыкающихся»).

Полный вылов зверьков на изолированных площадках. Изоляция достигается огораживанием выбранной площадки различными способами и материалами (жестью, алюминием, толстой полиэтиленовой пленкой). Высота заборчика до 40 см. Внутри огороженной территории в шахматном порядке выставляют много ловушек и выкапывают несколько канавок. Площадь такой площадки может быть от 0,25 до 1 га. Отлов производится до полного вылова зверьков (обычно 5-6 суток). Полученные данные экстраполируют на всю территорию, пригодную для обитания видов млекопитающих в районе исследования.

Учет охотничьих животных

Промысловых животных (хищных и копытных) учитывают в зимнее время по следам на маршрутах и пробных площадках. Показателем численности зверей на линейных учетах является количество пересечений следов на 10 км маршрута. К относительным способам учета охотничьих животных относится их подсчет на водопоях, солонцах и подкормочных площадках. Норных зверей учитывают на пробных площадках по норам до распада их семей, то есть в начале лета.

Для учета копытных и других крупных млекопитающих на больших территориях применяют аэровизуальные методы и учеты с помощью аэрофотосъемки. Учеты проводят на небольших самолетах, вертолетах и беспилотных летательных аппаратах. Ширина учетной полосы зависит от степени открытости угодий и может варьировать от 100 м до 500 м. Аэровизуальный учет может быть сплошным, когда обследуется вся территория и ленточным с последующей экстраполяцией на общую площадь пригодную для обитания животных. Стадных животных учитывают с помощью аэрофотосъемки. Стадо фотографируют и подсчитывают зверей на фотоснимках.

Перспективным методом учета охотничьих животных является применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). БПЛА, пролетая по запрограммированному маршруту на заданной высоте, проводит фото (видео) съёмку территории в автоматическом режиме. В течение полёта, все получаемые данные фиксируются в цифровом виде, и, в дальнейшем, обрабатываются с помощью специальных компьютерных программ. Результатом полёта является ряд высококачественных цифровых снимков с

географическими привязками, отображающих известную площадь. В течение 1 дня возможно провести сплошную съёмку территории площадью около 5-7 тыс. га.

Рекомендуемая литература

1. Безопасность жизнедеятельности: учебник для вузов / С.В. Белов [и др.]; ред. С.В. Белов. - 5-е изд., испр. и доп. - М. : Высшая школа, 2005.-605[3] с. : ил. Библиогр. : с.602-603. - ISBN 5-06-004171-9;анл(1), аул(6).
2. Карташев А. Г. Биосфера и человек. Томск, ТГУ, 2003.- (10 экз.)
3. Карташев А.Г. Экологические аспекты нефтедобывающей отрасли Западной Сибири. ТУСУР, Томск, 2007,218 с. (15 экз.)
4. Карташев А.Г., Смолина Т.В. Влияние нефтезагрязнений на почвенных беспозвоночных животных. В-Спектр, Томск. 2011. 146 с.(15 экз.)
5. Карташев А.Г. Биоиндикация экологического состояния окружающей среды. Томск, «СКК-ПРЕСС», 1999, 192 с.
6. Биологический контроль окружающей среды. Биоиндикация и биотестирование. Учебное пособие. Под редакцией О.П. Мелеховой и Е.И. Сарапульцевой. М. «Академия», 2010, 288 с.