

**КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНСТИТУТ УПРАВЛЕНИЯ, ЭКОНОМИКИ И ФИНАНСОВ
КАФЕДРА ПРИРОДООБУСТРОЙСТВА И ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**

БИОИНДИКАЦИЯ И ЭКОДИАГНОСТИКА ТЕРРИТОРИЙ
Учебно-методическое пособие. Краткий конспект лекций

КАЗАНЬ
2015

УДК 504(075.8)

*Печатается по решению учебно-методической комиссии
Института управления, экономики и финансов
Казанского (Приволжского) федерального университета*

Автор-составитель:

к.б.н., ст. преп. Замалетдинов Р.И.

Рецензент:

к.б.н., доц. Палагушкина О.В.

Биоиндикация и экодиагностика территорий. Учебно-методическое пособие. Краткий конспект лекций. / Составитель к.б.н., ст. преп. Замалетдинов Р.И. – Казань: Казанский университет, 2015. – 45 с.

Пособие содержит краткое содержание лекций по дисциплине «Биоиндикация и экодиагностика территорий», которая читается студентам-бакалаврам, обучающихся по основной образовательной программе 280100.62 – «Природообустройство и водопользование».

Для студентов и преподавателей ВУЗов.

© Казанский университет, 2015

© Институт управления и территориального развития, 2015

© Замалетдинов Р.И.

Содержание

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Введение..... | 4 |
| Тема 1. Современные подходы к оценке состояния окружающей среды..... | 6 |
| Тема 2. Биоиндикация как альтернативный подход к оценке состояния окружающей среды | 9 |
| Тема 3. Основные методы биоиндикации. Специфичность методов исследования для каждого уровня организации живого..... | 11 |
| Тема 4. Комплексный анализ окружающей среды. Комплексный анализ окружающей среды | 15 |
| Тема 5. Группы организмов-индикаторов состояния окружающей среды. Группы организмов-индикаторов состояния окружающей среды | 18 |
| Тема 6. Различные группы животных как биоиндикаторы состояния среды... | 20 |
| Тема 7. Позвоночные животные как биоиндикаторы состояния окружающей среды..... | 24 |
| Тема 8. Беспозвоночные животные как биоиндикаторы состояния окружающей среды..... | 26 |
| Тема 9. Организмы почвы в биоиндикационных исследованиях. Организмы почвы в биоиндикационных исследованиях | 29 |
| Тема 10. Особенности индикации в водной среде. Основные направления осуществления биоиндикации водной среды..... | 31 |
| Тема 11. Биологическая индикация загрязнения водоемов. Индикация загрязнения водоемов по состоянию организмов, популяций и биоценозов. Гидробиологический мониторинг | 34 |
| Тема 12. Лихеноиндикация, ее значение. Грибы в системе биоиндикации радиационных нагрузок..... | 37 |
| Тема 13. Высшие растения как биоиндикаторы антропогенного загрязнения. | 40 |
| Тема 14. Современные технологии в биоиндикации антропогенных изменений среды. Международное сотрудничество в области биоиндикации антропогенных изменений среды..... | 43 |

Введение

Подготовка по направлению «Природообустройство и водопользование» подразумевает под собой целый ряд дисциплин по выбору. Одной из такого рода дисциплин является дисциплина «Биоиндикация и экодиагностика территорий». Данная учебная дисциплина включена в раздел «Б3.ДВ.1 Профессиональный» основной образовательной программы 280100.62 «Природообустройство и водопользование». Дисциплина осваивается на 2 курсе, 4 семестре.

Дисциплина «Биоиндикация и экодиагностика территорий» относится к дисциплинам по выбору математического и естественно – научного цикла ООП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 280100.62 – «Природообустройство и водопользование» набор специальных знаний и компетенций, необходимых для выполнения общепрофессиональной и проектно-изыскательской деятельности.

Для успешного освоения дисциплины «Биоиндикация и экодиагностика территорий» бакалавр по направлению подготовки 280100.62 – «Природообустройство и водопользование» должен обладать знаниями, полученными в предшествующих дисциплинах «Экология», «Биоразнообразие и устойчивое развитие территорий».

Дисциплина «Биоиндикация и экодиагностика территорий» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

- а) Б.2.В.4. Инженерно-экологические изыскания
- б) Б.2.В.5. Лесообустройство
- в) Б.2.В.6. Обследование территорий
- г) Б.3.Б.1. Природно-техногенные комплексы и основы природообустройства
- д) Б.3.Б.2. Водохозяйственные системы и водопользование.

Знания, полученные при изучении дисциплины «Биоиндикация и экодиагностика территорий», могут быть использованы при прохождении учебных практик, при выполнении научно-исследовательских квалификационных работ по направлению подготовки 280100.62 – «Природообустройство и водопользование».

Данная дисциплина рассчитана на 144 академических часов, в том числе: лекции – 28, практические занятия – 28, самостоятельная работа – 70. Formой контроля является экзамен в 4 семестре.

Опыт чтения лекций данной дисциплины автором показал, что современный уровень предварительной подготовки студентов является недостаточным для того, чтобы освоить ее в рамках отведенного времени. В этой связи представляется целесообразным предоставление студентам специализированного методического пособия с кратким содержанием лекционного курса по данной дисциплине.

Настоящее методическое пособие содержит в себе информацию по 14 основным темам по курсу дисциплины «Биоиндикация и экодиагностика территорий». В соответствие с этими темами проведено разделение содержательной части данного пособия.

В начале каждого раздела приводится общая аннотация, перечень вопросов, рассматриваемых в рамках темы, список информационных ресурсов, рекомендованных для эффективного освоения дисциплины, а также тематический глоссарий.

Тема 1. Современные подходы к оценке состояния окружающей среды

В лекции рассматриваются вопросы современных подходов к оценке состояния окружающей среды. рассматриваются основные нормативные показатели, принцип получения информации, их достоинства и недостатки.

Ключевые слова: нормативные показатели, группы показателей, синергизм, антогонизм.

Список информационных ресурсов:

1. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование. М.: Академия, 2007. 288 с.
2. Биоиндикация и биомониторинг. М.: Наука, 1991, 288 с.
3. Биоиндикация в городах и пригородных зонах. Сб. науч.ст. М.: Наука, 1993, 122 с.
4. Фундаментальная экология:
http://www.sevin.ru/fundecology/humanecology/system_indicators_environment.html
5. Центр экологической политики России <http://www.ecopolicy.ru/>
Глоссарий.
 1. Нормативные показатели – уровни загрязнения окружающей среды по отдельному поллютанту, которые базируются на основе исследований лабораторных популяций живых организмов.
 2. Предельно допустимая концентрация (ПДК) – уровень загрязнения окружающей среды отдельным поллютантом, который соответствует уровню летальной дозы 50 (ЛД50) для лабораторной популяции.
 3. Эмиссионные нормативы – нормативы предельно допустимых выбросов (ПДВ), сбросов (ПДС) вредных веществ, биологически загрязняющих веществ.

Вопросы для изучения:

1. Развитие цивилизации и роль антропогенного фактора в нарушении функционирования природных экосистем.

2. Предпосылки к ведению мониторинга состояния окружающей среды.
3. Основные подходы к оценке состояния окружающей среды (оценка по показателям качества окружающей среды).
4. Основные недостатки применения системы нормативов при оценке состояния окружающей среды.

Развитие цивилизации и роль антропогенного фактора в нарушении функционирования природных экосистем. Предпосылки к ведению мониторинга состояния окружающей среды.

Многочисленные разнообразные экологические катастрофы антропогенного происхождения стали своеобразным вызовом технологическому обществу, в ответ на который в развитых странах началось формирование механизма управления качеством окружающей среды на государственном и муниципальном уровнях.

Под экологическим качеством среды обитания человека понимают интегральную характеристику природной среды, обеспечивающую сохранение здоровья и комфортное проживание человека.

Для общей оценки состояния окружающей среды и определения доли участия отдельных источников в ее загрязнении применяют санитарно-гигиенические и токсикологические нормативы (предельно допустимые концентрации – ПДК – загрязнителей, предельно допустимые уровни воздействия – ПДУ). Однако для прогноза результатов влияния антропогенных факторов как на экосистемы, так и на здоровье людей необходимо учитывать также и многие показатели, характеризующие реакцию отдельных организмов и экосистемы в целом на техногенное воздействие. Основные подходы к оценке состояния окружающей среды (оценка по показателям качества окружающей среды)

Система применяемых для охраны окружающей среды и рационального природопользования стандартов и нормативов – это комплекс взаимоувязанных ограничений и требований к качеству окружающей

природной среды, а также требований к производственно-технологическим и организационно-управленческим процессам, производимой продукции и услугам, посредством которых гарантируются экологическая безопасность населения и производства, обеспечивается сохранение генетического фонда, а также рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов в условиях устойчивого развития хозяйственной деятельности.

В современных условиях природоохранные стандарты и нормативы представляют собой весьма сложную систему показателей.

Первая группа – это показатели критического уровня воздействия на человека и природные комплексы, выход за пределы которых по своим медико-биологическим (гигиеническим), социально-экономическим и экологическим последствиям современная наука считает абсолютно недопустимым

Вторая группа – это показатели, определяющие порядок зонирования различных региональных образований.

Третья группа – нормативы качества окружающей природной среды.

Эти нормативы являются динамичными, т.е. они действуют в течение определенного временного интервала, который может оговариваться законодательным путем. Сюда относятся нормативы предельно допустимых концентрации (ПДК).

Четвертая группа – эмиссионные нормативы - нормативы предельно допустимых выбросов (ПДВ) и сбросов (ПДС) вредных веществ, а также вредных микроорганизмов и других биологических веществ, загрязняющих атмосферный воздух, воды и почвы.

Пятая группа нормативов – экологические требования к продукции, устанавливаемые (как и предыдущие нормативы) с учетом системных требований к экологической безопасности.

Шестая группа нормативов – стандарты на системы управления качеством окружающей природной среды на предприятиях.

Основные недостатки применения системы нормативов при оценке состояния окружающей среды

Основные недостатки – недоучет факторов антогонизма и/или синергизма поллютантов; проведение оценки фактически только содержания одного компонента без учета его реальной угрозы (кэтеон без аниона); невозможность полной экстраполяции результатов; невозможность учета абсолютно всех поллютантов (постоянно создаются новые); динамичность живых систем – неоднозначность связи доза-эффект.

Тема 2. Биоиндикация как альтернативный подход к оценке состояния окружающей среды

В лекции рассматриваются понятия о биоиндикации и биотестировании. В рамках темы рассматриваются основные требования к организмам-индикаторам, а также основные подходы к оценке состояния окружающей среды в условиях индустриального загрязнения и урбанизации природной среды

Ключевые слова: биоиндикация, биотестирование, организмы-индикаторы, методические подходы, уровни биоиндикационных исследований.

Список информационных ресурсов:

1. Биоиндикация в городах и пригородных зонах. Сб. науч.ст. М.: Наука, 1993, 122 с.
2. Биоиндикация в мониторинге пресноводных экосистем II. Сборник материалов международной конференции. С-Пб.: Любавич, 2011. 264 с.
3. Вершинин В. Л. Биота урбанизированных территорий. Екатеринбург, 2007. 85 с.
4. Центр экологической политики России <http://www.ecopolicy.ru/>
5. Биологический контроль <http://www.biocontrol.narod.ru/index.htm>

Глоссарий.

Биоиндикация (bioindication) – обнаружение и определение экологически значимых природных и антропогенных нагрузок на основе реакций на них

живых организмов непосредственно в среде их обитания.

Биотестирование (bioassay) – процедура установления токсичности среды с помощью тест-объектов, сигнализирующих об опасности независимо от того, какие вещества и в каком сочетании вызывают изменения жизненно важных функций у тест-объектов.

Вопросы для изучения:

1. Понятие «биоиндикация».
2. Основные принципы биоиндикации промышленных загрязнений.
3. Основные принципы биоиндикации на урбанизированных территориях.
4. Основные уровни биоиндикационных исследований.

Современная система экологического нормирования в России основана, в первую очередь, на нормативах предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ. Эти нормативы устанавливаются в лабораторных опытах по биотестированию путем анализа зависимостей «доза-эффект». Процедура установления норматива состоит в фиксации в качестве ПДК такой концентрации вещества, при которой величина биологического тест- параметра достигает условленного порогового значения, («красная черта»).

Идея, реализующая биотическую концепцию перехода от лабораторных ПДК к «натурным» нормативам, казалось бы, лежит на поверхности: нужно проанализировать зависимость «доза-эффект» для факторов среды и биоиндикаторов. Однако реализация этой идеи сталкивается с принципиальными и, как следствие, с методическими трудностями.

При выборе индикатора необходимо принимать во внимание соображения экономии и учитывать характер использования тех или иных организмов. Например, широко распространенные на исследуемой территории и не занесенные в «Красную книгу».

Основные принципы биоиндикации промышленных загрязнений. Наибольшее загрязнение в настоящее время принадлежит промышленному производству. Высокий уровень антропогенного воздействия требует

адекватной оценки негативного воздействия промышленности на окружающую среду. В этой связи были сформированы программы исследования в различных регионах Земли.

Основные принципы биоиндикации на урбанизированных территориях. Отличительной чертой развития современной цивилизации является развитие городов. Процесс урбанизации захватывает практически все страны мира.

При проведении биоиндикационных исследований на урбанизированных территориях целесообразно проводить типизацию территории по функциональному принципу; проводить сравнение данными, полученными на контрольной территории, которая расположена за пределами города и не подвержена антропогенному воздействию; необходимо проводить исследования на всех модельных участках одновременно.

Основные уровни биоиндикационных исследований

При проведении исследований рассматривают различные уровни. Как правило, они совпадают с уровнями организации живой материи.

На уровне популяции биоиндикация проводится в том случае, если процесс распространения негативных изменений охватывает такое количество особей, при котором заметно сокращается численность популяции, изменяется ее половозрастная структура, сокращается продолжительность жизни, происходит сдвиг фенологических фаз.

Экосистемный подход к оценке среды дает возможность ранней диагностики ее изменений. Сигналом тревоги служит разбалансировка продукционно-деструкционных процессов. Диагностическими признаками таких сдвигов являются, например, накопление органического вещества, заиление, зарастание водоемов, усиленное развитие микроорганизмов.

Тема 3. Основные методы биоиндикации. Специфичность методов исследования для каждого уровня организации живого

В лекции рассматриваются вопросы организации биоиндикационных исследований в рамках мониторинга состояния окружающей среды. Приводятся основные требования к ведению таких работ. Приводятся основные параметры для ведения мониторинга на различных уровнях. Дается понятие о фоновом мониторинге.

Ключевые слова: биоиндикация, мониторинг, фоновый мониторинг, методические подходы, уровни биоиндикационных исследований.

Список информационных ресурсов:

1. Биоиндикация в городах и пригородных зонах. Сб. науч.ст. М.: Наука, 1993, 122 с.
2. Биоиндикация в мониторинге пресноводных экосистем II. Сборник материалов международной конференции. С-Пб.: Любавич, 2011. 264 с.
3. Вершинин В. Л. Биота урбанизированных территорий. Екатеринбург, 2007. 85 с.
4. Центр экологической политики России <http://www.ecopolicy.ru/>
5. Биологический контроль <http://www.biocontrol.narod.ru/index.htm>

Глоссарий.

Экологический мониторинг – мониторинг загрязнения компонентов природной среды и состояния экосистем.

Глобальный мониторинг – слежение за общемировыми процессами и явлениями в биосфере земли, выявление и прогнозирование экстремальных ситуаций глобального характера.

Вопросы для изучения:

1. Основные требования для оценки состояния окружающей среды при помощи организмов-индикаторов.
2. Фоновый мониторинг.
3. Мониторинговые исследования на различных уровнях организации живой материи.
4. Специфика ведения исследований в различных географических

регионах.

Основные требования для оценки состояния окружающей среды при помощи организмов-индикаторов. Экологический подход в этом вопросе указывает на необходимость признания и учета следующих основополагающих принципов, полезных и важных для разработки нормативов допустимого загрязнения среды и оценки ее качества:

1. Качество (оптимальность) условий среды должно устанавливаться для всей биоты по самым чувствительным (видам) и процессам.
2. В качестве диагностических признаков для оценки качества среды и состояния экосистем должны использоваться наиболее чувствительные и поэтому информативные процессы и функции на клеточном, тканевом и организменном уровне.
3. Регистрация изменений и нарушений у организмов и популяций должна осуществляться с помощью объективных и точных методик с использованием современных прецензионных приборов.
4. Качество (чистоту) среды следует оценивать по долговременному действию загрязнителей (среднегодовых концентраций ингредиентов) и таким же по времени нарушениям и изменениям у живых организмов.

Для биоиндикации пригодны в основном два метода - пассивный и активный мониторинг.

При биоиндикации следует учитывать четыре основных требования:

1. Относительная быстрота проведения.
2. Получение достаточно точных и воспроизводимых результатов.
3. Присутствие объектов, применяемых в целях биоиндикации, по возможности в большом количестве и с однородными свойствами,
4. Диапазон погрешностей по сравнению с другими методами тестирования не более 20%.

Фоновый мониторинг. Как было отмечено ранее, биоиндикация как средство оценки состояния окружающей среды не является исключаяющим традиционные формы мониторинга. В идеале оба этих аспекта должны взаимно дополнять друг друга.

В настоящее время выделяют два основных подхода к реализации биоиндикационных исследований – проведение исследований на основании данных о величине антропогенного воздействия; проведение исследований на основе долговременного мониторинга в условиях антропогенного воздействия и в контроле.

Первый основан на изначальном использовании данных о нормативных характеристиках территории (акватории). Оценка исследуемых параметров живых систем оцениваются через призму нормативных показателей. Второй подход предполагает проведение длительных мониторинговых исследований параллельно с исследованием динамики показателей антропогенного воздействия.

Мониторинговые исследования на различных уровнях организации живой материи. Биоиндикация может осуществляться на различных уровнях организации живого. Обычно с повышением уровня организации биологических систем возрастает и их сложность, так как одновременно все более усложняются их взаимосвязи с факторами местообитания. При этом биоиндикация на низших уровнях диалектически включается в биоиндикацию на высших уровнях, выступая на них в новом качестве. В то время как на низших уровнях организации биологических систем преобладают прямые и чаще специфические виды биоиндикации, связанные с воздействием какого-либо определенного стрессора, на высших уровнях господствует косвенная биоиндикация.

Обычно результаты биоиндикации хорошо поддаются математической обработке. С помощью линейного и нелинейного дискриминантного анализа для каждого временного интервала можно выявить достаточно надежные биоиндикационные признаки, дискриминантные функции которых,

например, одновременно представляют собой математическое описание систем индикации.

Специфика ведения исследований в различных географических регионах. Ведение биоиндикационных исследований требуют внимания еще по одному важному параметру – по расположению части ареала. Практика показывает, что в различных частях ареала распространения того или иного вида отмечаются как по отдельным признакам, так и по реакции на изменения окружающей среды. Это связано с непрерывно идущими в природе эволюционными преобразованиями.

Единственный способ нивелировать получаемую разницу – организация мониторинга на контрольных территориях в каждом конкретном случае.

Тема 4. Комплексный анализ окружающей среды. Комплексный анализ окружающей среды

Лекция посвящена вопросам проведения мониторинга. рассматриваются различные уровни мониторинговых исследований и роль в них биоиндикации. Ключевые слова: биоиндикация, различные уровни мониторинга, комплексные биоиндикационные исследования.

Список информационных ресурсов:

1. Константинов А.С. Общая гидробиология. М., Высшая школа, 1979. 480 с.
2. Экология города Казани. Казань: Фэн, 2005. 576 с.
3. Мухутдинов А.А., Борознов Н.И., Петров Б.Г., Мухутдинова Т.З., Шаяхметов Д.К.. Основы и менеджмент промышленной экологии. Казань, Изд-во «Магариф», 1998, 403 с.

Глоссарий.

Глобальный мониторинг – это слежение за общемировыми процессами и явлениями в биосфере земли, выявление и прогнозирование экстремальных ситуаций глобального характера.

Фоновый (или базовый) мониторинг – слежение за общебиосферными явлениями, в основном природного характера, без наложения на них региональных антропогенных влияний.

Региональный мониторинг – слежение за процессами и явлениями в пределах какого-то региона, где эти процессы и явления могут отличаться и по природному характеру и по антропогенным воздействиям от базового фона.

Импактный мониторинг – мониторинг региональных и локальных антропогенных воздействий в районах расположения особо опасных с экологической точки зрения предприятий и объектов.

Вопросы для изучения:

1. Миграция антропогенных изменений.
2. Подходы к оценке допустимой антропогенной нагрузке на окружающую среду. Научные основы мониторинга окружающей среды на региональном и глобальном уровнях.
3. Опыт проведения комплексных биоиндикационных исследований.

Миграция антропогенных изменений. Освоение территории планеты происходило неравномерно во времени и в пространстве. Наиболее интенсивно освоенные территории исторически расположены в Европе и в Северной Америке. На наиболее интенсивно освоенных территориях в настоящее время уровень антропогенного воздействия снижен в результате снижения интенсивности производства (за счет переноса производства в страны третьего мира). Также ключевым фактором для снижения антропогенного воздействия является постепенное приостановление роста населения в этих странах.

Подходы к оценке допустимой антропогенной нагрузке на окружающую среду. Оценка допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду проводятся преимущественно методами биотестирования. Использование биоиндикационных методов для оценки допустимой антропогенной нагрузке на окружающую среду в широкой практике не используется. Это связано с

тем, что в таком случае нельзя не оценивать эволюционные процессы, которые происходят в природных популяциях.

Научные основы мониторинга окружающей среды на региональном и глобальном уровнях. Реализация комплексного анализа состояния окружающей среды чаще всего проводятся мониторинговые исследования. Мониторинговые исследования важны для оценки и прогнозирования экологических рисков, обусловленных негативным воздействием антропогенных факторов, необходимо иметь актуальную и объективную информацию о состоянии загрязнения окружающей среды в целом и ее отдельных компонентов, о тенденциях изменения окружающей среды.

Контролем естественных изменений и загрязнений природной среды уже многие годы занимаются различные геофизические службы – метеорологические, гидрологические, океанографические, ионосферные, сейсмические и другие.

Для выявления антропогенных изменений и загрязнений природной среды на фоне естественных в настоящее время создана специальная информационная система наблюдения и анализа состояния и изменений природной среды, обусловленных ее антропогенным загрязнением и негативным воздействием других антропогенных факторов.

Опыт проведения комплексных биоиндикационных исследований

Проведение комплексных биоиндикационных исследований проводится в рамках целого ряда исследований мониторингового характера.

Комплексные биоиндикационные исследования проводятся главным образом на крупных промышленных предприятиях, связанных с высоким уровнем загрязнения окружающей среды, а также при крупных техногенных катастрофах. В ряде случаев такие исследования проводятся на территориях, подверженных военным испытаниям.

Тема 5. Группы организмов-индикаторов состояния окружающей среды.

Группы организмов-индикаторов состояния окружающей среды

В лекции приводится краткий общий обзор основных систематических групп организмов-индикаторов. Рассматриваются различные методические подходы к оценке состояния окружающей среды для различных организмов-индикаторов.

Ключевые слова: организмы-индикаторы, методические подходы к проведению биоиндикационных исследований.

Список информационных ресурсов:

1. Алтухов Ю.П. Генетические процессы в популяциях. М.: ИКЦ «Академкнига», 2003. 431 с.
2. Биоиндикация и биомониторинг. М.: Наука, 1991, 288 с.
3. Биоиндикация в городах и пригородных зонах. Сб. науч.ст. М.: Наука, 1993, 122 с.
4. Метелев В.В. Водная токсикология. М., Колос, 1971. 247 с.
5. Экология города Казани. Казань: Фэн, 2005. 576 с.
6. Биологический контроль <http://www.biocontrol.narod.ru/index.htm>

Глоссарий.

Организмы-индикаторы – живые организмы, которые применяются при биоиндикационных исследованиях.

Адаптация – приспособление живого организма к постоянно изменяющимся условиям существования во внешней среде, выработанного в процессе эволюционного развития.

Генотипическая адаптация – изменение генофонда вида путем естественного отбора по показателю максимальной устойчивости неравновесного термодинамического состояния.

Фенотипическая адаптация – свойство организма изменять свои биологические параметры при постоянно изменяющихся условиях внешней среды для обеспечения устойчивости неравновесного термодинамического

состояния.

Вопросы для изучения:

1. Специфика живых систем, как объектов биологической индикации.
2. Основные требования к организмам-индикаторам.
3. Возможность применения отдельных групп организмов для проведения биоиндикационных исследований.

Специфика живых систем, как объектов биологической индикации.

Ключевым аспектом в использовании биоиндикаторов для оценки состояния окружающей среды является способность биологических систем к адаптации.

Основные требования к организмам-индикаторам

Требования к организмам-индикаторам одинаковы на всех уровнях организации живой материи:

1. Быть типичным для данных условий.
2. Иметь высокую численность в исследуемом экотопе.
3. Обитать в данном месте в течение ряда лет, что дает возможность проследить динамику загрязнения.
4. Находиться в условиях, удобных для отбора проб.
5. Давать возможность проводить прямые анализы без предварительного концентрирования проб.
6. Характеризоваться положительной корреляцией между концентрацией загрязняющих веществ в организме-индикаторе и объекте исследования.
7. Использоваться в естественных условиях его существования.
8. Иметь короткий период онтогенеза чтобы была возможность отслеживания влияния фактора на последующие поколения.

Возможность применения отдельных групп организмов для проведения биоиндикационных исследований

С помощью растений можно проводить биоиндикацию всех природных сред. Индикаторные растения используются при оценке механического и кислотного состава почв, их плодородия, увлажнения и засоления, степени

минерализации грунтовых вод и степени загрязнения атмосферного воздуха газообразными соединениями, а также при выявлении трофических свойств водоемов и степени их загрязнения поллютантами.

Животные также служат хорошими индикаторами состояния среды. Для того чтобы иметь возможность сравнивать материал, собранный разными исследователями в различных районах, набор видов-индикаторов должен быть един и невелик.

Микроорганизмы – наиболее быстро реагирующие на изменение окружающей среды биоиндикаторы. Их развитие и активность находятся в прямой связи с составом органических и неорганических веществ в среде, так как микроорганизмы способны разрушать соединения естественного и антропогенного происхождения. На этом основаны принципы биоиндикации с использованием микроорганизмов. Необходимо иметь сведения о составе, количестве и функциональной активности последних.

Широко применяются симбиотические организмы – лишайники. Симбиоз широко распространен в природе, а симбиотические ассоциации часто играют ключевую роль в поддержании нормального функционирования наземных, пресноводных и морских экосистем. Симбиоз грибов и азотфиксирующих бактерий с высшими растениями и водорослей с грибами обеспечил процветание этих ассоциаций в наземной среде. Лишайники, симбиотическая ассоциация водорослей и грибов, очень чувствительны к качеству среды и уже давно используются как традиционные биомаркеры состояния атмосферного воздуха.

Тема 6. Различные группы животных как биоиндикаторы состояния среды

Лекция посвящена специфике применения различных животных в системе биологической индикации состояния окружающей среды. Приводятся различные особенности представителей царства животных в качестве организмов-индикаторов. Описана сущность адаптационных процессов у

животных.

Ключевые слова: животные, адаптация, типы адаптаций.

Глоссарий.

Толерантность организмов – устойчивость живых организмов к негативному антропогенному воздействию.

Список информационных ресурсов:

1. Алтухов Ю.П. Генетические процессы в популяциях. М.: ИКЦ «Академкнига», 2003. 431 с.
2. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование. М.: Академия, 2007. 288 с.
3. Вершинин В.Л. Биота урбанизированных территорий. Екатеринбург, 2007. 85 с.
4. Константинов А.С. Общая гидробиология. М., Высшая школа, 1979. 480 с.
5. Метелев В.В. Водная токсикология. М., Колос, 1971. 247 с.
6. Экология города Казани. Казань: Фэн, 2005. 576 с.
7. Биота урбанизированных территорий
<http://elar.urfu.ru/handle/10995/136>
[9 http://hdl.handle.net/10995/1369](http://hdl.handle.net/10995/1369)

Вопросы для изучения:

1. Специфика организации животных с позиции возможности использования их в качестве биологических индикаторов состояния окружающей среды.
2. Роль животных в экосистемах.
3. Адаптивные возможности животных, как индикатор состояния окружающей среды.
4. Физиологическая близость животных к человеку, как удобство экстраполяции результатов биологической индикации состояния окружающей среды.

Специфика организации животных с позиции возможности

использования их в качестве биологических индикаторов состояния окружающей среды

Животные являются консументами. Это определяется спецификой строения животной клетки. Это также определяется особенностями использования животных в качестве биологических индикаторов.

Дифференциация тканей у многоклеточных животных выше, чем у растений. Различные ткани животных происходит из различных зародышевых листков. Для многоклеточных животных характерно наличие сложного жизненного цикла.

Роль животных в экосистемах. В экосистемах животные выступают, как правило, в роли консументов. Исключение составляют ряд одноклеточных и колониальных жгутиконосцев.

Последние при наличии благоприятных условий (солнечный свет) способны к автотрофному способу питания.

Адаптивные возможности животных, как индикатор состояния окружающей среды

Динамика изменчивости основных морфологических показателей, в зависимости от степени трансформации экосистемы, отражает наличие адаптивных сдвигов в популяциях с наиболее трансформированных территорий, что представляет собой логический ответ на действие новых факторов, оказывающих влияние на особей из популяций, населяющих слаботрансформированные территории. Это косвенно подтверждается данными по нервно-мышечной аккомодометрии, свидетельствующих о наличии физиологических адаптаций у животных, обитающих в зонах с промежуточным уровнем трансформации и отсутствию таковых в популяциях из наиболее трансформированных и контрольных территорий.

В результате антропогенной трансформации среды отмечаются изменения в следующих демографических параметрах популяций мелких млекопитающих: увеличивается скорость полового созревания молодняка, изменяется соотношение полов в сторону преобладания самок, меняется

соотношение функциональных возрастных групп в сторону быстрорастущих и быстросозревающих особей, увеличивается подвижность населения.

У взрослых животных из популяций амфибий с городских и пригородных территорий сходна картина зональных различий в потреблении кислорода и индексов печени, а также индексов сердца сеголеток и порога возбуждения мышцы. Это говорит о реальном существовании определенных закономерных изменений в городских популяциях и о возможности применения морфофизиологических индексов для популяционных исследований сдвигов в организме животных, происходящих под действием антропогенных факторов.

Рост толерантности эмбрионов, личинок и сеголеток отражает увеличение адаптивного потенциала популяции в быстро меняющихся условиях урбанизированных ландшафтов. Высокая потенциальная толерантность, реализующаяся при возникновении благоприятных условий – следствие адаптивных изменений, способствующих поддержанию воспроизводства популяций на территории городской агломерации в условиях урбанизации и загрязнения в популяциях городской черты.

Физиологическая близость животных к человеку, как удобство экстраполяции результатов биологической индикации состояния окружающей среды. Согласно эволюционным взглядам, человек находится в биологическом родстве с животными. Фактически это позволило принять допуск о том, что у человека и человекообразных обезьян существуют сходные физиологические реакции. Опыт изучения приматов вообще в прошлые столетия дал богатый материал для подобного рода утверждения.

Изучение генома человека на рубеже тысячелетий позволил выявить колоссальное сходство геномов человека и животных – свыше 90% генома человека сходно с геномом ряда видов млекопитающих.

Многие основы физиологии человека были изначально открыты на земноводных и на тараканах. Уже потом эти данные удалось воспроизвести, в том числе, и для человека. Еще одним аргументом является биогенетический

закон.

Тема 7. Позвоночные животные как биоиндикаторы состояния окружающей среды

Лекция посвящена вопросам использования позвоночных животных в системе биоиндикации состояния окружающей среды. Рассматривается имеющийся опыт проведения такого рода исследований, а также основные методические подходы применения позвоночных в качестве организмов-индикаторов.

Ключевые слова: позвоночные, адаптация, популяции, стабильность развития.

Глоссарий.

Метод морфофизиологических индикаторов – метод оценки физиологического состояния отдельных органов и систем органов по их относительному весу.

Список информационных ресурсов:

1. Мухутдинов А.А., Борознов Н.И., Петров Б.Г., Мухутдинова Т.З., Шаяхметов Д.К.. Основы и менеджмент промышленной экологии. Казань, Изд-во «Магариф», 1998, 403 с.
2. Биологический контроль <http://www.biocontrol.narod.ru/index.htm>
3. Центр экологической политики России <http://www.ecopolicy.ru/>

Вопросы для изучения:

1. Опыт оценки различных параметров позвоночных животных при оценке состояния окружающей среды.
2. Основные подходы к оценке состояния окружающей среды при помощи позвоночных животных.
3. Современные подходы к оценке состояния окружающей среды при помощи позвоночных животных.
4. Методические сложности интерпретации полученных

результатов.

Опыт оценки различных параметров позвоночных животных при оценке состояния окружающей среды

Позвоночные животные являются представителями единственного типа в царстве животных - типа хордовых. В настоящее время накоплен достаточно богатый опыт проведения биоиндикационных исследований с использованием позвоночных животных в качестве объектов.

Основные подходы к оценке состояния окружающей среды при помощи позвоночных животных

Исторически основным подходом в оценке состояния окружающей среды является оценка биологического разнообразия. Чаще всего этот подход используется для населения птиц. Есть примеры применения такого подхода на примере млекопитающих.

Основными показателями являются индекс Шеннона-Уивера и индекс доминирования Симпсона.

Значительно более точные данные демонстрируют исследования на популяционном уровне. Информативным показателем является половозрастная структура популяций.

Менее широкое распространение получила методика, основанная на оценке содержания поллютантов в организме животных. В организме аккумулирующих индикаторов происходит дифференциальное накопление поллютантов.

Для ряда видов существует методика измерения генетической структуры популяций. Это возможно только для видов, у которых внешние признаки генетически обусловлены. Примером может быть меланизм городских популяций голубей.

Во второй половине прошлого столетия в нашей стране широкое распространение получила методика морфофизиологических индикаторов.

Широкое распространение получают гематологические методы оценки состояния окружающей среды.

Современные подходы к оценке состояния окружающей среды при помощи позвоночных животных. Наряду с традиционными исследованиями все активнее используются и перспективные методические подходы. В частности большую популярность завоевал метод оценки стабильности развития по измерению величины флуктуирующей асимметрии.

Методические сложности интерпретации полученных результатов. Применение в качестве объектов для проведения биоиндикационных работ позвоночных животных сопряжено с некоторыми методическими сложностями, которые могут наложить отпечаток на конечный результат. В этой связи необходимо учитывать некоторые аспекты при интерпретации результатов – высокая подвижность некоторых групп; большой размах колебаний численности некоторых видов.

Тема 8. Беспозвоночные животные как биоиндикаторы состояния окружающей среды

В лекции кратко рассматриваются вопросы многообразия беспозвоночных животных, а также указываются основные систематические группы, которые применяются в качестве организмов-индикаторов. Даются методологические ограничения использования беспозвоночных животных для биологической индикации состояния окружающей среды.

Ключевые слова: консументы, показатели биологического разнообразия и доминирования.

Глоссарий.

Гомеостаз – состояние подвижного динамического равновесия природной системы или отдельного организма, которое поддерживается сложным комплексом приспособительных реакций и регулируется возобновлением основных структур.

Экотоксикология – междисциплинарное направление, связанное с токсическими эффектами химических веществ на живые организмы и

биоценозы, входящие в состав экосистем.

Список информационных ресурсов:

1. Мухутдинов А.А., Борознов Н.И., Петров Б.Г., Мухутдинова Т.З., Шаяхметов Д.К.. Основы и менеджмент промышленной экологии. Казань, Изд-во «Магариф», 1998, 403 с.
2. Биологический контроль <http://www.biocontrol.narod.ru/index.htm>
3. Количественная гидроэкология
<http://www.ievbras.ru/ecostat/Kiril/Library/Book1/Content0/Content0.htm#Ref>

Вопросы для изучения:

1. Роль беспозвоночных животных в экосистемах.
2. Специфика беспозвоночных животных в качестве индикаторов состояния окружающей среды.
3. Опыт оценки состояния окружающей среды с использованием беспозвоночных животных.
4. Специфика использования беспозвоночных животных в качестве индикаторов состояния окружающей среды наземных и водных экосистем.

Роль беспозвоночных животных в экосистемах. Все животные, населяющие нашу планету, составляют ее животный мир. Видовой состав животного мира Земли изучен еще не в полной мере. По средним данным, в настоящее время известно около 2 млн. видов животных. Но когда классификация ныне живущих видов будет завершена, число видов будет приближаться к 4 млн. Трудно рассчитать, сколько существовало видов животных во все предыдущие геологические эпохи. По-видимому, их было во много раз больше, чем современных. Но сейчас нам известно лишь около 130 тыс. ископаемых видов в связи с неполнотой геологической летописи. Численность и биомасса животных на земле не поддается исчислению. Специфика беспозвоночных животных.

Значительное число видов дают исследователям широкие возможности

для применения в различных целях. При изучении реакций беспозвоночных животных чаще всего используются представители только пяти основных типов.

Для большинства беспозвоночных свойственны сравнительно небольшие размеры при высокой численности. Соответственно, эффективным инструментом для биоиндикации является численность животных. Данный показатель может оцениваться как непосредственным образом путем подсчета, так и на основе следов жизнедеятельности (относительный подсчет).

При анализе получаемых данных интерпретация основывается на принципе – более высокий показатель биологического разнообразия свидетельствует о более низком уровне антропогенного воздействия. Обратным образом следует интерпретировать результаты анализа по индексу доминирования – чем он выше, тем более однородным является сообщество и тем выше здесь антропогенное воздействие. Однако, следует помнить, что это несправедливо при включении в анализ данных пограничных биотопов.

Сравнительно реже беспозвоночные используются в качестве организмов-индикаторов на популяционном, организменном уровнях. Чаще всего используется анализ генетической структуры популяций для оценки состояния окружающей среды. Наиболее простым примером является анализ цветового полиморфизма.

Интересным направлением является работа с лабораторными популяциями плодовой мушки дрозофилы *Drosophila melanogaster*. Обычно проводится оценка состояния окружающей среды не «чистым» биотестированием. Для оценки состояния окружающей среды берется какой-либо субстрат, который добавляется в корм. В результате лабораторные животные получают в корм полный спектр поллютантов.

Опыт оценки состояния окружающей среды с использованием беспозвоночных животных. Изучение состояния окружающей среды при помощи беспозвоночных имеет широкое распространение. Широта

распространения разнообразных групп беспозвоночных позволяет достаточно эффективно проводить оценку состояния окружающей среды при антропогенном химическом загрязнении, антропогенном радиационном загрязнении, на урбанизированных территориях.

Специфика использования беспозвоночных животных в качестве индикаторов состояния окружающей среды наземных и водных экосистем. Несмотря на доступность беспозвоночных животных в качестве объекта биоиндикационных исследований существует ряд ограничений, которые необходимо учитывать: ограниченность активности в ряде природно-климатических зон; сравнительно короткий жизненный цикл у подавляющего большинства видов; значительные колебания численности ряда видов по годам.

Тема 9. Организмы почвы в биоиндикационных исследованиях. Организмы почвы в биоиндикационных исследованиях

Лекция посвящена биологической индикации почв. В качестве индикаторов состояния почвенного покрова эффективно применяются почвенные беспозвоночные. Наиболее распространенной группой являются организмы мезофауны. Эта группа широко применяется для проведения биоиндикационных исследований. Рассматриваются основные показатели, которые применяются при биоиндикации состояния почвенного покрова. приводятся основные требования к биоиндикации почв.

Ключевые слова: почвенные беспозвоночные, показатели биологического разнообразия и доминирования, мезофауна.

Глоссарий.

«Экологический стандарт» вида – потребности вида в определенном комплексе условий среды

Геобионты – постоянные обитатели почв.

Геофилы – животные, живущие в почве на протяжении части

жизненного цикла.

Геоксены – животные, лишь временно укрывающиеся в почве.

Список информационных ресурсов:

1. Мухутдинов А.А., Борознов Н.И., Петров Б.Г., Мухутдинова Т.З., Шаяхметов Д.К.. Основы и менеджмент промышленной экологии. Казань, Изд-во «Магариф», 1998, 403 с.
2. Биологический контроль <http://www.biocontrol.narod.ru/index.htm>

Вопросы для изучения:

1. Почвенные беспозвоночные (мезофауна) - биоиндикаторы индустриальных загрязнений.
2. Опыт применения методов биоиндикации с использованием мезофауны.
3. Методические требования при использовании почвенных беспозвоночных в качестве индикаторов состояния окружающей среды.

Почвенные беспозвоночные (мезофауна) – биоиндикаторы индустриальных загрязнений. Теоретической предпосылкой применения почвенно-зоологического метода для целей диагностики почв является сформулированное М.С. Гиляровым в 1949 г. представление об «экологическом стандарте» вида. Это положение представляет собой общий теоретический принцип в биологической диагностике. Однако использование для индикации одного вида не дает полной уверенности в правильности выводов (здесь имеет место «правило смены местообитаний» и как следствие смена экологических характеристик вида). Лучше исследовать весь комплекс организмов, из которых одни могут быть индикаторами на влажность, другие – на температуру, третьи – на химический или механический состав.

Опыт применения методов биоиндикации с использованием мезофауны. Необходимость оценки состояния почвенного покрова проявляется фактически всегда. В этой связи оценка состояния почвенного покрова с использованием почвенных животных проводится повсеместно. Следует

отметить, что чаще всего это относится к территориям, подверженным химическому и/или радиационному загрязнению.

Специфичность работ требует достаточно продолжительного подготовительного периода. В этой связи подавляющее большинство исследований, в которых проводится изучение показателей почвенных беспозвоночных, как правило, носят комплексный характер.

Методические требования при использовании почвенных беспозвоночных в качестве индикаторов состояния окружающей среды. Видовое биоразнообразие – наиболее часто используемый показатель, учитывающий два компонента – видовое разнообразие (количество видов, наблюдаемых в естественных условиях обитания на определенной площади или объеме) и количественное распределение по видам. Количественно видовое разнообразие характеризуют с помощью индексов. Наиболее широко используют индекс Симпсона.

Тема 10. Особенности индикации в водной среде. Основные направления осуществления биоиндикации водной среды

В лекции рассматривается специфика водной среды для оценки с помощью биоиндикаторов. Приводятся основные нормативные показатели качества воды. Рассмотрены основные группы организмов, которые применяются в биоиндикации водных объектов.

Ключевые слова: свойства воды, нормативные показатели, гидробионты.

Глоссарий.

Нормативные показатели - уровни загрязнения окружающей среды по отдельному поллютанту, которые базируются на основе исследований лабораторных популяций живых организмов.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) – уровень загрязнения окружающей среды отдельным поллютантом, который соответствует уровню

летальной дозы 50 (ЛД50) для лабораторной популяции.

Эмиссионные нормативы - нормативы предельно допустимых выбросов (ПДВ), сбросов (ПДС) вредных веществ, биологически загрязняющих веществ.

Список информационных ресурсов:

1. Безель В.С., Большаков В.Н., Воробейчик Е.Л. Популяционная экотоксикология. М.: Наука, 1994. 80 с.
2. Биоиндикация в мониторинге пресноводных экосистем II. Сборник материалов международной конференции. С-Пб.: Любавич, 2011. 264 с.
3. Меньшиков В.В., Савельева Т.В. Методы оценки загрязнения окружающей среды. Учебн. Пособие М.: МНЭПУ 2000, 58 с.
4. Экология города Казани. Казань: Фэн, 2005. 576 с.
5. Биота уранизированных территорий
<http://elar.urfu.ru/handle/10995/136>
[9 http://hdl.handle.net/10995/1369](http://hdl.handle.net/10995/1369)
6. Количественная гидроэкология
<http://www.ievbras.ru/ecostat/Kiril/Library/Book1/Content0/Content0.htm#Ref>

Вопросы для изучения:

1. Специфика водной среды как объекта индикации.
2. Нормативные показатели загрязнения и состояние гидробионтов.
3. Основные группы организмов, применяемых для индикации состояния водных экосистем.

Специфика водной среды как объекта индикации. Считается, что уровень потребления воды характеризует уровень технического и культурного развития общества. На питье и приготовление пищи человек затрачивает не более 10% потребляемой воды, а в среднем бытовое потребление в развитых странах составляет 220-320 л/сут.

Основные отрасли, которые потребляют наибольшее количество воды в

глобальном масштабе: сельское хозяйство; промышленность; коммунальное хозяйство.

Непрерывный рост потребления воды сопряжен с процессом неуклонного снижения ее качества в результате загрязнения. Еще одним важным фактором является трансформация природных водоемов, например, при строительстве ГЭС или оросительных каналов. Оценка состояния водоемов сопряжена с особенностью воды как вещества.

Специфичность водной среды обуславливает и специфику в качестве среды, в которой проводятся биоиндикационные исследования. необходимо отметить следующие основные аспекты: сравнительно высокая однородность среды; сравнительно низкая скорость изменения основных физических параметров (температура, плотность); высокая скорость распространения поллютанта; высокая способность к растворению поллютантов.

Нормативные показатели загрязнения и состояние гидробионтов

Указанные выше особенности водной среды дают возможность относительно успешно решать задачи: для проведения исследований с применением тестовых организмов (биотестирование); проводить достоверные исследования для нормирования антропогенной нагрузки на окружающую среду.

Перечисленные аспекты фактически позволяют рассматривать воду в качестве удобного объекта для создания разнообразных нормативов качества окружающей среды и эмиссионные нормативы.

Основные группы организмов, применяемых для индикации состояния водных экосистем. В качестве биоиндикаторов качества водной среды, состояния гидрэкосистем и их антропогенных изменений могут использоваться практически любые гидробионты, их популяции и сообщества. Результативность биоиндикации определяется при этом соответствием ее целей особенностям выбранного индикатора. Так, для индикации краткосрочных воздействий, вызывающих непродолжительные обратимые изменения среды, удобно ориентироваться по состоянию

сообществ фито-, зоо- и бактериопланктона, а также зообентоса. Зообентос принято делить на микро-, мезо- (или мейо-) и макробентос. К мейобентосу относятся организмы длиной менее 0.1 мм, к мезобентосу – длиной от 0,1 до 2 мм, к макробентосу – более крупные. Наиболее часто при биоиндикации используется макрозообентос, поскольку он наиболее доступен учету и наиболее подробно изучен. Кроме того, основу пресноводного макрозообентоса чаще всего составляют личинки насекомых, которые, по сравнению с другими гидробионтами, отличаются повышенной чувствительностью к токсическим воздействиям и другим изменениям среды

Их характеристики в большей степени отражают текущее, а не общее состояние экосистемы или тенденции ее долговременного изменения. При необходимости получения интегральной оценки состояния экосистемы, без уточнения его особенностей в различных участках акватории или биотопах, удобно использовать как биоиндикатор ихтиофауну. Некоторые виды загрязнений, поступающих с водосборной территории, хорошо отражаются в структуре высшей водной растительности.

Тема 11. Биологическая индикация загрязнения водоемов. Индикация загрязнения водоемов по состоянию организмов, популяций и биоценозов.

Гидробиологический мониторинг

Лекция посвящена ведению биоиндикационных исследований водоемов. Приводятся основные показатели, которые применяются для биоиндикации состояния водоемов. Рассмотрены основные принципы ведения биологического мониторинга состояния водоемов.

Ключевые слова: сапробность, индекс Вудивисса, гидробионты.

Глоссарий.

Сапробность – комплекс физиолого-биохимических свойств организма, обуславливающий его способность обитать в воде с тем или иным содержанием органических веществ, то есть с той или иной степенью

загрязнения.

Список информационных ресурсов:

1. Биоиндикация в мониторинге пресноводных экосистем II. Сборник материалов международной конференции. С-Пб.: Любавич, 2011. 264 с.
2. Меньшиков В.В., Савельева Т.В. Методы оценки загрязнения окружающей среды. Учебн. Пособие М.: МНЭПУ 2000, 58 с.
3. Биоиндикация в мониторинге пресноводных экосистем II. Сборник материалов международной конференции. С-Пб.: Любавич, 2011. 264 с.
4. Экология города Казани. Казань: Фэн, 2005. 576 с.
5. Биота уранизированных территорий
<http://elar.urfu.ru/handle/10995/1369>
<http://hdl.handle.net/10995/1369>
6. Количественная гидроэкология
<http://www.ievbras.ru/ecostat/Kiril/Library/Book1/Content0/Content0.htm#Ref>

Вопросы для изучения:

1. Система сапробности.
2. Биотический индекс Вудивисса.
3. Достоинства и недостатки подходов.
4. Новые подходы к оценке состояния водных экосистем.
5. Гидробиологический мониторинг, как основа адекватности оценки состояния водных экосистем.

Система сапробности. Экологическая оценка степени загрязнения водоемов основана главным образом на учете количества присутствующего в воде органического вещества в разных его формах. Биологическое состояние водоема, определяемое концентрацией органических веществ и

интенсивностью процессов их разложения, получило название сапробности.

Водоемы или их зоны в зависимости от степени загрязнения органическими веществами подразделяются на 4 группы: катаробные; лимносапробные; эусапробные; транссапробные.

Биотический индекс Вудивисса. Этот метод оценки пригоден только для исследования рек умеренного пояса и не подходит для озер и прудов. Оценка состояния рек проводится по 15-балльной шкале. В этом методе используется показатель, который называется биотический индекс Вудивисса. Его определяют по специальной таблице.

Согласно биотическому индексу Вудивисса, по мере повышения уровня загрязненности вод происходит изменение видовой структуры бентосных организмов. Вследствие, чего происходит отмирание индикаторных таксонов, достигших предела толерантности.

Достоинства и недостатки подходов. Все перечисленные выше методы оценки качества воды в водоемах позволяют проводить биоиндикационные исследования в различных водоемах. Как правило, получаемые результаты хорошо коррелируют с нормативными показателями.

Однако, в ряде случаев применение индекса Вудивисса и аналогичных не дает полной картины изменения биотического компонента экосистемы водоемов. Речь идет о таком параметре, как отдаленные последствия негативного воздействия.

Новые подходы к оценке состояния водных экосистем. Среди современных подходов к оценке состояния водных экосистем с использованием гидробионтов перспективными являются: популяционный; анализ стабильности развития популяций организмов-индикаторов; анализ накопления поллютантов в различных частях организмов-индикаторов. Гидробиологический мониторинг, как основа адекватности оценки состояния водных экосистем.

Высокая потребность непрерывной оценки состояния природных водоемов ставит задачу проведения по ведению непрерывного мониторинга. Как правило, наряду с анализами химических компонентов проводится анализ и по гидробиологическим характеристикам. В этой связи существуют определенные требования.

Тема 12. Лихеноиндикация, ее значение. Грибы в системе биоиндикации радиационных нагрузок

Лекция посвящена биоиндикации с использованием лишайников в качестве объектов исследования – лихеноиндикации. Рассматриваются особенности организации лишайников, как симбиотических организмов. Приводятся основные методические подходы к оценке качества воздуха. Также в лекции приведены данные о применении грибов в качестве организмов-индикаторов.

Ключевые слова: лишайники, лихеноиндикация, грибы.

Глоссарий.

Лихеноиндикация – это определение качества атмосферного воздуха с помощью лишайников.

Список информационных ресурсов:

1. Мухутдинов А.А., Борознов Н.И., Петров Б.Г., Мухутдинова Т.З., Шаяхметов Д.К.. Основы и менеджмент промышленной экологии. Казань, Изд-во «Магариф», 1998, 403 с.
2. Биологический контроль <http://www.biocontrol.narod.ru/index.htm>
3. Фундаментальна экология
http://www.sevin.ru/fundecology/humanecology/system_indicators_environment.html

Вопросы для изучения:

1. Особенности лишайников, как царства органического мира.
2. Основные показатели лишеноиндикации.
3. Достоинства и недостатки применения лишайников в качестве состояния окружающей среды.
4. Специфика применения грибов в качестве индикаторов состояния окружающей среды.

Особенности лишайников, как царства органического мира

Среди наиболее чувствительных объектов для измерения антропогенного загрязнения окружающей среды особое место принадлежит лишайникам. Лишайники представляют собой симбиотическую ассоциацию между грибом, обычно аскомицетом, но в некоторых случаях базидиомицетом, и одним (или более) фотосинтезирующим партнером - зеленой водорослью, или цианобактерией. Согласно данным современной систематики суммарное число описанных современной наукой видов лишайников в мире оценивается в интервале от 13 500 до 26 000. Следует отметить, что лишайники сами по себе не формируют какой-либо отдельной систематической группы. По этой причине в эволюционном смысле лишайники принято считать полифилетичными организмами.

Использование лишайников в качестве объектов биоиндикации состояния окружающей среды (атмосферы) получило название лишеноиндикации.

Основным методом лишеноиндикации является наблюдение за изменениями относительной численности лишайников. Для этого проводят измерения проективного покрытия лишайников на постоянных или переменных пробных площадях и получают среднее значение «проективного покрытия» (то есть площадь, которую занимает лишайник на стволе дерева) для исследуемой территории. Затем через определенный промежуток времени проводят повторные измерения. По изменению, как общего проективного покрытия, так и отдельных видов можно, используя шкалы чувствительности лишайников, судить об увеличении или уменьшении загрязнения

окружающей среды.

Основные показатели лишеноиндикации

В качестве основного показателя принято использовать проективное покрытие. Другим важным показателем, который используется в лишеноиндикации является класс полеотолерантности. На основе этого показателя потом производится расчет индекса полеотолерантности. Достоинства и недостатки применения лишайников в качестве состояния окружающей среды

Целесообразность использования лишайников в качестве объекта для проведения биоиндикационных исследований в настоящее время не подлежит сомнению.

Последний аспект в ряде случаев можно рассматривать в качестве недостатка. Дело в том, что лишайники практически отсутствуют при высоком уровне загрязнения атмосферы. Это затрудняет проведение адекватной оценки в определенных условиях.

Специфика применения грибов в качестве индикаторов состояния окружающей среды

Большое внимание в настоящее время уделяется автотрофному и гетеротрофному компоненту в проведении биоиндикационных исследований. Однако, существенная роль в функционировании экосистем принадлежит деструктивному компоненту. Удобным объектом для проведения такого рода исследований являются грибы.

Реакция грибов на техногенное загрязнение окружающей среды сегодня достаточно хорошо известна. Особенно наглядно такого рода работы, которые проводились на территориях, подверженных радиационному загрязнению.

Многие исследователи отмечают, что грибы интенсивно накапливают тяжелые металлы, более того, к некоторым из них имеют специфическое сродство. Они могут аккумулировать Cd, Cu, Zn, Hg и ряд других элементов

Накопительные свойства грибов определяются также условиями их произрастания, и в первую очередь степенью увлажнения почв. Так, на

увлажненных и переувлажненных лесных почвах (аккумулятивные ландшафты) грибы накапливают радиоактивного цезия на порядок больше, чем те же виды, растущие на автоморфных почвах с глубоким залеганием грунтовых вод (элювиальные ландшафты).

Тема 13. Высшие растения как биоиндикаторы антропогенного загрязнения

В данной лекции приводятся данные об использовании высших листостебельных растений в качестве объектов для проведения биоиндикационных исследований. Приводятся некоторые основные аспекты применения высших растений для биоиндикационных исследований. Приводятся основные методические подходы фитоиндикации.

Ключевые слова: фитоиндикация, высшие растения, уровни биоиндикации, стабильность развития.

Глоссарий.

Фитоиндикация – биоиндикация с использованием растений в качестве объектов.

Список информационных ресурсов:

1. Мухутдинов А.А., Борознов Н.И., Петров Б.Г., Мухутдинова Т.З., Шаяхметов Д.К.. Основы и менеджмент промышленной экологии. Казань, Изд-во «Магариф», 1998, 403 с.
2. Экология города Казани. Казань: ФЭН, 2005. 576 с.
3. Биологический контроль <http://www.biocontrol.narod.ru/index.htm>
4. Фундаментальна экология
http://www.sevin.ru/fundecology/humanecology/system_indicators_environment.html
5. Центр экологической политики России <http://www.ecopolicy.ru/>

Вопросы для изучения:

1. Специфика сосудистых растений, как объекта биологической индикации состояния окружающей среды.

2. Основные параметры, используемые для индикации при помощи высших растений.
3. Особенности интерпретации получаемых результатов.
4. Опыт биоиндикации при помощи высших растений.

Специфика сосудистых растений, как объекта биологической индикации состояния окружающей среды. Хорошим индикатором загрязнений окружающей среды являются биохимические, физиологические и морфологические микроскопические изменения на молекулярном, субклеточном, клеточном уровнях и макроскопические изменения на организменном уровне, происходящие у семенных растений под влиянием токсических веществ.

Основные свойства высших (листочетбельных) растений обусловлены строением растительной клетки. Основные параметры, используемые для индикации при помощи высших растений. При сильных воздействиях природных или антропогенных факторов, получивших название стрессоров, у живых организмов, включая семенные растения, возникают нарушения физиологических процессов и состояния напряжений. Стрессовые реакции организмов выражаются, прежде всего, в происходящих в клетках биофизических изменениях, направленных на преодоление действий этих факторов. Это позволяет использовать их на молекулярном уровне в качестве биоиндикаторов стрессоров.

Хорошими индикаторами нарушений обмена веществ служат ферменты. У многих ферментов при низких концентрациях стрессора наблюдается стимуляция активности, а при повышенных концентрациях - ее подавление. По изменению активности ряда ферментов можно оценить недостаток минеральных веществ у растений.

На субклеточном уровне стрессоры вызывают изменения в строении и функционировании органелл клетки. Важнейшую роль при этом играют биомембраны. К одномембранным органеллам клетки эукариотов относятся эндоплазматическая сеть, комплекс Гольджи, лизосомы, вакуоли; к

двумембранным – ядро, митохондрии и пластиды; к немембранным – рибосомы, хромосомы, микротрубочки.

Макроскопические реакции семенных растений на различные стрессоры проявляются прежде всего в изменении окраски листьев, к которым относятся хлорозы, пожелтения, побурение, побронзовение, посеребрение листьев; впечатление листьев пропитанных водой.

Хлороз выражается в побледнении окраски листьев между жилками при слабом воздействии газообразных веществ, у растений на отвалах. Пожелтение краев или определенных участков листьев происходит у лиственных деревьев под влиянием хлоридов, при авиаобработках культур пестицидами. Покраснение листьев у смородины отмечено под влиянием SO₂. Побурение, побронзовение, посеребрение листьев, видимость листьев, пропитанных водой, представляют собой первые стадии тяжелых некротических повреждений у лиственных и хвойных деревьев.

Внешним проявлением неблагоприятных условий окружающей среды являются некрозы. Некрозы - это отмирание ограниченных участков ткани листьев. Некрозы бывают точечные и пятнистые, межжилковые, краевые, «рыбьего скелета», верхушечные.

На популяционном уровне влияние загрязняющих веществ проявляется в изменении продуктивности, численности и возрастного состава популяций, обеднении их экотипов, переходе в ряде случаев к вегетативному размножению, ухудшении возобновления, а на биоценотическом – в снижении продуктивности, видового разнообразия, устойчивости фитоценозов.

Наиболее чутко на загрязнения реагирует продуктивность. Она может многократно возрасти в результате ослабления конкурирующих видов. В нарушенных растительных сообществах доля популяций с большой численностью обычно выше, чем в ненарушенных, а популяции с малой численностью находятся под большой угрозой вытеснения и исчезновения. В результате антропогенных нарушений одни популяции могут омолаживаться,

а другие – стареть в результате изменения естественного возобновления и продолжительности жизни.

В последние годы широкое распространение получила оценка стабильности развития. Этот метод достаточно прост, но существует ряд аспектов, которые необходимо учитывать.

Эти аспекты применимы почти ко всем группам организмов, которые используются при оценке стабильности развития.

Особенности интерпретации получаемых результатов

Специфичность растительных организмов в качестве объектов для биоиндикационных исследований такова заключается в специфике интерпретации результатов. В этой связи следует указать на основные сложности, связанные с этим.

Опыт биоиндикации при помощи высших растений

Биоиндикационные исследования с использованием высших растений успешно проводится как в условиях техногенного загрязнения, так и в условиях урбанизированных территорий.

Тема 14. Современные технологии в биоиндикации антропогенных изменений среды. Международное сотрудничество в области биоиндикации антропогенных изменений среды

Лекция посвящена подведению общего итога курса. Приведены основные принципы применения компьютерных баз данных в системе глобального мониторинга и биоиндикации.

Ключевые слова: унификация, международное сотрудничество.

Глоссарий.

Унификация – стандартизация методов биоиндикационных исследований и баз данных.

Список информационных ресурсов:

1. Биоиндикация в городах и пригородных зонах. Сб. науч.ст. М.:

Наука, 1993, 122 с.

2. Константинов А.С. Общая гидробиология. М., Высшая школа, 1979. 480 с.
3. Центр экологической политики России <http://www.ecopolicy.ru/>

Вопросы для изучения:

1. Общие принципы применения компьютерной техники. Преобразование полученных данных.
2. Система локального и глобального мониторинга. Приложение данных биоиндикации и биотестирования.

Общие принципы применения компьютерной техники. Преобразование полученных данных. Современные технологии по биологической индикации состояния окружающей среды основаны на следующих принципах: унификация методов исследования; формирование единых баз данных; организация международных исследований.

Большие возможности дает применение компьютерной техники. Формирование баз данных позволяет не только констатировать отдельные факты, но и строить разнообразные прогнозные модели.

Система локального и глобального мониторинга. Приложение данных биоиндикации и биотестирования. В настоящее время большое значение для развития системы оценки состояния окружающей среды имеет ведение мониторинга. Для этих целей подразделяют локальный и глобальный мониторинг. Как правило, речь идет о системе общепринятых нормативных показателей, которые собираются повсеместно.

Существует определенная сложность унификации получаемых сведений для экстраполяции в глобальном масштабе. Последний аспект чрезвычайно важен при общей оценке негативного антропогенного воздействия на окружающую среду. Суть этих затруднений заключается в следующем:

- Отсутствие унификации нормативных показателей в разных странах.
- Отсутствие единого метода сбора и обработки получаемых

данных.

- Отсутствие в подавляющем большинстве случаев, реальной оценки негативного воздействия деятельности человека на окружающую среду (не проводятся биоиндикационные исследования).
- Незаинтересованность ряда сторон в получении объективных данных.

Разрешение этих проблем возможно исключительно на основе разнообразных международных соглашений, которые основаны на принципах справедливой оценки.

Учебное издание

Замалетдинов Ренат Ирекович

БИОИНДИКАЦИЯ И ЭКОДИАГНОСТИКА ТЕРРИТОРИЙ. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ. КРАТКИЙ КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

Подписано в печать

Бумага офсетная. Печать цифровая.

Формат 60x84 1/16. Гарнитура «Times New Roman». Усл. печ. л. .

Тираж экз. Заказ

Отпечатано с готового оригинал-макета
в типографии Издательства Казанского университета

420008, г. Казань, ул. Профессора Нужи́на, 1/37
тел. (843) 233-73-59, 233-73-28