

Программа дисциплины «Биоиндикация и биомониторинг»

Автор: доц. И.М. Микляева

Цель освоения дисциплины - формирование представления об индикационной сущности отдельных видов растений, животных и их сообществ и возможностях использования их для индикации; получение знаний о механизме выявления трендов динамики экосистем, наблюдении и прогнозе этих изменений, их географической специфике; получение представления о решении экологических проблем на основе долговременного изучения состояния биологических компонентов экосистем.

Задачи:

- закрепление понимания экологической связи биоты – видов растений и животных и их сообществ с условиями местообитания и компонентами экосистем;
- изучение индикационных признаков видимых компонентов биоты, позволяющих выявлять скрытые компоненты биоты или их свойства, а также природные и антропогенные процессы, ход и направленность их развития;
- изучение концепции биомониторинга и его положения в общей структуре системы мониторинга;
- овладение методологией и современными методами биоиндикации и биомониторинга. ознакомление с современными методами биомониторинга, включая расчет допустимых нагрузок антропогенных факторов на природную среду, прогноз их воздействия, а также разработку мер по устранению негативных экологических ситуаций.
- ознакомление с возможностями практической реализации биомониторинга в России и других странах.

Место в структуре ООП

Данная дисциплина относится к вариативной части общепрофессионального блока, модуль «Прикладные направления экологии и биогеографии» 4-ой курс, 8 заключительный семестр бакалавриата.

Освоение данной дисциплины основывается на знаниях, умениях и навыках обучающихся, приобретенных в результате освоения предшествующих дисциплин, осваиваемых на географическом факультете. Дисциплина развивается во взаимодействии с биологическими, экологическими и смежными географическими и геологическими дисциплинами. Она ориентирована на студентов географического факультета, получающих подготовку для работы по широкому спектру географических и экологических вопросов, связанных с выявлением состояния природной среды и условий для жизни человека по составу, современному состоянию и жизнедеятельности физиономических компонентов биоты

В результате освоения дисциплины студент должен:

- **знать:** экологическую и географическую приуроченность основных видов растений, животных и их сообществ, взаимосвязь и взаимозависимость всех компонентов экосистемы; основные природные закономерности формирования и функционирования экосистем различного ранга; о необходимости применения в индикационных целях комплексного географического подхода в целях выявления экологических связей компонентов биоты с другими компонентами экосистемы; основные особенности организации и проведения биомониторинга на глобальном, региональном и локальном уровнях; современные тенденции изменения окружающей среды.
- **уметь:** выявлять основные экологические и антропогенные факторы, оказывающие воздействие на биоту, по ее современному состоянию (составу,

жизненности, морфологическим параметрам, структуре, продукции, ценотической роли и жизненной стратегии), интерпретировать полученные данные биомониторинга в индикационных и прогнозных целях. использовать основные методы биомониторинга, включая расчет допустимых нагрузок антропогенных факторов на природную среду, прогноз их воздействия, в целях оценки и прогноза экологической ситуации, разработки мер по устранению негативных экологических воздействий.

- **владеть:** методами выявления индикационных признаков видимых компонентов биоты (видов растений, животных и их сообществ) в целях индикации скрытых компонентов биоты и экосистемы, или их свойств, хода и направленности развития основных природных и антропогенных процессов; методами биомониторинга, осуществляемого по разным направлениям биоиндикации.

Содержание

Введение.

Объект, предмет и цели биоиндикации и биомониторинга.

Раздел 1. Основные положения биоиндикации и биомониторинга.

Тема 1. Теоретические основы биоиндикации. Основные этапы индикационных исследований.

Ф. Клеменс, как основоположник учения об индикации. Вклад В.И. Вернадского, В.В. Докучаева, П.А. Костычева, Б.Б. Плынова, Л.Г. Раменского, В.Н. Сукачева и др. Становление и развитие индикационного направления в трудах С.В. Викторова, А.П. Виноградова, Е.А. Востоковой, Е.Г. Мяло и др. Биоиндикаторы. Индикационные признаки, объект индикации, или индикат. Индикаторы: сильные, слабые, прямые, косвенные, постоянные, переменные, отрицательные, активные и пассивные. Сопряженность индикатора с объектом индикации, достоверность и значимость индикатора. Специфика, содержание и объем работ на основных этапах индикационных исследований: предполевой, полевой, завершающий камеральный.

Тема 2. Методология и научные основы биомониторинга.

Учения, сформировавшие научную базу биологического мониторинга: о сукцессиях растительного покрова, геохимия ландшафта и миграция геохимических элементов, географическая и экологическая обусловленность распространения видов растений, животных и их сообществ. Содержание и основные ступени биомониторинга для решения индикационных задач. Использование индикационных свойств видов растений и животных, растительного покрова и населения животных, их структуры и сукцессионной стадии для оценки современного состояния экосистем, характера и интенсивности антропогенного воздействия на экосистему и ее компоненты, а также экологической ситуации в регионах. Слежение за динамикой размерно-возрастного состава популяций разных биоморфологических типов растений; составом и соотношением в биоценозах жизненных форм растений, как показателей экологических и климатических условий.

Тема 3. Система мониторинга, основные этапы работ при проведении биомониторинга.

Особенности проведения наблюдений в пространстве и во времени за изменением состояния растительного покрова и населения животных, отражающих состояние окружающей среды. Специфика, содержание и объем работ на основных этапах исследований: предполевой, полевой, завершающий камеральный. Единая система экологического мониторинга (ЕГСЭМ) в России и за рубежом.

Тема 4. Использование экологических методов в индикационных исследованиях и для целей биомониторинга.

Экологические шкалы Раменского, метод совпадений Тюксена; экологические группы растений Элленберга, экологические ряды растительных сообществ, экологические корреляционные карты. Экологические свойства и экологическая индивидуальность видов растений. Выявление пороговых значений экологических факторов по изменению ценотической роли видов с разной экологической амплитудой. Слежение за динамикой экологических условий, реакцией на эти изменения разных видов растений и сформированных ими сообществ для решения индикационных задач и задач экологического мониторинга.

Раздел 2. Основные виды индикационных исследований.

Тема 5. Ботаническая индикация.

Применение в качестве индикационных признаков особенностей видов растений (экологических, морфологических, анатомических и др.) и их жизненных форм. Индикация особенностей экотопа по составу видов, их вегетативной и генеративной мощности, анатомическим и морфологическим отклонениям. Индикационное значение аутоэкологических и синэкологических свойств видов растений, их жизненного состояния, жизненности, обилия. Индикационное значение растительных сообществ и растительного покрова. Роль ценотических и эколого-ценотических групп, характерных видов, горизонтальной и вертикальной структуры растительных сообществ; комплексов и микропоясных рядов растительности для индикации природных и антропогенных процессов; сельскохозяйственной пригодности земель и их состояния. Значение эколого-динамических рядов растительности и макрокомбинаций. Слежение за изменением морфометрических показателей и анатомических особенностей видов растений; состоянием растительных сообществ и растительного покрова для решения индикационных задач и биомониторинга.

Тема 6. Зоологическая индикация.

Индикационное значение видового состава, жизненных форм, трофических групп животных и плотности населения животных. Индикация видов животных, ведущих скрытый образ жизни и их численности, по более заметным видам. Поведенческие и физиологические параметры животных, как индикаторы условий среды. Выявление по жизнедеятельности животных качества окружающей среды, сроков прохождения фенологических явлений природы и др. Индикация современного состояния экосистем, степени антропогенных нарушений, по видовому составу животных разных звеньев трофической цепи, их численности и жизнедеятельности, а также структуре населения животных. Слежение за изменениями видового состава, их морфо-анатомических показателей, поведенческих и физиологических параметров, численности видов животных, плотности населения животных для целей индикации и биомониторинга.

Тема 7. Биоиндикация.

Использование совокупности видов растений и животных, растительного покрова и населения животных для оценки современного состояния экосистем, их сукцессионной стадии, характера и интенсивности антропогенного воздействия на экосистему и ее компоненты, а также экологической ситуации в регионах. Основные параметры биоиндикаторов, используемые при биомониторинге.

Тема 8. Ландшафтная индикация.

Учения о сукцессиях растительного покрова, о геохимии ландшафта и миграции геохимических элементов, как научная база ландшафтной индикации. Роль ландшафтных и межландшафтных структур для индикации природных и антропогенных процессов. Индикация неотектонических процессов, разрывных нарушений, тектониче-

ских структур по сочетанию индикационных признаков растительных сообществ, форм и элементов рельефа и литологического состава пород, выступающих в качестве физиономических особенностей ландшафта. Индикация явлений природной очаговости болезней, связанных с определенными ландшафтами и ландшафтными районами. Особенности слежения за компонентами экосистемы для целей ландшафтной индикации мониторинга. Мониторинг экологических услуг.

Раздел 3. Основные направления исследований для целей биоиндикации и биомониторинга.

Тема 9. Индикация и биомониторинг характера и состояния поверхностных вод (реки, озера, пруды, водохранилища).

Растения (макрофиты, водоросли) и растительные сообщества, а также водные животные, как показатели степени загрязнения водоемов. Метод удельного соотношения организмов-индикаторов степени сапробности для выявления степени загрязнения водоемов. Использование в целях гидроиндикации размерно-возрастного состава популяций земноводных и пресмыкающихся, изменения их суточной и сезонной активности и характера питания. Слежение за состоянием водоемов по составу и численности компонентов биоты. Использование при мониторинге гигрофитов и гидрофитов – растений-индикаторов современных русловых процессов.

Тема 10. Индикация и биомониторинг характера и состояния подземных (грунтовых) вод.

Достоверность индикации распространения, глубины залегания, мощности горизонта, химического состава, динамики и генезиса грунтовых вод с помощью отдельных видов растений (фреатофиты, трихогидрофиты) и их сообществ. Мониторинг подземных вод по отклонениям в ритмах сезонного развития отдельных популяций растений (феноритмотипы), интенсивности транспирации растений. Слежение за состоянием и динамикой глубины залегания грунтовых вод с помощью биоиндикаторов.

Тема 11. Индикация и биомониторинг почвенного покрова и почвообразующих пород.

Виды растений и растительные сообщества – индикаторы свойств почв: гранулометрический состав, влажность, содержание гумуса и химических элементов, кислотность. Использование разных систематических групп животных для индикации свойств почв. Индикационные исследования в области агроэкологии. Виды растений, экологические группы (псаммофиты, литофиты, петрофиты и др.) и сообщества растений – индикаторы почвообразующих пород (геолого-генетических комплексов) и их литологического состава. Специфика работ по индикации таксономических единиц почвенного покрова. Использование при мониторинге видов растений, животных и их сообществ – индикаторов свойств почв.

Тема 12. Индикация и биомониторинг торфяной залежи.

Растительные индикаторы мощности залежи торфа на болотах и ее свойств – ботанического состава, степени разложения торфа, влажности, зольности, химического состава и др. Использование комплексного географического подхода для индикации строения залежи. Мониторинг состояния болот по видам растений и сообществам-индикаторам.

Тема 13. Индикация и биомониторинг содержания легкорастворимых солей и их соединений в почвах.

Степень засоления почв и подстилающих пород, распределение легкорастворимых солей по почвенному профилю. Экологические группы растений, как показатели химизма почвообразующих пород (гликофиты, кальцефиты и гипсофиты, галофиты, оксилофиты, нитрофиты). Выявление состава и концентрации солей в почвенном рас-

творе по жизненному состоянию и обилию растений-галофитов. Биомониторинг степени засоления почв и подстилающих пород, распределения легкорастворимых солей по почвенному профилю. Особенности слежения за ходом и направленностью процессов засоления почв по сообществам галофитов и с помощью эколого-динамических рядов сообществ.

Тема 14. Индикация и биомониторинг природных геохимических аномалий.

Индикация избытка или недостатка химических элементов или их соединений в почвах, подстилающих породах и грунтовых водах по видам растений. Использование для выявления ареалов рассеивания химических элементов или их соединений отклонений в морфологии видов (полиморфизм, гигантизм, карликовость, уродливые формы, заболевания, изменения окраски органов) и физиологии. Отсутствие растительного покрова как индикационный признак. Индикация повышенного содержания в субстрате химических элементов по растениям, накапливающим эти элементы (привычные концентраторы и непривычные концентраторы). Специфика проведения индикационных исследований, а также биомониторинга за динамикой состава и концентрацией химических элементов или их соединений в почвах, подстилающих породах и грунтовых водах для целей сельского хозяйства и поиска полезных ископаемых (битуминозные горные породы, горючие сланцы, залежи нефти и газа, радиоактивные руды и др.).

Тема 15. Индикация и биомониторинг антропогенных геохимических аномалий – (техногенного, сельскохозяйственного) загрязнения среды.

Индикация содержания токсичных химических элементов и их соединений в атмосфере, почве, воде и живых организмах по отклонениям анатомических и физиологических параметров у сосудистых растений, лишайников, грибов, отличающихся разной чувствительностью к загрязнению. Использование для этих целей растительных сообществ и их сукцессионных рядов. Индикация загрязнения почв нефтепродуктами, по активизации ростовых процессов у растений. Индикация радиоактивного загрязнения по реакции видов растений и грибов, растительных сообществ; по видам животных и их сообществам. Биомониторинг антропогенного загрязнения среды.

Тема 16. Индикация и биомониторинг природных и антропогенных процессов

Связанных с формированием, развитием, восстановлением и деградацией экосистем и их отдельных компонентов, неотектоническими движениями; эрозионных, денудационных, эоловых, гидрогеологических и др. Современная методология исследования основных процессов по роли и состоянию биоты. Специфика биомониторинга природных и антропогенных процессов. Индикационная роль видов сосудистых растений, лишайников, растительных сообществ и их эколого-динамических рядов, характера их пространственного размещения. Чуждые виды – индикаторы современных процессов первичного почвообразования, карстовых и склоновых, включающих лавино- и селеобразование. Индикация криогенных явлений и связанных с ними процессов: динамика состояния ледников, сезонного протаивания многолетней мерзлоты; термокарст, высота снежного покрова. Выявление реакции растений на условия экотопа, воздействия природных и антропогенных факторов по их вегетативной и генеративной мощности, анатомическим и морфологическим отклонениям. Использование для целей мониторинга растительных сообществ и их сукцессионных рядов. Степень синантропизации растительного покрова, как показатель антропогенного нарушения экосистем. Зонирование территории по степени нарушенности экосистем.

Тема 17. Прогнозная и ретроспективная индикация как составная часть биомониторинга.

Прогнозная индикация хода и направленности природных и антропогенных процессов, глобальных климатических изменений по видам растений, животных, их сообществам и сукцессионным рядам сообществ на основе биомониторинга. Прогнозная

индикация процессов миграции химических элементов и их соединений, в том числе биологического соленакопления на основе биомониторинга. Ретроспективная индикация экологических и климатических условий по ископаемым животным и растениям.

Тема 18. Географические закономерности распространения индикационных связей, экстраполяции данных, полученных при биомониторинге.

Факторы, обуславливающие географическую изменчивость индикационного значения видов и сообществ, используемого при биомониторинге. Изменение индикационного значения вида в зависимости от положения в ареале – универсальные (панареальные) и локальные индикаторы. Использование для индикации ареалогических групп растений. Учет географической и антропогенной компенсации природных факторов, экологической замещаемости видов растений и животных, а также реакции растений на воздействие экстремальных природных и антропогенных факторов. Биомониторинг, как обоснование дальности экстраполяции индикационных связей (внутриконтурная, внутриландшафтная, региональная, зональная, континентальная).

Тема 19. Индикационное дешифрирование космических снимков. Индикационное картографирование для целей биомониторинга.

Цели, задачи, специфика и методы дешифрирования космических снимков для разных направлений индикационных исследований и биомониторинга. Слежение за динамикой рисунка растительного покрова как индикатора экологических условий, характерных особенностей экосистем и их нарушенности, основных природных и антропогенных процессов. Особенности построения легенды индикационной карты. Оценочное и прогнозное картографирование с использованием индикационных признаков растительного покрова. Изменение объема биоиндикаторов в зависимости от масштаба исследований. Виды карт (индикационные, экологические корреляционные, оценочные), соответствующие основным направлениям индикационных исследований, их использование для целей биомониторинга.

Заключение.

Значение индикационных исследований и биомониторинга на современном этапе. Перспективные направления биоиндикации и биомониторинга.

Рекомендуемая литература:

Основная:

Биоиндикация экологического состояния равнинных рек. Под ред. О.В. Бухарина, Г.С. Розенберга. М.: Наука. 2007. 402 с.

Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование / под ред. О.П. Мелеховой, Е.И. Егоровой. М.: Академия. 2007. 287 с.

Мяло Е.Г. Экологический анализ растительного покрова как основа фитоиндикации и прогноза состояния экосистем. Дисс д.г.н. в виде научн. докл. М.: Изд-во Моск. ун-та. 2000. 57 с.

Дополнительная:

Биоиндикация радиоактивных загрязнений. М.: Наука. 1999. 383 с.

Викторов С.В., Чикишев А.Г. Ландшафтная индикация. М.: Наука. 1985 96 с.

Экологический мониторинг. Методы биомониторинга / Под ред. Д.Б. Гелашвили: в 2 ч. Н. Новгород: ННГУ, 1995.

Влияние промышленных предприятий на окружающую среду. Под ред. Д.А. Криволицкого. М.: Наука. 1987. 319 с.

Интернет-ресурсы:

Сайт биологического факультета БГУ <http://bioind.narod.ru>