

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

**Государственное образовательное учреждение высшего профессионального
образования «Уральский государственный университет им. А.М. Горького»**

ИОНЦ «ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ»

БИОЛОГИЧЕСКИЙ факультет

кафедра ЭКОЛОГИИ

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

**БИОЛОГИЧЕСКАЯ РЕКУЛЬТИВАЦИЯ И МОНИТОРИНГ
НАРУШЕННЫХ ПРОМЫШЛЕННОСТЬЮ ЗЕМЕЛЬ**

**Екатеринбург
2007**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

**Государственное образовательное учреждение высшего профессионального
образования «Уральский государственный университет им. А.М. Горького»**

ИОНЦ «ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ»

БИОЛОГИЧЕСКИЙ факультет

кафедра ЭКОЛОГИИ

**БИОЛОГИЧЕСКАЯ РЕКУЛЬТИВАЦИЯ И МОНИТОРИНГ
НАРУШЕННЫХ ПРОМЫШЛЕННОСТЬЮ ЗЕМЕЛЬ**

Методические указания по изучению дисциплины

Подпись руководителя ИОНЦ

Дата

**Екатеринбург
2007**

Составители: канд. биол. наук Т.С. Чибрик,
канд. биол. наук М.А. Глазырина,
канд. биол. наук Е.И. Филимонова,
канд. биол. наук Н.В. Лукина

Инновационный курс БСП «Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных промышленностью земель» в рамках УМК магистерской программы «Экология природопользования» нацелен на формирование у бакалавров и магистрантов современных научных представлений в области биологической рекультивации и мониторинга нарушенных промышленностью земель; ознакомление их с арсеналом новейших методов исследований, позволяющих выпускникам применить эти знания на практике; создание необходимых условий для подготовки высококвалифицированных кадров в междисциплинарных областях по экологии и рациональному природопользованию, популяционной экологии и морфологии, а также биомониторинга экосистем.

Наиболее полное изложение данной дисциплины дано в специально разработанном инновационном учебном пособии «Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных промышленностью земель» для бакалавров и магистрантов по специальности «экология» 020801 биологического факультета университета при углубленном изучении проблем культурфитоценологии, адаптационных возможностей видов растений и в целом автотрофного блока в техногенных экосистемах.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ «БИОЛОГИЧЕСКАЯ РЕКУЛЬТИВАЦИЯ И МОНИТОРИНГ НАРУШЕННЫХ ПРОМЫШЛЕННОСТЬЮ ЗЕМЕЛЬ»

1. Описание комплекта учебно-методических материалов и средств курса

Цель дисциплины: Изложение научных основ создания (конструирования) устойчивых, продуктивных, социально и хозяйственно ценных биогеоценозов на нарушенных промышленностью землях и результатов их мониторинга с целью определения продуктивности, устойчивости, прогноза развития и научно-обоснованного управления формирующимися в данных экотопах экосистемами.

Задачи дисциплины:

1). Знакомство с основными понятиями: нарушенные промышленностью земли, рекультивация, биологическая рекультивация и др.

2). Изучение основных типов нарушенных промышленностью земель и их существенные характеристики.

3). Изучение экологических основ биологической рекультивации нарушенных промышленностью земель.

4). Знакомство с основными направлениями биологической рекультивации нарушенных промышленностью земель.

5). Изучение основных направлений комплексных исследований и экологического мониторинга нарушенных промышленностью земель.

Структура курса «Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных промышленностью земель» представлена 6 лекциями (13 час.), 6 практическими лабораторными занятиями (23 час.) и итоговым зачетом по проверке усвоенных знаний. Для методического обеспечения курса разработаны программа курса, настоящие методические указания по изучению дисциплины, комплект вопросов для самопроверки знаний учащимися (69 вопросов), перечень тем для подготовки рефератов (24 темы), перечень тем для самостоятельной работы студентов (25 тем), комплект экзаменационных вопросов для проведения зачета (82 вопроса), презентации лекций в PowerPoint (более 400 слайдов).

2. Методические указания по лекционному сопровождению дисциплины

Научно-техническую основу рекультивации техногенных ландшафтов составляет синтетическая комплексная наука – биогеоценология, которая включает знания таких отраслей науки, как климатология, почвоведение, фитоценология, зоология, протистология, география, ландшафтоведение (Травлеев и др.).

Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных промышленностью земель – проблема комплексная. При ее проведении осуществляется моделирование экотопа (в первую очередь – эдафотопа), культурфитоценозов разного направления использования, создание (конструирование) устойчивых, продуктивных и хозяйственно ценных биогеоценозов. Решение этой проблемы, с одной стороны, является задачей нового научного направления – промышленной ботаники: выявление состава и особенностей роста и развития растений и установление сукцессионных смен фитоценозов техногенных ландшафтов, возникших как в процессе естественного восстановления растительного покрова, так и появившихся в процессе биологической рекультивации. С другой стороны, конструирование фитоценозов в этих специфических неозкотопах – задача культурфитоценологии и агрофитоценологии со всем комплексом возникших вопросов.

В Уральском госуниверситете более 40 лет проводятся комплексные исследования по проблеме биологической рекультивации нарушенных промышленностью земель. Техническая подготовка поверхности техногенных объектов (технический этап рекультивации) делает биологическую рекультивацию возможной, но не ликвидирует все неблагоприятные эдафические условия этих своеобразных экотопов. Преодоление или сведение к минимуму неблагоприятных экологических условий возможно в двух направлениях: за счет улучшения всеми доступными способами свойств субстрата (водно-физических, агрохимических и др.) и подбора подходящего для этих условий ассортимента видов. Программа УМКД и ее реализация строятся на опыте комплексных исследований, проведенных в УрГУ им. А. М. Горького с учетом опыта других научных коллективов таких, как Днепропетровский государственный аграрный уни-

верситет (ДГАУ, г. Днепропетровск), Днепропетровский национальный университет (ДНУ, г. Днепропетровск), Донецкий ботанический сад (ДонБС, г. Донецк) и др.

В основе биологическая рекультивация – своеобразный вид деятельности. Во-первых, она выделяется специфичностью субстратов, на которых конструируется биоценоз. Это или древние геологические породы, или продукты промышленной переработки, не имеющие аналогов в природе. Зачастую есть необходимость и некоторая возможность конструирования экотопа (рельеф, подбор подходящего по свойствам субстрата и т. п.). Во-вторых, при биологической рекультивации важным моментом является подбор ассортимента видов в зависимости от свойств субстрата отвалов и направления биологической рекультивации.

Экологический мониторинг нарушенных промышленностью земель заключается в сборе информации и создании базы данных для принятия стратегических и оперативных решений в системе управления деятельностью производственных предприятий, необходимых для обеспечения: экологической безопасности проектируемых и повышения экологической безопасности существующих производственных объектов; для организации контроля состояния окружающей среды в целях предотвращения негативных изменений экологической обстановки; для прогнозирования изменения состояния природных экосистем в целях корректировки проектных решений и своевременной разработки защитных и компенсационных мер по охране окружающей среды.

Организация и проведение локального экологического мониторинга являются необходимым инструментом, позволяющим контролировать антропогенное давление на природную среду, изменения состояния ее компонентов в связи со спецификой проявления экологических последствий деятельности конкретных промышленных объектов.

Программа дисциплины «Культурфитоценология с основами биологической рекультивации» используется в качестве основы для данной программы Учебно-методического комплекса дисциплины «Биологическая рекультивация

и мониторинг нарушенных промышленностью земель», который будет способствовать подготовке специалистов по вопросам биологической рекультивации, весьма актуальной для Уральского региона.

Данная инновационная программа позволит сформировать у студентов и магистрантов современные научные представления в области биологической рекультивации и мониторинга нарушенных промышленностью земель; ознакомит их с арсеналом новейших методов исследований, позволяющих выпускникам применить эти знания на практике; создаст необходимые условия для подготовки высококвалифицированных кадров в междисциплинарных областях по экологии и рациональному природопользованию, популяционной экологии и морфологии, а также биомониторинга экосистем.

Данный курс позволит ввести в общую инновационную образовательную программу, выполняемую в университете, специализированный УМКД «Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных промышленностью земель» для методического обеспечения обучения студентов в рамках ИОНЦ «Экология и природопользование», в том числе, для реализации дистанционной магистерской подготовки через систему Internet.

Курс БСП «Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных земель» включает 6 разделов по 6 академических часов, в том числе пояснительные лекции по теме и практические занятия.

Раздел 1. «Рекультивация земель. Термины и определения. Породный состав. Характеристика нарушенных промышленностью земель. Классификация нарушенных территорий и пород отвалов по степени пригодности их для биологической рекультивации». (Лекция 3 ч., практические занятия – 3 ч.).

Лекция 1.

Цель вводной пояснительной лекции:

Ознакомить слушателей с видами нарушенных земель, направлениями рекультивации земель. Охарактеризовать этапы рекультивации природно-техногенных ландшафтов, стадии этапа технической рекультивации. Показать

значение биологической рекультивации и развитие этих работ в нашей стране и за рубежом.

Ознакомить слушателей с основными классификациями нарушенных территорий и принципом их построения. Определить основные принципы классификации пород отвалов по пригодности для биологической рекультивации.

Лекцию предваряет краткий очерк развития работ по биологической рекультивации в СССР и за рубежом. В лекции вводятся основные понятия, связанные с проблемой биологической рекультивации и даются их определения:

Нарушенные земли – Земли, утратившие свою хозяйственную ценность или являющиеся источником отрицательного воздействия на окружающую среду в связи с нарушением почвенного покрова, гидрологического режима и образованием техногенного рельефа в результате производственной деятельности человека (ГОСТ 17.5.1.01-83).

Техногенный ландшафт – скопление косной (и биокосной) материи, представленной зданиями и сооружениями, коммуникациями, орудиями и средствами техники, разнообразными продуктами и отходами производственной деятельности общества, отбросами жизни людей и тому подобными образованиями, не встречающимися в составе естественной, не измененной человеком природы (Колесников, 1974, стр. 4).

Промышленные отвалы – это антропогенные образования, представляющие собой искусственные насыпи из переотложенного материала, преимущественно вскрышных пород, образовавшихся при добыче полезных ископаемых, или же из отходов (хвостов) предприятий перерабатывающей промышленности и других производств, в том числе из отходов, получаемых при сжигании топлива на тепловых электростанциях. В какой-то степени близки к промышленным отвалам все перекрытые и переотложенные грунты, образующиеся при прокладке дорог и рытье каналов, а также отходы строительной и лесной промышленности (Чибрик, 2002, стр. 38).

Рекультивация земель – Комплекс работ, направленных на восстановление продуктивности и народохозяйственной ценности нарушенных земель, а

также на улучшение условий окружающей среды. На действующих предприятиях, связанных с нарушением земель, рекультивационные работы должны быть неотъемлемой частью технологических процессов (ГОСТ 17.5.1.01-83).

Биологический этап рекультивации – этап рекультивации земель, включающий мероприятия по восстановлению их плодородия, осуществляемые после технической рекультивации. К нему относится комплекс агротехнических и фитомелиоративных мероприятий, направленных на возобновление флоры и фауны.

Направления рекультивации – Определенное целевое использование рекультивированных земель в народном хозяйстве (ГОСТ 17.5.1.01-83): *сельскохозяйственное* – создание на нарушенных землях сельскохозяйственных угодий (пашен, сенокосов, пастбищ и др.); *лесохозяйственное* – создание лесных насаждений различного типа; *рыбохозяйственное* – создание в понижениях техногенного рельефа рыбоводческих водоемов; *водохозяйственное* – создание в понижениях техногенного рельефа водоемов различного назначения; *рекреационное* – создание на нарушенных землях объектов отдыха; *санитарно-гигиеническое*, которое предусматривает биологическую или техническую консервацию нарушенных земель, оказывающих отрицательное воздействие на окружающую среду, рекультивация которых для хозяйственного использования экономически не эффективна; *строительное* – приведение нарушенных земель в состояние, пригодное для промышленного и гражданского строительства.

Технический этап рекультивации – этап рекультивации земель, включающий их подготовку для последующего целевого использования в народном хозяйстве (ГОСТ 17.5.1.01-83).

Стадии технического этапа рекультивации – Планировка. Формирование откосов. Снятие, транспортировка и нанесение почв и потенциально плодородных пород на рекультивируемые земли. Строительство дорог, гидротехнических и мелиоративных сооружений и др.

Слушатели знакомятся с основными формами рельефа нарушенных открытыми горными разработками земель и дается перечень главных изменений

при этом в ландшафте. Уделяется внимание классификации промышленных отвалов (по С. Адамовичу, Л. Боярскому и И. Греште – Польша; по В. В. Тарчевскому – СССР; по Б. П. Колесникову и Г. М. Пикаловой – СССР).

Дается характеристика состава и свойств вскрышных пород, слагающих отвалы при карьерном способе добычи полезных ископаемых, а также субстратов отвалов перерабатывающей промышленности (золошлакоотвалов, хвостов и шламохранилищ) и принципы и примеры построения их классификаций по пригодности для биологической рекультивации.

Практическое занятие по теме.

Цель: Познакомить слушателей с состоянием экологической обстановки в Свердловской области и закрепить полученные в лекции сведения составлением классификации промышленных отвалов конкретного техногенного образования по пригодности их для биологической рекультивации (по представленным фактическим данным).

Первая часть практического занятия – просмотр научно-популярного кинофильма режиссера Свердловской киностудии Н. Н. Ромашовой: «Экология Урала. Земля» (20 мин.); «Экология Урала. Вода» (20 мин.); «Экология Урала. Воздух» (20 мин.); «Экология Урала. Растительный и животный мир» (20 мин.).

Самостоятельная работа – дать экспертное заключение по состоянию экологической обстановки в Свердловской области на основе фактических данных фильма, Государственного доклада о состоянии окружающей среды и влиянии факторов среды обитания на здоровье населения Свердловской области в 1999 г., 2000 г., 2001 г. и других источников из рекомендованной литературы.

Вторая часть практического занятия – составление классификации промышленных отвалов конкретного техногенного образования. Для этого на каждую бригаду подбирается фактический материал по их характеристике.

Зачетные материалы:

1. Экспертное заключение по состоянию экологической обстановки в Свердловской области.

2. Классификация промышленных отвалов конкретного техногенного образования по их пригодности для биологической рекультивации.

Вопросы для самоконтроля:

1. Биологическая рекультивация: определение термина.
2. Направления рекультивации по ГОСТ 17.5.1.01-83.
3. Критерии выбора рациональных направлений рекультивации.
4. История развития идей по проблеме биологической рекультивации.
5. Техногенный ландшафт (по Б. П. Колесникову и Г. М. Пикаловой).
6. Классификация промышленных отвалов и выемок (по Папшицкому).
7. Промышленные отвалы и их неблагоприятные воздействия на окружающую среду.
8. Классификация промышленных отвалов по С. Адамовичу, Л. Боярскому и И. Греште.
9. Классификация промышленных отвалов по В. В. Тарчевскому.
10. Классификация отвалов по Б. П. Колесникову и Г. М. Пикаловой. Ее отличительные особенности.
11. Основные формы рельефа нарушенных открытыми горными разработками земель.
12. Главные изменения в ландшафтах, рельеф которых изменен открытыми горными разработками.
13. Состав и свойства вскрышных пород, слагающих отвалы при карьерном (открытом) способе добычи полезных ископаемых.
14. Основные признаки, характеризующие пригодность пород для биологической рекультивации (по Н. И. Горбунову).
15. Классификация пород вскрыши Подмосковского угольного бассейна по их пригодности для биологической рекультивации.
16. Свойства пород вскрыши, определяющие их непригодность для биологической рекультивации.

Литература к разделу:

ГОСТ 17.5.1.01–83. Охрана природы. Рекультивация земель. Термины и определения. – М.: Изд-во стандартов, 1983. – 9 с.

ГОСТ 17.5.1.02–85. Охрана природы. Земли. Классификация нарушенных земель для рекультивации. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 28 с.

ГОСТ 17.5.1.03–86. Охрана природы. Земли. Классификация вскрышных и вмещающих пород для биологической рекультивации земель. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 9 с.

Государственный доклад о состоянии окружающей среды и влиянии факторов среды обитания на здоровье населения Свердловской области в 1999 г., 2000 г., 2001 г. (Правительство Свердловской обл., Свердловский областной комитет по охране природы, ОблЦСЭН). Екатеринбург, 2000. – 256 с.; 2001, – 268 с.; 2002. – 310 с.

Колесников Б. П., Пикалова Г. М. Классификация промышленных отвалов и условия почвообразования на них // Рекультивация земель в СССР. – М., 1973. – С. 33–64.

Колесников Б. П., Пикалова Г. М. К вопросу о классификации промышленных отвалов как компонентов техногенных ландшафтов // Растения и промышленная среда. – Свердловск, 1974. – С. 3–28.

Краткий толковый словарь по рекультивации земель. – Новосибирск: Наука, 1980. – 35 с.

Моторина Л. В., Овчинников В. А. Промышленность и рекультивация земель. – М.: Мысль, 1975. – 240 с.

Тарчевский В. В. Классификация промышленных отвалов // Растительность и промышленные загрязнения: Охрана природы на Урале. Вып. 7. – Свердловск, 1970. – С. 84–89.

Чибрик Т. С. Основы биологической рекультивации: Учеб. пособие. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2002. – 172 с.

Иллюстративное обеспечение раздела:

Научно-популярный кинофильм режиссера Свердловской киностудии Н. Н. Ромашовой (в 4 частях): I часть «Экология Урала. Земля» (20 мин.);

II часть «Экология Урала. Вода» (20 мин.); III часть «Экология Урала. Воздух» (20 мин.); IV часть «Экология Урала. Растительный и животный мир» (20 мин.).

Презентации PowerPoint для курса лекций: «Рекультивация земель. Термины и определения» – 30 слайдов; «Классификация нарушенных территорий» – 63 слайда.

Раздел 2. «Технология биологической рекультивации. Горнотехнический этап рекультивации. Биологический этап рекультивации». (Лекция 2 ч., практические занятия 4 ч.).

Лекция 2.

Цель вводной пояснительной лекции: Познакомить студентов – магистрантов с технологией технического и биологического этапов рекультивации основных типов нарушенных промышленностью земель на Урале.

Основные типы нарушенных промышленностью земель на Урале:

1. Нарушенные земли горнодобывающей промышленности:

- промышленные отвалы, образованные при добыче железной руды;
- промышленные отвалы, образованные при добыче медной руды;
- промышленные отвалы, образованные при добыче угля;
- глубокий (до 500 м) угольный разрез.

2. Нарушенные земли предприятий перерабатывающей промышленности:

- золоотвалы (шлакоотвалы) тепловых электростанций, работающих на высококалорийных углях;
- шламохранилища после обогащения железной руды и руд цветных металлов;
- отвалы отходов литейного производства.

Л. В. Моторина, В. А. Овчинников, основываясь на отечественном и зарубежном опыте рекультивации приводят следующее ее определение: «Рекультивация земель – это комплекс различных работ (инженерных, горнотехнических, мелиоративных, сельскохозяйственных, лесохозяйственных и др.), направленных на восстановление продуктивности нарушенных промышленно-

стью территорий и возвращение их в разные виды использования» (Моторина, Овчинников, 1975).

Рекультивация проводится в 3 этапа на территориях, нарушенных открытыми горными работами:

Этап I – подготовительный. Обследование и типизация нарушенных территорий, изучение специфики условий, определение направления рекультивации.

Этап II – горнотехнический. Рациональное формирование поверхности отвалов и карьеров.

Этап III – биологическая рекультивация. Сюда входит окончательное восстановление плодородия и биологической продуктивности нарушенных земель, создание сельскохозяйственных и лесохозяйственных угодий, разведение рыбы в водоемах, дичи в созданных лесах, т. е., иными словами, создание культурфитоценозов различного назначения.

Особую ценность имеют работы по биологической рекультивации в тех случаях, когда нарушенными оказываются бывшие сельскохозяйственные угодья.

Наметившиеся тенденции к сокращению площади пашни, приходящейся на душу населения при одновременном увеличении его численности, ставит проблему сохранения и восстановления земель для сельскохозяйственных нужд в число первоочередных.

Идет постоянное сокращение площади пашни. На Украине в период 1953–1979 гг. площадь пашни на душу населения сократилась с 0,91 до 0,70 га, в степных районах она равна 0,18–0,34 га. В Свердловской области на душу населения приходится всего 0,35 га при ежегодном отводе более 1000 га сельскохозяйственных угодий для несельскохозяйственных нужд, в том числе под отвалы различных отраслей промышленности.

Методы создания искусственного растительного покрова на нарушенных промышленностью землях.

Подбор ассортимента. Далеко не все виды высших растений могут нормально расти и развиваться в условиях специфической среды субстратов промышленных отвалов. Так, для установления ассортимента видов, пригодных для фитомелиорации золоотвалов, было испытано более 230 видов, а засоленных красных шламов – 160 видов, из которых признано пригодными для указанной цели соответственно 30 и 8. На золоотвале Рефтинской ГРЭС испытано 35 видов деревьев и кустарников, признано пригодными значительно меньше (Махнев, Внуков, 1997; Внуков, 1999).

Столь же специфичны по экологическим условиям и отвалы, возникающие при открытой добыче полезных ископаемых. Для условий Кузбасса, например, из 34 видов деревьев и кустарников, высаженных на отвалах, сложенных аргиллитами, алевролитами и песчаниками, оказались безусловно пригодными лишь 8 видов (Баранник, 1988).

Для облесения отвалов целесообразно использовать олиготрофные виды, т. е. виды малотребовательные к плодородию почвы (например, сосна обыкновенная, береза бородавчатая и др.). Наличие симбиотических отношений между древесными растениями (сосна, лиственница, березы) и микоризообразующими грибами или между бобовыми травянистыми видами (клевером, люцерной, донником и др.) и клубеньковыми бактериями способствует улучшению роста растений в неблагоприятных условиях среды.

Олиготрофность видов, а также их засухоустойчивость и солеустойчивость являются важными характеристиками при выборе ассортимента видов как для лесной, так и для сельскохозяйственной рекультивации.

Надо учитывать и дополнительный экологический фактор – такой, как загрязнение атмосферы промышленными выбросами. У растений отсутствуют какие-либо специальные механизмы приспособления к таким факторам среды, они эволюционно не выработаны, так как бурный рост видов загрязнения и их интенсивности наблюдается во второй половине XX в.

Как правило, растения, устойчивые к действию одного загрязнителя, поражаются другими ингредиентами промышленных выбросов. Отсутствие рас-

тений, комплексно устойчивых к загрязненной атмосфере, заставляет индивидуально подходить к подбору ассортимента видов для данных условий. Наибольший эффект биологической рекультивации может быть получен при использовании видов широкой экологической амплитуды, способных в короткий срок сформировать высокопродуктивное растительное сообщество.

Мероприятия биологического этапа рекультивации.

Помимо разработки биологических аспектов проблемы, возникает необходимость решения вопросов, относящихся к области опытно-агрономических исследований (норма высева – 3–4-кратная, смешанные или одновидовые посевы, способы посевов и посадок, гидропосев и т. д.).

Гидропосев имеет определенные преимущества перед обычным способом посева, особенно при укреплении отвалов и бортов карьеров от водной и ветровой эрозии, где возможности механизации работ ограничены или очень трудоемки.

Сельскохозяйственные угодья на отвалах могут создаваться двумя способами:

- на грунтах (субстратах), свойства которых улучшаются путем покрытия их гумусированным слоем почв;
- непосредственно на грунтах, складированных в отвалы.

Грунты (субстраты) отвалов в своем большинстве малопригодны для роста и развития растений, т. е. грунты и субстраты отвалов не обладают основным свойством почв – эффективным плодородием.

В. В. Докучаев писал, что следует разуметь под почвой исключительно только те дневные и близкие к ним горизонты горных пород, все равно каких, которые были более или менее естественно изменены взаимным влиянием воды, воздуха и различного вида организмов – живых и мертвых. Где этого условия нет, там нет и естественных почв, а есть или искусственная смесь, или чисто горная порода.

Одним из наиболее распространенных способов улучшения грунтов (субстратов) для сельскохозяйственного освоения является так называемое «земле-

вание», т. е. нанесение на поверхность отвалов гумусированного слоя почвы или пригодных для выращивания растений грунтов разной мощности. Так, ряд исследователей считают, что этот слой должен быть 0,5–1,0 м. По мнению других – 1,5–2,0 м. Можно представить, во сколько раз подорожает горнотехнический этап рекультивации. Да и не везде можно найти такое количество плодородной почвы для нанесения. В частности, на Урале, где широкое распространение имеют маломощные сильно каменистые почвы, на большинстве промышленных предприятий как горнодобывающей, так и перерабатывающей промышленности нет запаса почвы или потенциально плодородных пород для «землевания». К тому же в нашем регионе промышленное производство развивается интенсивно с начала XX в., а необходимость снятия, хранения и использования при биологической рекультивации почвы и потенциально плодородных пород законодательно установлена лишь в 1968 г. в связи с принятием Закона об основах земельного законодательства СССР и союзных республик.

Эксперименты доказали, что во многих случаях бывает достаточно 35–40 см. Но и при таком слое затраты значительны.

При токсичных породах (например, сульфидсодержащих) землевания бывает недостаточно. Требуется экранировать эти грунты глинистыми породами слоем 15–20 см для создания водоупора, чтобы токсичные вещества не поступали в плодородный слой. Эта мощность в условиях промывного типа водного режима достаточна, в условиях выпотного необходимо ее увеличение до 2–3 м.

Дефицит почвы заставляет искать выходы для минимального «землевания». Опытные работы проводились по испытанию слоя мощностью от 1–2 до 20–30 см.

Если подобрать соответствующий ассортимент культур и применить технологию внесения трех норм NPK или микробиологического препарата (технология ВНИИОСуголь МУП СССР, г. Пермь), можно добиться хороших результатов без землевания или с минимальным землеванием.

Например, ВНИИОСуголь в Кизеловском угольном бассейне в 1970-х гг. разработал и внедрил технологию ускоренной биологической рекультивации (Красавин, Хорошавин, Катаева, 1982; 1985; 1988), которая предусматривала:

1) нанесение на поверхность отвалов обезвреженных бытовых осадков с иловых площадок городских очистных сооружений – бытовой осадок содержит биогенные элементы (азот, фосфор, калий), необходимые для стартового развития микрофлоры, которая, в результате своей жизнедеятельности (метаболизма), оказывает стимулирующее влияние на рост и развитие высших растений;

2) внесение гуминового препарата, полученного на основе использования угольных отходов и культуры микроскопических организмов;

3) посев смеси многолетних трав: костреца безостого, донников – белого и желтого.

Выбор указанных растений обусловлен следующими факторами. Кострец характеризуется высокой биоэкологической устойчивостью, обладает мощной корневой системой, хорошо задерживает влагу и устойчив к вымерзанию; донник выбран как растение, способствующее накоплению азота в почвогрунтах.

В отвальный грунт вносятся микроорганизмы, которые участвуют в процессах превращения азота и фосфора, т. е. переводят азот и фосфор из труднодоступных в доступные для растений формы, а также способствуют разрушению минералов и тем самым почвообразовательному процессу. В период всходов и кущения рекультивируемые участки инокулируются комплексом микроорганизмов, которые образуют и выделяют различные органические вещества, аминокислоты и витамины, крайне необходимые растениям в период всходов и кущения.

Эта ускоренная рекультивация дала положительный результат: рН среды возрос с 2–3 до 7, вес сырой биомассы на опытных участках с инокулятом составил 195,4 ц/га.

Широкое внедрение в практику данного способа позволит повысить плодородие отвальной породы, в более короткие сроки создать на шахтных отвалах устойчивые биогеоценозы без нанесения плодородного слоя почвы.

Многолетние травянистые растения должны возделываться с первых лет после окончания формирования поверхности отвалов. Это доказано работами немецких, чешских и других исследователей. Вместе с формированием значительной фитомассы, подземная часть которой обогащает грунты перегноем, многолетние травы препятствуют эрозии грунтов. Это важное свойство позволяет использовать многолетние травы и при создании растительного покрова на откосах бортов карьеров.

Практическое занятие.

Технология горнотехнического и биологического этапов рекультивации определяется многими факторами: типом нарушенных промышленностью земель, промышленные отвалы чаще всего подвергаются рекультивации, свойствами слагающих отвалы пород (субстратов), параметрами и местонахождением (в том числе зональным), районной планировкой и др.

Самостоятельная работа – Разработка рекомендаций по рекультивации:

- по характеристике типа, параметров отвала, свойств субстратов, слагающих его поверхность, с учетом нормативных документов и литературных данных разработать рекомендации по направлению и технологии рекультивации определенного техногенного объекта;
- обосновать рекомендации;
- оформить и защитить самостоятельную работу.

Вопросы для самоконтроля:

1. Биологическая рекультивация отвалов, сложенных фитотоксичными и каменистыми породами (на примере Кизеловского угольного бассейна).
2. Биологическая рекультивация отвалов, сложенных нетоксичными породами (на примере Веселовского и Богословского угольных месторождений).
3. Биологическая рекультивация золоотвалов тепловых электростанций.
4. Мелиоративный тип лесокультур для токсичных сульфидсодержащих грунтосмесей.
5. Классификация пород вскрыши Подмосковского угольного бассейна по их пригодности для биологической рекультивации.

6. Основные формы рельефа нарушенных открытыми горными разработками земель.

7. Главные изменения в ландшафтах, рельеф которых изменен открытыми горными разработками.

8. Состав и свойства вскрышных пород, слагающих отвалы при карьерном (открытом) способе добычи полезных ископаемых.

9. Основные признаки, характеризующие пригодность пород для биологической рекультивации (по Н. И. Горбунову).

10. Промышленные отвалы и их неблагоприятные воздействия на окружающую среду.

Литература к разделу:

Баранник Л. П. Биологические принципы лесной рекультивации. – Новосибирск: Наука, 1988. – 84 с.

Внуков А. А. Экологические особенности лесовосстановления на нарушенных землях (на примере золоотвалов Рефтинской и Верхнетагильской ГРЭС): Автореф. дис... канд. биол. наук. – Екатеринбург, 1999. – 20 с.

Красавин А. П., Хорошавин А. Н., Катаева И. В. Некоторые особенности микробных ценозов в условиях токсичных пород шахтных отвалов // Растения и промышленная среда. – Свердловск: УрГУ, 1982. – С. 113–119.

Красавин А. П., Хорошавин А. Н., Катаева И. В. Ускоренная рекультивация породных отвалов угольных предприятий с использованием микроорганизмов // Растения и промышленная среда. – Свердловск: УрГУ, 1985. – С. 124–130.

Красавин А. П., Хорошавин А. Н., Катаева И. В. Восстановление нарушенных земель с использованием бактериальных препаратов // Вестн. с.-х. науки. 1988. № 10. – С. 64–68.

Моторина Л. В., Овчинников В. А. Промышленность и рекультивация земель. – М.: Мысль, 1975. – 240 с.

Махнев А. К., Внуков А. А. Особенности роста и развития древесных растений в культурдендроценозах на золоотвале Рефтинской ГРЭС // Биологиче-

ская рекультивация нарушенных земель: Материалы Междунар. совещ., Екатеринбург, 26–29 августа 1996 г. – Екатеринбург: УрО РАН, 1997. – С. 169–184.

Иллюстративное обеспечение лекции:

Презентации PowerPoint для курса лекций: «Технология рекультивации» – 36 слайдов; «Виды эрозии почв» – 21 слайд; «Рекультивация и обустройство отвалов и насыпей» – 21 слайд.

Раздел 3. «Сельскохозяйственное направление биологической рекультивации» (Лекция 2 ч., практические занятия 4 ч.).

Лекция 3.

Цель вводной пояснительной лекции:

Показать историю экспериментальных разработок основных положений по созданию искусственных сообществ сельскохозяйственного назначения. Познакомить студентов – магистрантов с основными теоретическими результатами по сельскохозяйственному направлению рекультивации и опытом практического их применения.

Сельскохозяйственное направление биологической рекультивации – создание на нарушенных землях сельскохозяйственных угодий (пашен, сенокосов, пастбищ и др).

Биологическая рекультивация золоотвалов тепловых электростанций и породных отвалов. На всех типах изученных отвалов на базе стационарных опытных посевов и посадок лабораторией получены положительные результаты по их биологической рекультивации, разработаны необходимые рекомендации.

Из 200 видов многолетних и однолетних травянистых и древесных растений отобрано около 30 наиболее стойких и перспективных, которые рекомендуются для посевов и посадок на отвалах. В числе их хозяйственно ценные растения: люцерна синегибридная, эспарцет песчаный, клевера белый и луговой и др.

Созданная в первые годы работы лаборатории методика фитомелиорации отвалов перерабатывающей промышленности в своей основе, но с различными модификациями, была принята и для биологической рекультивации породных отвалов – отвалов горнодобывающей промышленности.

Горнотехнический этап рекультивации включает в себя работы по планировке поверхности отвалов (созданию рельефа), нанесению плодородного или потенциально плодородного слоя, внесению основного минерального удобрения.

Биологический этап рекультивации включает в себя посев многолетних трав, посадку древесных и кустарниковых видов, уход за ними.

В ходе длительных исследований была доказана возможность улучшения свойств субстратов с помощью различных приемов. Исходя из местных особенностей расположения отвалов возможны следующие основные приемы обогащения их поверхности необходимыми для роста и развития растений питательными веществами.

1. Прием «землевания» – нанесение на поверхность отвалов почвы, торфа или потенциально плодородного грунта, толщина слоя которых может колебаться от 2–4 см (на золоотвалах) до 20–50 см и более (на породных отвалах).

При землевании поверхность отвалов может покрываться как равномерно по всей площади, так и полосами, причем полосы с покрытием шириной 6–10 м каждая чередуются с такими же по размеру полосами без покрытия. Оба типа полос располагаются поперек господствующего направления ветров. Полосы с покрытием засеваются многолетними травами, а также практикуются посадки деревьев и кустарников. Такой способ покрытия дает экономию как посевного и посадочного материала, так и наносимого покрытия.

2. Внесение полного минерального удобрения (NPK) с учетом имеющегося содержания питательных веществ в субстрате, слагающем отвал, которое делится на два этапа: осенью вносятся фосфорные и калийные удобрения из расчета 60–90 кг действующего начала на гектар; весной внести азотные удобрения – 90–120 кг/га из расчета 30–45 кг действующего начала на гектар.

Ежегодная подкормка посевов способствует лучшему развитию культур и скорейшему задернению отвалов.

3. Полив поверхности отвалов, в частности золоотвалов, в течение вегетационного периода обезвреженными сточными водами (после прохождения их через очистные сооружения). Полив следует проводить как до посева, так и после, начиная с 10-го дня после посева, в течение всего вегетационного периода (с мая по сентябрь) из расчета 200–500 м³/га за один раз, согласуя его с фазами развития растений. Состав применяемых сточных вод должен соответствовать нормам санитарно-эпидемиологической службы по содержанию вредных веществ.

Агротехника посева. *Предпосевная обработка* подготовленных площадей в зависимости от вида освоения, свойств субстрата может включать как безотвальную вспашку с почвоуглубителем, так и дискование или боронование тяжелыми боронами в 2–4 следа.

Подготовка семян. Семена злаковых трав не требуют предварительной обработки, но для улучшения всхожести их можно подвергнуть воздушно-тепловому обогреву.

Семена бобовых по правилам следует подвергать скарификации. Но как показал наш опыт, при посеве на отвалах этот прием можно не проводить, т. к. семена, не проросшие в первый год, пополняют количество растений в последующие годы. Хорошие результаты дает обработка семян бобовых бактериальными удобрениями, в частности нитрагином, из расчета 1 кг (2 бутылки) на рекомендуемую гектарную норму высева семян.

Сроки посева. Посев семян проводится или рано весной – с 25 апреля до 15 мая или летом—с 20 июля по 10 августа, т. е. в период выпадения осадков.

Посев семян можно проводить как вручную, так и механизированным способом с использованием зернотравяной (СЗТ–47) или овощной (СОН–2,8) сеялки с последующим боронованием и прикатыванием гладким катком.

Глубина заделки семян. Мелкие семена заделываются на глубину 1–2 см, крупные – 3–4 см.

Ассортимент растений и агротехнические приемы создания растительного покрова на отвалах. Чтобы получить на отвалах травяной покров санитарно-гигиенического назначения, следует использовать виды многолетних растений, способные быстро формировать дернину и прекращать дефляцию субстратов. К таким видам из злаков относятся: овсяница красная, мятлик луговой, кострец безостый, полевица белая. Из бобовых целесообразно вводить донники белый и желтый – двулетние растения, обладающие хорошим семенным возобновлением. При создании травяного покрова хозяйственного значения включаются высокопродуктивные кормовые культуры: кострец безостый, овсяница луговая, житняк гребенчатый, регнерия омская, люцерна синегибридная, эспарцет песчаный и др. (табл. 1).

Таблица 1

Ассортимент многолетних травянистых растений

Название растений*	Обычная полевая норма высева семян, кг/га
<i>Злаковые</i>	
Ежа сборная	12–15
Житняк гребенчатый	10–12
Кострец безостый	20–25
Овсяница красная	12–15
Овсяница луговая	12–15
Пырей бескорневищный	20–25
Пырей ползучий	10–15
Райграс пастбищный	15–25
Регнерия волокнистая	12–15
Тимофеевка луговая	8–12
<i>Бобовые</i>	
Донник белый двухлетний	15–20
Донник желтый двухлетний	15–20
Клевер красный	12–16
Клевер белый	8–10
Люцерна желтая	10–15
Люцерна синегибридная	10–15
Люпин многолетний	30–40
Эспарцет песчаный	70–80

* В ассортимент включены только те растения, которые дали положительный результат на ряде отвалов.

Норма высева семян. Для фитомелиорации отвалов норму высева семян многолетних трав следует увеличивать в 2–4 раза по сравнению с обычной полевой в связи с неблагоприятными водно-физическими и агрохимическими свойствами субстратов отвалов. Кроме того, норма высева семян должна устанавливаться с учетом хозяйственной годности семян.

Для создания на отвалах декоративных пятен пригодны однолетние цветочные культуры: люпин однолетний, космея, ноготки, циния, василек синий, ленок, мак и др.

Одновременно с посевом многолетних трав следует проводить посадку деревьев и кустарников, формируя из них защитные полосы или небольшие «колки», что будет способствовать накоплению снега, уменьшению водной и ветровой эрозии поверхности отвалов. Для этого рекомендуются следующие деревья и кустарники: тополь бальзамический, яблоня мелкоплодная, осина, береза бородавчатая, береза пушистая, ива козья, ива пятитычинковая и др., сосна обыкновенная, карагана желтая, шиповник коричный, раkitник русский, малина лесная, облепиха, смородина золотистая, клен американский, лох узколистный и др. Возможно создание крупноплощадных культурдендроценозов. Посадку древесных и кустарниковых видов на отвалах как правило проводят в ямки или траншеи с внесением плодородной почвы.

Культурфитоценозы, формируемые на отвалах путем посева многолетних трав уже на третий год жизни дают прочную дернину, сомкнутый травостой и пригодны для сенокосения. Урожайность сена колеблется от 10,5 до 26 ц/га (злаки); от 20 до 45,5 ц/га (бобовые).

В настоящее время сотрудниками лаборатории обследовано и рекогносцировочно изучено около 30 тыс. га отвалов, из которых более 2 тыс. га, на базе экспериментальных и производственных посевов по рекомендации лаборатории, рекультивированы и используются как сенокосные угодья.

Рекультивированные территории промышленных отвалов по такой технологии на Урале лишь частично используются как сельхозугодья (преимущественно сенокосы и пастбища). Это золоотвалы Верхнетагильской ГРЭС, по-

родные отвалы Богословского и Веселовского угольных месторождений и некоторые другие. Часто данную технологию с минимальным улучшением свойств субстрата и посевом многолетних трав используют при рекреационном и санитарно-гигиеническом направлениях рекультивации.

Рекреационное направление биологической рекультивации – создание на нарушенных землях объектов отдыха;

Санитарно-гигиеническое направление биологической рекультивации, которое предусматривает биологическую или техническую консервацию нарушенных земель, оказывающих отрицательное воздействие на окружающую среду, рекультивация которых для хозяйственного использования экономически не эффективна;

Реальный опыт сельскохозяйственной рекультивации на значительных площадях с использованием снятого при разработке полезных ископаемых чернозема накоплен на Украине. Учеными Днепропетровского государственного аграрного университета (ДГАУ) разработаны экологически устойчивые модели рекультивации (Бекаревич и др., 2003).

Модель первая – основная, универсальная. Предусматривает создание на поверхности устоявшихся отвалов горных пород плодородного слоя почвенной массы оптимальной толщины 50–60 см. Позволяет вести традиционное земледелие, не отличающееся от зонального на ненарушенных территориях. Технология создания такого эдафотопы состоит из следующих взаимосвязанных этапов: первичной планировки поверхности отвалов, фитомелиоративного периода на время стабилизации поверхности, повторной планировки, нанесения плодородного слоя почвенной массы.

При рекультивации земель в Никопольском марганцеворудном бассейне используется техническая смесь почвенной массы гумусо-аккумулятивного и первого переходного горизонтов чернозема южного с содержанием гумуса 3,4 % (варьирование от 2,7 до 4,3 %). Запасы гумуса являются основным критерием при определении рациональной толщины наносимого слоя почвенной массы. В ненарушенных зональных черноземах южных общие запасы гумуса в

почвенном профиле (слой до 70 см) составляют от 217 до 381 т/га при среднем показателе 298 т/га. В 10-см слое смеси гумусо-аккумулятивного и первого переходного горизонтов запасы гумуса составляют 48 (38–60) т/га. Для создания искусственного эдафотоп с запасами гумуса, равными запасам в зональных ненарушенных почвах, необходимо нанесение 50–60 см слоя почвенной массы. Объем наносимого слоя составляет 5–6 тыс. м³/га.

Модель вторая – повышенного плодородия. Отличается от основной качественными или количественными характеристиками насыпного слоя почвенной массы. Осуществляется за счет увеличения толщины насыпного слоя почвенной массы до 70–100 см или использования высокогумусированной почвенной массы (нанесения только гумусо-аккумулятивного горизонта).

Исследованиями установлено, что дополнительное нанесение 10-сантиметрового слоя до 80–100 см (сверх 50-сантиметрового слоя плодородной почвенной массы чернозема южного) повышает урожайность зерновых культур (наиболее отзывчивых на содержание гумуса) ежегодно в среднем на 1,4–3,8 ц/га. Такие рекультивированные земли рекомендуется использовать под севообороты с максимальным насыщением требовательных к почвенному плодородию сельскохозяйственных культур-мегатрофов, урожайность которых может повышаться на 20–40 %.

Модель третья — гидромелиоративная. В подзоне черноземов южных основным лимитирующим фактором является влага. При рекультивации земель появляется возможность создавать модели эдафотопов, обеспечивающих эффективное использование выпадающих осадков. Это достигается созданием трехслойной модели с двухярусной подстилающей основой. На спланированную поверхность после фитомелиоративного рельефостабилизирующего периода сначала наносится слой из водоупорных незасоленных глин мощностью 25–30 см, затем – водовмещающий слой из отложений легкого гранулометрического состава (30–50 см). Для создания этого слоя используются субстраты легкого или среднего гранулометрического состава (древнеэллиuviaльные пески, незасоленные лессовидные или красно-бурые суглинки). Гидрологический объ-

ем 10-сантиметрового слоя этих отложений может достигать 25–40 мм с водоотдачей 85–95 %. И последующее нанесение 50–60 см слоя почвы. Общая водовмещающая емкость этой модели обеспечивает практически полное поглощение выпадающих осадков и их рациональное использование агроценозами в течение вегетационного периода.

За счет этого плодородие рекультивированных земель может быть повышено на 25–35 %.

Модель четвертая – геомелиоративная. При вынесении на дневную поверхность геологических отложений с неблагоприятными для растений свойствами (фитотоксичные, в т. ч. пиритсодержащие, соленосные горные породы и пр.), последние перекрываются сначала лессовидными суглинками слоем 50–80 см, а затем – плодородным слоем почвенной массы толщиной 50–70 см. При этом лессовидные суглинки, содержащие 12–15 % углекислого кальция, служат геомелиоративным экраном, устраняя вредные свойства подстилающих горных пород.

Модель пятая – локальная. На основании длительных почвенно-биологических исследований по изучению реакции плодовых и ягодных насаждений на условия произрастания разработаны оптимальные параметры строения техногенных почв, обеспечивающих высокую продуктивность.

Под ягодные кустарники достаточно локального внесения плодородного слоя почвенной массы чернозема южного (смесь гумусо-аккумулятивного и первого переходного горизонтов) в траншеи (глубина 70 см, ширина – 100 см) при 3-метровых междурядьях.

Для создания плодовых насаждений целесообразно создавать модели с локальным внесением плодородной почвенной массы – в ямы. Минимальная мощность корнеобитаемого слоя для плодовых культур на слаборослых подвоях должна быть не менее – 1,2 м, для средне- и сильнорослых – до 2 м. Площадь поверхности ям должна составлять не менее 2–3 м².

Таким образом, под ягодные насаждения при траншейном способе достаточно локально внести 2700 м³/га плодородной почвенной массы, а под пло-

вые при ямочном способе посадки – от 1000 до 2000 м³, т. е. в 2,5–5 раз меньше, чем для создания универсальной модели рекультивированного эдафотопы.

Модель шестая – специальная. Искусственные эдафотопы в этой модели представлены потенциально-плодородными полиминеральными нефитотоксичными горными породами.

В процессе биологического освоения вскрышные горные породы подвергаются интенсивным процессам выветривания и почвообразования, изменяя эффективное плодородие от бедных (олиготрофных) субстратов до субстратов (мезотрофных) среднего уровня плодородия. Исключительно важную роль в их биологизации, на первых этапах освоения играют многолетние бобовые травы, благодаря которым стало возможным введение фитомелиоративных севооборотов в постфитомелиоративный период с урожайностью сена люцерны и эспарцета 37–45 ц/га, бобово-злаковых травосмесей – до 43–54 ц/га, зерна озимой пшеницы – до 35–41 ц/га.

При конструировании моделей искусственных эдафотопов создается уникальная возможность «делать земли под заказ» с наиболее рациональными параметрами и свойствами, позволяющими наиболее полно раскрыть генетический потенциал растений, с максимальным использованием биоклиматического потенциала местности.

Практическое занятие – Сельскохозяйственное направление биологической рекультивации.

На базе разработанной классификации промышленных отвалов для определенного техногенного образования (см. раздел 1)

а) разработать способы улучшения свойств субстрата на конкретном объекте (список объектов и их характеристики даются);

б) подобрать ассортимент видов для сельскохозяйственного направления рекультивации на этом объекте;

в) провести сравнительный экспертный анализ отдельных промышленных отвалов по степени пригодности для биологической рекультивации сельскохозяйственного направления;

г) оформить сделанные разработки в виде самостоятельной работы.

Вопросы для самоконтроля:

1.Опыт биологической рекультивации золоотвалов тепловых электростанций.

2.Особенности биологической рекультивации отвалов Веселовского и Богословского угольных месторождений (блок-схема). Признаки, использованные для построения блок-схемы.

3.Ассортимент многолетних трав для биологической рекультивации Коркинского угольного разреза. Их характеристика по биологическим свойствам (высоте травостоя, темпам развития, способности к семенному возобновлению).

4.Характеристика ассортимента многолетних трав, рекомендованных для биологической рекультивации Коркинского разреза по направлению использования посевов на разных породах.

5.Принципы классификации пород отвалов для целей биологической рекультивации.

6.Экологически устойчивые модели рекультивированных земель для степной зоны Украины (на примере опыта ДГАУ). Модель первая – основная, универсальная.

7.Экологически устойчивые модели рекультивированных земель для степной зоны Украины (на примере опыта ДГАУ). Модель вторая – повышенного плодородия.

8.Экологически устойчивые модели рекультивированных земель для степной зоны Украины (на примере опыта ДГАУ). Модель третья – гидромелиоративная.

9.Экологически устойчивые модели рекультивированных земель для степной зоны Украины (на примере опыта ДГАУ). Модель четвертая – геомелиоративная.

10.Экологически устойчивые модели рекультивированных земель для степной зоны Украины (на примере опыта ДГАУ). Модель пятая – локальная.

11. Экологически устойчивые модели рекультивированных земель для степной зоны Украины (на примере опыта ДГАУ). Модель шестая – специальная.

12. Биологическая рекультивация отвалов, сложенных нетоксичными породами (на примере Веселовского и Богословского угольных месторождений).

Литература к разделу:

Бекаревич Н. Е., Масюк Н. Т., Чабан И. П., Забалуев В. А., Мыцык А. А. Экологически устойчивые модели рекультивированных земель для степной зоны Украины // Биологическая рекультивация нарушенных земель: материалы Междунар. совещания, Екатеринбург, 3–7 июня 2002 г. – Екатеринбург: УрО РАН, 2003. – С. 16–22.

Махнев А. К., Чибрик Т. С., Трубина М. Р., Лукина Н. В. и др. Экологические основы и методы биологической рекультивации золоотвалов тепловых электростанций на Урале. – Екатеринбург: УрО РАН, 2002. – 356 с.

Моторина Л. В., Овчинников В. А. Промышленность и рекультивация земель. – М.: Мысль, 1975. – 240 с.

Чибрик Т. С. Основы биологической рекультивации: Учеб. пособие. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2002. – 172 с.

Шемавнёв В. И., Гордиенко Н. А., Дырда В. И., Забалуев В. А. Устойчивое развитие сложных экотехносистем. – М.; Днепропетровск, 2005. – 355 с.

Иллюстративное обеспечение лекции:

Презентации PowerPoint для курса лекций: «Сельскохозяйственное направление биологической рекультивации» – 49 слайдов.

Раздел 4. «Лесохозяйственное направление биологической рекультивации» (Лекция 2 ч., практические занятия 4 ч.).

Лекция 4.

Цель вводной пояснительной лекции:

Показать историю разработки основных положений по лесной рекультивации. Познакомить студентов – магистрантов с основными теоретическими и

технологическими результатами и практическим опытом ее проведения в разных регионах.

Лесная (лесохозяйственная) рекультивация предполагает создание и выращивание лесных культур мелиоративного, противоэрозионного, полезного, ландшафтно-озеленительного, санитарно-гигиенического, рекреационного и других назначений. В конечном счете речь идет о конструировании искусственного лесного биогеоценоза.

Рекультивация в нашей стране рассматривается как одно из важнейших направлений в охране природных и в то числе земельных ресурсов.

Первыми работами по лесной рекультивации у нас в стране следует считать освоение для лесохозяйственных целей торфяных выработок на севере и северо-западе европейской части, озеленение терриконигов в Донбассе.

Одними из первых рекультивационных районов на нарушенных промышленностью землях в нашей стране стали Подмосковский горнохимический комбинат и лесопосадки в Тульской области.

В лесорекультивационной практике необходимо более полно учитывать естественное восстановление лесной растительности на отвалах. В общем плане рекультивации нарушенных горными работами территорий большого района целесообразно ряд участков использовать как участки для спортивной охоты, рыболовства и мест обитания диких животных. В таких случаях при проведении рекультивации можно ограничиться мероприятиями по содействию естественному восстановлению лесов и последующей реконструкции малоценных молодняков. На Урале с этой целью проводят разреживание мелколиственных пород и посадку саженцев сосны и лиственницы площадками. Это так называемый пассивный способ лесной рекультивации, в отличие от активного способа – посадки лесокультур. В южных районах страны под естественное зарастание целесообразно оставлять неудобные участки неразровненных территорий – крутые склоны, узкие ложбины, балки, где создают ремизные насаждения из плодовых деревьев и кустарников.

Формирование поверхности для создания лесонасаждений на отвалах. Требования к горнотехническому этапу рекультивации включают снятие плодородного слоя почвы, селективную выемку пород вскрыши, транспортировку и использование для рекультивации плодородного почвенного слоя и потенциально плодородных вскрышных пород, формирование рельефа и структуры поверхностного слоя, создание подъездных путей и противоэрозионных сооружений.

Требования к составу вскрышных пород. Поверхностный слой служит основой для формирования корнеобитаемого горизонта рекультивируемого участка. При проведении биологической рекультивации внимание обращается на поверхностный слой, качество которого определяет возможность создания растительного покрова, трудоемкость мелиоративных мероприятий. Состав и структура верхнего слоя определяют виды освоения рекультивируемой территории. Мощность этого слоя для выращивания древесных и кустарниковых растений должна составлять не менее 1,5–2 м. Искусственно формируемый при рекультивации верхний горизонт (Р-горизонт) создают по схеме, близкой к природной (нижний слой – благоприятные водно-физические свойства, верхний – гумусированный горизонт).

Степень биологической пригодности грунтов устанавливается на основе физических и химических свойств пород вскрышной толщи и по наблюдениям за естественным зарастанием согласно ГОСТ 17.5.1.03–86. Практически выделяются три основные группы вскрышных пород по степени пригодности их для биологической рекультивации: пригодные (плодородные и потенциально-плодородные), малопригодные, непригодные. Группы разделяются на подгруппы по физическим и химическим свойствам. К непригодным по физическим свойствам относятся сильнокаменистые скальные породы. Непригодность пород по химическим свойствам определяют, как правило, неблагоприятная реакция среды (сильно кислая или сильно щелочная) и высокий уровень засоления.

Первая группа складывается во временные отвалы и используется впоследствии для создания рекультивационного слоя. Вторая группа – основная

часть горной массы отвалов, для которых характерно малое количество элементов питания растений, неблагоприятный механический состав, но возможно использование для создания лесонасаждений. Третья группа – преимущественно скальные породы.

Оценка пригодности нарушенных земель для лесной рекультивации. Пригодность нарушенных земель устанавливается на основе следующих факторов:

- природных физико-географических условий: рельефа, геологии, почвы, климата, растительности, гидрологии;
- хозяйственных, социально-экономических и санитарно-гигиенических условий;
- технологии и комплексной механизации горных работ, срока эксплуатации карьера и стадии развития предприятия, на котором проектируются рекультивационные работы;
- экономической целесообразности и социального эффекта рекультивации.

Методы мелиорации грунтосмесей и интенсификации роста лесных культур на отвалах

Для улучшения структуры и качественного состава грунтосмесей рекультивационного слоя необходим целый комплекс мероприятий по их мелиорации.

Мелиоративные меры делят на группы:

- физико-химические методы мелиорации грунтосмесей;
- обогащение грунтов с помощью внесения удобрений и посева сидератов;
- биологические методы интенсификации роста лесокультур путем введения в их состав пород азотонакопителей.

Лесные культуры на отвалах. Оптимальным считается лесонасаждение, где наиболее полно использовано потенциальное плодородие почвы для роста древесных пород, получены наибольшие запасы древесины, проявляются полезные свойства леса: климаторегулирующие, водоохранные, почвозащитные, санитарно-гигиенические и др.

В мировой лесорекультивационной практике сложилась особая форма ведения лесного хозяйства на промышленных отвалах – создание предварительных мелиоративных насаждений из быстрорастущих нетребовательных пород и постепенная замена их насаждениями из более ценных пород. Мелиоративные породы – это ольха, акация белая, тополя. Существует трехмерное лесоводство – создание устойчивых экосистем, заменяющих менее продуктивную естественную растительность (обширные лесополосы, перемежающиеся с пастбищными угодиями).

Подбор древесных и кустарниковых пород на отвалах и типы лесных культур. Подбор пород строят по зональному географическому принципу, с учетом биологической пригодности грунтов (Зайцев, Моторина, Данько, 1977).

Л. П. Баранник (1976) предлагает определять такие показатели биологической устойчивости лесных пород, как морозостойкость, засухоустойчивость, требовательность к почвенному плодородию, быстрота роста, мелиоративные качества, и выражает эти свойства в баллах (высокие, средние, низкие и т. д.).

В соответствии с биологической характеристикой выделяется группа пионерных видов: лиственница, сосна, береза, тополь, ива, ольха, акация.

Токсичные породы с высокой кислотностью переносят акация, береза, ольха, тополь, лох, облепиха, сосна, ива, клен, осина, смородина, спирея, тамариск. А карбонатные щелочные – сосна, акация, береза, клен, ольха, лох, облепиха.

Сравнительно большой выбор видов позволяет создавать на отвалах сложные по составу насаждения различных типов и назначения – мелиоративные, противозерозионные, водорегулирующие лесополосы, ремизные, лесопарковые и массивные эксплуатационные.

Мелиоративный тип лесокультур для токсичных сульфидсодержащих грунтосмесей. Мелиоративный тип лесных культур разрабатывается для крайне неблагоприятных в биологическом отношении отвалов, сложенных токсичными грунтосмесями. На них можно использовать сосну, березу, тополь, ольху, акацию, но требуется мелиорация грунта. Эффективны экранирование непри-

годных участков слоем суглинка либо известкование с глубоким рыхлением и промывкой. Обязательна подготовка грунтосмесей по системе сидерального пара и посеvy донника. Необходимо выращивать не чисто сосновые лесонасаждения, а смешанные сосново-березовые лесокультуры с ольхой. Таким образом, подбирать тип лесных культур нужно с учетом распределения участков грунтосмесей различной степени токсичности на поверхности отвалов.

Лесные культуры на отвалах нетоксичных рыхлых пород. На нетоксичных вскрышных грунтах можно выращивать лесные насаждения различного целевого назначения: это лесопарки, эксплуатационные, защитные, мелиоративно-озеленительные, подготовительные ремизные и другие насаждения. Для всех видов обязательным является выполнение мелиоративных и почвозащитных функций.

Во всех почвенно-климатических зонах на рыхлых грунтах легкого механического состава без сорной растительности возможно выращивание лесной культуры без подготовки грунта. На грунтах тяжелого механического состава с сорняками сплошная вспышка обязательна. Проектированию и созданию лесных культур должно предшествовать агротехническое обследование и крупномасштабное картирование поверхности отвалов.

При подборе древесных и кустарниковых пород и составлении проектов лесных культур предпочтение следует отдавать смешанным насаждениям, которые, как правило, более устойчивы, чем из одной породы, полнее используют почвенные и атмосферные ресурсы среды. В состав посадок желательно вводить до 30–50 % кустарников. Необходимо, однако, заметить, что облепиху не следует смешивать с другими древесными породами, так как она дает на отвалах высокую энергию роста и через 4–5 лет вытесняет все другие виды.

Можно рекомендовать такие схемы смешения лесных культур:

1. Сосны – 33 %, лиственницы – 17 %, кустарников – 50 %;
2. Сосны – 33 %, березы – 33 %, кустарников – 33 %;
3. Лиственницы – 30 %, березы – 25 %, кустарников – 45 %;
4. Березы – 50 %, кустарников – 50 %.

Последняя схема предназначена для неблагоприятных условий – на ветроударных и склонах южной экспозиции, на вершинах отвалов.

На участках лесной рекультивации, предназначенных для создания зон отдыха и имеющих ландшафтное назначение, желательно куртинное смешение древесно-кустарниковых пород, величина отдельных куртин может достигать 0,1–0,3 га.

Размещение саженцев на площади устанавливается в каждом конкретном случае в зависимости от биологических свойств высаживаемых пород, лесопригодности грунта, назначения создаваемых лесопосадок, особенностей рельефа участка.

Предпочтительнее равномерное распределение саженцев по площади (например, 1 x 1 м или 1,0 x 1,2 м). В этом случае быстрее происходит смыкание крон и закрепление поверхности отвалов. Однако в случае проведения механизированных работ ширина междурядий увеличивается до 1,5–2 м, а в рядах расстояние между растениями соответственно сокращается до 0,5–0,7 м. Плодово-ягодные облепиховые плантации следует создавать с шириной междурядий 2–2,5 м, высаживая на 1 га 2–2,5 тыс. саженцев.

В большинстве случаев ухода за лесопосадками на отвалах (прополка и рыхление) не требуется. Травянистая растительность на свежесыпанных или недавно разровненных отвалах практически отсутствует. Если и появляется сорно-полевая растительность, то она обычно не образует густого травостоя и не угнетает древесную растительность. И только в исключительных случаях, при большой густоте сорных трав, необходимо производить прополку лесных культур.

Рыхление требуется на тяжелых глинистых грунтах, где возможно образование на поверхности плотной корки. На отвалах из аргиллитов, алевролитов, песчаников, образующих щебенисто-пластинчатые каменистые грунтосмеси, поверхностный слой породы обычно бывает достаточно рыхлым.

Создаваемые на отвалах лесонасаждения имеют преимущественно защитное, санитарно-гигиеническое и рекреационное значение, но возможно и

лесохозяйственное их использование.

Практическое занятие – Лесная рекультивация на отвалах определенного техногенного образования.

На базе разработанной классификации промышленных отвалов определенного техногенного образования по степени пригодности для биологической рекультивации выполнить следующие задания.

1. Выбрать отвалы, пригодные для биологической рекультивации лесного направления.

2. Провести сравнительный экспертный анализ отдельных отвалов по степени пригодности их для лесной рекультивации.

3. Разработать способы технической подготовки выбранных отвалов для лесной рекультивации.

4. По литературным данным (Зайцев, Моторина, Данько, 1977; Баранник, 1988; Махнев и др., 2002) подобрать ассортимент видов для лесной рекультивации объектов с учетом их зонального положения (таежная – зона, подзоны северной, средней и южной тайги, лесостепная и степная зоны) и биоэкологической характеристики видов в разных типах лесонасаждений.

5. Оформить итоги занятия в виде самостоятельной работы.

Семинарское занятие.

I. Обсудить самостоятельные работы.

II. Обсудить следующие основные вопросы семинарского занятия:

1. Лесная рекультивация: формирование поверхности для создания лесонасаждений на отвалах.

2. Лесная рекультивация: требования к составу вскрышных пород.

3. Лесная рекультивация: оценка пригодности нарушенных земель для лесной рекультивации.

4. Биологическая активность грунтосмесей отвалов. Процесс их естественного зарастания (на примере Подмосковского угольного бассейна).

5. Методы мелиорации грунтосмесей и интенсификации роста лесных культур на отвалах.

6.Ассортимент деревьев и кустарников для лесной рекультивации в зависимости от пригодности грунтосмесей для биологической рекультивации.

7.Ассортимент деревьев и кустарников для лесной рекультивации в таежной зоне (подзона северной тайги).

8.Ассортимент деревьев и кустарников для лесной рекультивации в таежной зоне (подзона средней тайги).

9.Ассортимент деревьев и кустарников для лесной рекультивации в таежной зоне (подзона южной тайги).

10.Ассортимент деревьев и кустарников для лесной рекультивации в лесостепной зоне.

11.Ассортимент деревьев и кустарников для лесной рекультивации в степной зоне.

12.Подбор древесных и кустарниковых пород на отвалах и типы лесных культур.

13.Мелиоративный тип лесокультур для токсичных сульфидсодержащих грунтосмесей.

14.Лесные культуры на отвалах, сложенных нетоксичными рыхлыми породами.

15.Специфика лесной рекультивации в горной местности и на торфоразработках (в сравнительном плане).

16.Лесная рекультивация мелких карьеров строительных материалов.

17.Особенности лесной рекультивации шахтных отвалов и терриконигов.

18.Особенности лесной рекультивации гидроотвалов и дражных полигонов.

19.Опыт лесной рекультивации в Кузбассе.

Литература к разделу:

Баранник Л. П. Биологические принципы лесной рекультивации. – Новосибирск: Наука, 1988. – 84 с.

Баранник Л. П., Калинин А. М. Лес на промышленных пустынях. – Кемерово, 1976. – 60 с.

ГОСТ 17.5.1.03–86. Охрана природы. Земли. Классификация вскрышных и вмещающих пород для биологической рекультивации земель. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 9 с.

Зайцев Г. А., Моторина Л. В., Данько В. Н. Лесная рекультивация. – М.: Лесная пром-ть, 1977. – 128 с.

Махнев А. К., Чибрик Т. С., Трубина М. Р., Лукина Н. В. и др. Экологические основы и методы биологической рекультивации золоотвалов тепловых электростанций на Урале. – Екатеринбург: УрО РАН, 2002. – 356 с.

Иллюстративное обеспечение лекции:

Презентации PowerPoint для курса лекций: «Лесохозяйственное направление биологической рекультивации» – 38 слайдов.

Раздел 5. «Особенности биологической рекультивации нарушенных промышленностью земель на Урале. Промышленная ботаника. Актуальные вопросы биологической рекультивации на Урале». (Лекция 2 ч., практические занятия 4 ч.).

Лекция 5.

Цель вводной пояснительной лекции:

Показать, что особенности биологической рекультивации на Урале связаны с особенностями экономического развития региона, горнодобывающей и перерабатывающей промышленности и развитием исследований. Познакомить студентов – магистрантов с основными достижениями теоретических исследований, актуальными вопросами биологической рекультивации на Урале и примерами практического их решения.

Урал – старый промышленный регион, где добыча и переработка полезных ископаемых ведется более 100 лет. Площадь промышленных отвалов на Урале составляет свыше 100 тыс. га. Вокруг городов с развитой промышленностью образуются «индустриальные пустыни», которые не только заменяют ценные сельскохозяйственные и лесные угодья, но и негативно влияют на жизненную среду человека.

Большая часть этих земель расположена в пределах восточных предгорий Уральских гор и пересекает с севера на юг все подзоны тайги и часть северной лесостепи (зона актуальной рекультивации, район неотложной массовой рекультивации по Б. П. Колесникову и А. И. Лукьянцу, 1976). Для этого района характерны маломощные сильнокаменистые почвы, а на старых промышленных предприятиях нет запасов почвы и потенциально плодородных пород для создания рекультивационного слоя. Здесь сосредоточено свыше 30 типов промышленных отвалов, в том числе, сформированных валовым способом 50 и более лет назад. Биологическая рекультивация на Урале в «классическом» нормативном виде, из-за вышеуказанных причин, не нашла широкого применения.

С самого начала исследований по биологической рекультивации (начало 60-х годов XX в.) большое внимание уделялось инвентаризации промышленных отвалов, изучению темпов и интенсивности их естественного зарастания (Чибрик, Елькин, 1991) и начальных этапов почвообразования (Махонина, 2003).

Процесс рекультивации предусматривает в конечном счете создание устойчивых, продуктивных, хозяйственно и социально ценных биогеоценозов и предполагает не только увеличение площади сельскохозяйственных и лесных угодий за счет нарушенных земель. Часто на первый план выступают задачи охраны и оздоровления среды обитания населения.

Фитоценозы техногенных ландшафтов, возникшие в процессе самозарастания, – результат сложного взаимодействия зонально-климатических и конкретных экологических условий: чем последние благоприятнее, тем ближе к зональному типу формирующиеся фитоценозы. В зависимости от условий возможно формирование аazonальных и интерзональных фитоценозов.

Мероприятия биологического этапа рекультивации на Урале сводятся к посеву многолетних трав, посадке деревьев и кустарников испытанного и подобранного ассортимента с учетом эдафических и зонально-климатических условий. Особый интерес представляет наличие площадей, выделенных в группу не требующих биологической рекультивации, которые на угольных месторож-

дениях Урала составили от 20 до 30–40 % (Чибрик, 2003). Для выделения этих площадей определяющими показателями являлись возраст отвалов и интенсивность естественного восстановления растительного покрова. Основные направления использования рекультивированных площадей – санитарно-гигиеническое, рекреационное, сенокосно-пастбищное, лесохозяйственное.

Зонально-климатические условия на Урале не являются препятствием для биологической рекультивации образованных отвалов и других типов нарушенных земель. Способы биологической рекультивации определяются свойствами субстрата, которые исследуются в предпроектных изысканиях. При этом необходим учет восстановительных сил природных экосистем: при прочих равных условиях они оказались значительно выше в лесной зоне, чем в лесостепи и степи. Введение этих земель в хозяйственный оборот происходит интенсивнее в лесной зоне.

Важной особенностью биологической рекультивации на Урале в практическом плане является подбор и экспериментальное апробирование широкого спектра субстратулучшателей, а для отвалов Богословского и Веселовского бурогольных месторождений обоснована возможность создания сенокосно-пастбищных угодий без покрытия почвой или потенциально плодородными породами с внесением умеренных доз минеральных и органических удобрений (преимущественно торфа) и с подбором ассортимента многолетних трав. Эти разработки положены в основу проекта доработки этих месторождений и практически реализованы на площади около 2000 га (урожай сена 15–20 ц/га).

Основные теоретические разработки:

- разработаны классификации отвалов с учетом их пригодности для биологической рекультивации, более полно отражающие их характерные особенности и помогающие выбрать подходящую технологию их биологической рекультивации (Тарчевский, 1970а; Колесников, Пикалова, 1974);
- обосновано выделение новой отрасли ботанических знаний – промышленной ботаники и сформированы ее задачи (Тарчевский, 1970б);

– проведено биорекультивационное районирование Свердловской области (Колесников, Лукьянцев, 1976);

– проведен анализ восстановления фиторазнообразия на нарушенных промышленностью землях Урала (Чибрик, Лукина, Глазырина, 2004);

– установлены основные закономерности структурно-динамической организации фитоценозов на разных типах нарушенных промышленностью землях (Чибрик, Елькин, 1991; Лукина, 2002; Глазырина, 2002; Филимонова, 2005).

Промышленная ботаника – комплексная отрасль биологических наук, которая исследует состояние, функционирование, рост и развитие растений и их сообществ в специфических условиях промышленной среды (техногенных ландшафтах).

В. В. Тарчевским (1967, 1970) для промышленной ботаники как самостоятельного отдела среди ботанических дисциплин были сформулированы следующие проблемы:

1. Изучение реакции растений и растительности на действие дымогазовых и иных выделений промышленных предприятий.

2. Изучение изменений микробиоценозов и фитоценозов водоемов и заливных лугов под влиянием сточных вод промышленных предприятий.

3. Выявление состава растительности и установление сингенетических смен фитоценозов на промышленных отвалах.

4. Разработка биологических основ озеленения заводских территорий, цехов, шахтных дворов и пустот горных выработок.

5. Изучение влияния вибрации и шума в цехах промышленных предприятий на растения.

6. Выявление растений-индикаторов полезных ископаемых.

По каждой из названных проблем наряду с общепринятыми должны применяться особые методы исследования. Имея свой специфический объект исследования, основные методы исследования, вправе предполагать получение новых теоретических обобщений и закономерностей.

Промышленная ботаника (по В. В. Тарчевскому) ставит своей задачей *изучение особенностей строения, роста и развития растений и формирования фитоценозов в зоне действия загрязнений промышленных предприятий и нейтрализацию последних в этих условиях с помощью растительности.*

Разработка научных основ и новых технологий и приемов биологической рекультивации нарушенных земель – одно из важнейших направлений промышленной ботаники.

На Урале, в связи с тем, что добыча полезных ископаемых и их переработка ведутся свыше 100 лет, сосредоточены значительные площади старых отвалов, где естественным путем частично восстановлены почвенный и растительный покровы.

В исследовании по биологической рекультивации очень важен комплексный подход (Чибрик, Елькин, 1991).

Фитоценоз рассматривается нами как интегральный показатель пригодности нарушенных промышленностью земель для биологической рекультивации, а при естественном восстановлении почвенного и растительного покровов (процесс самозарастания) – как наиболее доступный для изучения и информативный компонент биогеоценозов для оценки степени их сформированности, экологической и хозяйственной ценности, прогноза их развития и др. Поэтому кроме общей характеристики фитоценозов, выявления их видового состава и определения продуктивности подробно анализируется биоэкологическая характеристика видов (по литературным данным и личным наблюдениям) и определяется концентрация микроэлементов (химический состав растений).

Большое внимание при исследованиях уделяется структурно-динамической и функциональной (исследование микотрофности видов) организации фитоценозов, а также ценопопуляционному анализу видов – доминантов и редких и исчезающих видов растений для Среднего Урала.

Перечень показателей, характеризующих фитоценозы подтверждает, что они рассматриваются в органической связи с условиями среды. Наиболее регулируемые, во многих случаях и лимитирующими, являются эдафические ус-

ловия. Регуляция их осуществляется путем целенаправленного улучшения свойств субстрата. Поэтому большое внимание при исследованиях по биологической рекультивации традиционно уделяется характеристике этих свойств, особенно реакции среды и засолению.

Результаты исследований являются экологической основой биологической рекультивации нарушенных промышленностью земель на Урале. Реализация их нашла отражение в блок-схемах биологической рекультивации на угольных месторождениях Урала, (Чибрик, 2003): в Кизеловском и Челябинском, на Богословском и Веселовском месторождениях.

Практическое занятие – Исследование таксономической и биоэкологической структуры парциальных флор отдельных техногенных образований. Знакомство с математическими методами анализа и компьютерного оформления самостоятельной работы.

Темы самостоятельных работ студентов:

I. Систематический (таксономический) анализ парциальных флор.

1. Систематический анализ парциальной флоры Корскинского бурого угольного карьера.

2. Систематический анализ парциальной флоры Батуринского бурого угольного карьера.

3. Систематический анализ парциальной флоры Коркиных железнодоржных отвалов.

4. Систематический анализ парциальной флоры Красносельского железнодорожного отвала.

5. Систематический анализ парциальной флоры золоотвала Верхнетагильской ГРЭС.

6. Систематический анализ парциальной флоры золоотвала Южноуральской ГРЭС.

7. Систематический анализ парциальной флоры золоотвала Богословской ТЭЦ.

8. Систематический анализ парциальной флоры террикоников шахт Челябинского бурогоугольного бассейна.

9. Систематический анализ парциальной флоры гидроотвала.

II. Биоэкологический анализ парциальных флор.

1. Биоэкологический анализ парциальной флоры Корскинского бурогоугольного карьера.

2. Биоэкологический анализ парциальной флоры Батуринского бурогоугольного карьера.

3. Биоэкологический анализ парциальной флоры Коркиных железнодорожных отвалов.

4. Биоэкологический анализ парциальной флоры Красносельского железнодорожного отвала.

5. Биоэкологический анализ парциальной флоры золоотвала Верхнетагильской ГРЭС (ВТГРЭС).

6. Биоэкологический анализ парциальной флоры золоотвала Южноуральской ГРЭС (ЮУГРЭС).

7. Биоэкологический анализ парциальной флоры золоотвала Богословской ТЭЦ (БТЭЦ).

8. Биоэкологический анализ парциальной флоры террикоников шахт Челябинского бурогоугольного бассейна.

9. Биоэкологический анализ парциальной флоры гидроотвала.

III. Сравнительная характеристика парциальных флор золоотвалов, расположенных в разных зонально-климатических условиях и по разным показателям.

1. Сравнительная характеристика парциальных флор золоотвалов БТЭЦ и ЮУГРЭС.

2. Сравнительная характеристика парциальных флор золоотвалов БТЭЦ и ВТГРЭС.

3. Сравнительная характеристика парциальных флор золоотвалов ВТГРЭС и ЮУГРЭС.

IV. Сравнительная характеристика парциальных флор техногенных объектов Челябинского бурогоугольного бассейна.

1. Сравнительная характеристика парциальных флор Корскинского и Батуринского угольных карьеров.

2. Сравнительная характеристика парциальных флор Коркинских и Красносельского железнодорожных отвалов.

3. Сравнительная характеристика парциальных флор терриконигов шахт и гидроотвала Челябинского бурогоугольного бассейна.

V. Сравнительная характеристика парциальных флор техногенных объектов горнодобывающей и перерабатывающей промышленности.

Структура самостоятельной работы:

Титульный лист

Содержание

Введение

Глава 1. Физико-географическая характеристика района

1.1. Общая характеристика природных условий

1.2. Характеристика объектов исследования

Глава 2. Результаты исследований

2.1. Флористический состав растительных сообществ

2.1.1. Систематическая структура парциальных флор

2.1.2. Биоэкологическая структура парциальных флор

а) по продолжительности жизни

б) по биоморфе

в) по экоморфе

г) по жизненным формам

д) по способу распространения плодов и семян

е) по ценотической принадлежности

ж) по широтному распространению

з) по долготному распространению

Выводы

Приложение

Вопросы для самоконтроля:

1. Биологическая рекультивация (фитомелиорация) нарушенных промышленностью земель – одна из проблем промышленной ботаники.
2. Промышленная ботаника: определение и задачи.
3. Основные проблемы промышленной ботаники как самостоятельной области ботанических дисциплин (по В. В. Тарчевскому).
4. Классификация промышленных отвалов по В. В. Тарчевскому.
5. Классификация отвалов по Б. П. Колесникову и Г. М. Пикаловой. Ее отличительные особенности.
6. Биологическая рекультивация отвалов, образованных при добыче угля.
7. Особенности биологической рекультивации отвалов Кизеловского угольного бассейна (блок-схема). Признаки, использованные для построения блок-схемы.
8. Особенности биологической рекультивации отвалов Веселовского и Богословского угольных месторождений (блок-схема). Признаки, использованные для построения блок-схемы.
9. Ассортимент многолетних трав для биологической рекультивации Коркинского угольного разреза. Их характеристика по биологическим свойствам (высоте травостоя, темпам развития, способности к семенному возобновлению).
10. Характеристика ассортимента многолетних трав, рекомендованных для биологической рекультивации Коркинского разреза по направлению использования посевов на разных породах.
11. Принципы классификации пород отвалов для целей биологической рекультивации.
12. Биологическая рекультивация отвалов, сложенных фитотоксичными и каменистыми породами (на примере Кизеловского угольного бассейна).
13. Биологическая рекультивация отвалов, сложенных нетоксичными породами (на примере Веселовского и Богословского угольных месторождений).

14. Биологическая рекультивация золоотвалов тепловых электростанций.

15. Особенности биологической рекультивации нарушенных промышленностью земель на Урале.

Литература к разделу:

Колесников Б. П., Пикалова Г. М. К вопросу о классификации промышленных отвалов как компонентов техногенных ландшафтов // Растения и промышленная среда. – Свердловск, 1974. – С. 3–28.

Махнев А. К., Чибрик Т. С., Трубина М. Р., Лукина Н. В. и др. Экологические основы и методы биологической рекультивации золоотвалов тепловых электростанций на Урале. – Екатеринбург: УрО РАН, 2002. – 356 с.

Махонина Г. И. Экологические аспекты почвообразования в техногенных экосистемах Урала. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2003. – 356 с.

Тарчевский В. В. Классификация промышленных отвалов // Растительность и промышленные загрязнения: Охрана природы на Урале. Вып. 7. – Свердловск, 1970а. – С. 84–89.

Тарчевский В. В. К вопросу о выделении новой отрасли ботанических знаний – промышленной ботаники // Растительность и промышленные загрязнения: Охрана природы на Урале. Вып. 7. – Свердловск, 1970б. – С. 5–9.

Чибрик Т. С. Основы биологической рекультивации: Учеб. пособие. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2002. – 172 с.

Чибрик Т. С., Елькин Ю. А. Формирование фитоценозов на нарушенных промышленностью землях (биологическая рекультивация). – Свердловск: УрГУ, 1991. – 220 с.

Чибрик Т. С., Лукина Н. В., Глазырина М. А. Характеристика флоры нарушенных промышленностью земель Урала: Учеб. пособие. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2004. – 160 с.

Иллюстративное обеспечение лекции:

Презентации PowerPoint для курса лекций: «Золоотвалы. Отвалы перерабатывающей промышленности» – 80 слайдов; «Формирование фитоценозов» – 33 слайда.

Раздел 6. «Основные направления комплексных исследований и экологического мониторинга нарушенных промышленностью земель». (Лекция 2 ч., практические занятия 4 ч.).

Лекция 6.

Цель вводной пояснительной лекции:

Ознакомить студентов с основными направлениями комплексных исследований и особенностями экологического мониторинга на нарушенных промышленностью землях.

Биологическая рекультивация нарушенных земель – комплексная проблема и требует участия в исследованиях разных специалистов.

Характеристика экотопа предполагает изучения рельефа, гидрологического режима, породного состава отвалов горнодобывающей или характеристики субстрата отвалов перерабатывающей промышленности. Как правило эти сведения могут быть получены при изучении ведомственных материалов. Особое внимание уделяется изучению физических и химических свойств пород (субстрата) отвалов.

Важным разделом является исследование процессов естественного восстановления почвенного и растительного покровов. Наиболее подробно исследуются фитоценозы как возникшие в процессе самозарастания, так и созданные при биологической рекультивации: изучается динамика и структура, продуктивность, флористический состав.

«Хотя информация о состоянии окружающей среды используется человеком достаточно давно, однако только в последнее время она стала столь значимой, что появился новый термин «мониторинг». По мнению Ю. А. Израэля (1977), мониторингом следует называть систему наблюдений, позволяющую выделить изменения состояния биосферы под влиянием человеческой деятельности и включающую в себя наблюдение, оценку и прогноз состояния природной среды. Мониторинг является необходимым условием организации управления ее качеством. Существуют разные уровни и виды мониторинга. Кроме

того, организация системы мониторинга предполагает получение информации об исходном состоянии среды до наступления антропогенных изменений. Поскольку живые организмы наиболее комплексно отражают влияние неблагоприятных факторов на экосистемы, базовая информация поступает при биологическом мониторинге. Являясь частью экологического мониторинга, биологический мониторинг представляет собой систему слежения за ответной реакцией биоты, по существу, это мониторинг биоразнообразия и биоиндикация. Таким образом, хотя экологический мониторинг как процедура отслеживания понимается ныне очень широко, однако в первую очередь это биологические методы контроля состояния окружающей природной среды» (Большаков, 2005).

«Под экологическим мониторингом понимают разнообразные системы наблюдений за изменениями состояния окружающей среды в пространстве и во времени, вызванные антропогенными причинами, и позволяющие оценивать и прогнозировать развитие этих изменений» (Трифенова, Селиванова, Мищенко, 2005, стр. 200).

В задачи экологического мониторинга входит:

- наблюдение за источниками антропогенного воздействия;
- наблюдение за факторами антропогенного воздействия;
- наблюдение за изменениями, происходящими в окружающей среде под влиянием антропогенного воздействия;
- наблюдение за состоянием здоровья населения, проживающего в зонах влияния техногенных факторов;
- анализ данных, оценка и прогноз изменений состояния природной среды в целом и отдельных ее компонентов под влиянием воздействующих факторов;
- разработка системы управления и оптимизации антропогенного воздействия на окружающую среду.

По масштабу наблюдений и характеру обобщения информации различают:

- *глобальный (биосферный) мониторинг*, осуществляемый на основе международного сотрудничества, которое в последние годы становится все более интенсивным;
- *национальный мониторинг*, осуществляемый в пределах государства специально созданными органами;
- *региональный мониторинг*, осуществляемый в пределах интенсивно осваиваемых крупных районов, например, в пределах территориально-производственных комплексов;
- *локальный (биоэкологический) мониторинг*, включающий слежение за изменениями качества среды в пределах населенных пунктов, промышленных центров, непосредственно на предприятиях;
- *импактный мониторинг*, осуществляемый в особо опасных зонах и местах (Трифенова, Селиванова, Мищенко, 2005, стр. 201).

Для систем мониторинга, используемых для наблюдений за переносом загрязнений в интересах нескольких регионов или стран, применяется термин *трансграничный мониторинг*.

По специфике методов измерения и оценке информации выделяют мониторинг биологический, геохимический, геофизический и др. По специфике объектов наблюдения и защиты выделяют мониторинг атмосферы, почв, поверхностных вод (гидрологический), подземных вод (гидрогеологический), растительных ресурсов (геоботанический), лесов, животного мира, антропогенной, транспортной, рекреационной нагрузки, медико-демографический и др. (Трифенова, Селиванова, Мищенко, 2005, стр. 202).

Системы мониторинга могут классифицироваться по методам наблюдения (например, по физико-химическим, биологическим, геохимическим, авиационным, аэрокосмическим и т. п.).

На нарушенных промышленностью землях, чаще всего, осуществляется локальный (биоэкологический) и импактный мониторинг, а именно мониторинг биоразнообразия, в частности фиторазнообразия, биотестирования и начальных

этапов почвообразования, т. е. восстановление почвенного покрова в пространстве и времени.

Цель мониторинга биоразнообразия (фиторазнообразия) – слежение за состоянием биоты в пределах различных по масштабу природно-территориальных комплексов в нашем случае техногенных объектов, отвалов. Этот процесс включает сбор данных, их анализ, хранение, обработку с целью прогнозирования развития и научно-обоснованного управления формирующимися экосистемами. Последние начинают формироваться с нулевого стартового момента, так как на большинстве нарушенных промышленностью земель полностью уничтожаются почвенный и растительный покровы. Формирование автотрофного блока экосистем идет по типу первичной сукцессии при отсутствии в поверхностных слоях диаспор (Шенников, 1964).

Обычно при исследованиях все разнообразие видов разбивают на 3 группы: фоновые виды; индикаторные виды; редкие виды (особоохраняемые).

Биомониторинг включает в себя процесс инвентаризации (эти сведения составляют базу данных), но его особенность состоит в том, что здесь оцениваются изменения, происходящие в определенном точно установленном по маркшейдерским данным интервале времени.

Биотестирование – один из приемов исследования в области биологической рекультивации с использованием формирующихся на нарушенных промышленностью землях фитоценозов в качестве тест-объекта для определения степени пригодности их для биологической рекультивации. Биотестирование не отменяет систему аналитических и аппаратурных методов контроля на промышленных отвалах, а лишь дополняет ее качественно новыми биологическими показателями, так как с экологической точки зрения сами по себе результаты физико-химических характеристик свойств пород и субстратов отвалов имеют относительную ценность. Важно знать вызываемые этими свойствами биологические эффекты.

Практическое занятие – Применение методов экологического мониторинга при исследованиях по биологической рекультивации.

1. Результаты применения методов экологического мониторинга при исследовании восстановления фиторазнообразия на конкретных техногенных объектах.

2. Результаты применения методов экологического мониторинга при изучении структуры и динамики фитоценозов техногенных ландшафтов Урала.

3. Результаты применения методов экологического мониторинга при изучении начальных этапов почвообразования на конкретных техногенных объектах.

4. Провести сравнительный экспертный анализ по прогнозной эффективности экологического мониторинга при исследованиях по биологической рекультивации.

5. Оформить результаты практического занятия в виде самостоятельной работы.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое экологический мониторинг?
2. Каковы задачи экологического мониторинга?
3. Как подразделяется мониторинг по масштабу наблюдений и характеру обобщения информации?
4. Каковы системы мониторинга по методам наблюдения?
5. Как классифицируются системы мониторинга?
6. Восстановление фиторазнообразия на золоотвалах тепловых электростанций в таежной зоне, подзона средней тайги.
7. Восстановление фиторазнообразия на золоотвалах тепловых электростанций в таежной зоне, подзона южной тайги.
8. Восстановление фиторазнообразия на золоотвалах тепловых электростанций в лесостепной зоне.
9. Восстановление фиторазнообразия в Коркинском угольном разрезе (лесостепная зона).
10. Восстановление фиторазнообразия на Коркинских отвалах (лесостепная зона).

11. Восстановление фиторазнообразия на Южном Веселовском отвале (таежная зона, подзона средней тайги).
12. Схема формирования фитоценозов на золоотвале Верхнетагильской ГРЭС.
13. Схема формирования растительности на нарушенных землях Челябинского угольного бассейна.
14. Схема формирования фитоценозов на полигонах при золотодобыче на примере Шуралино-Ягодного месторождения.
15. Начальные этапы почвообразования на отвалах Кумертауского бурогоугольного разреза (степная зона).
16. Начальные этапы почвообразования на отвалах Аккермановского железорудного месторождения (степная зона Зауралья).
17. Начальные этапы почвообразования на отвалах Веселовского бурогоугольного месторождения (таежная зона).

Литература к разделу:

Большаков В. Н. Предисловие // Методы экологического мониторинга: Большой специальный практикум: Учеб. пособие. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2005. – 236 с.

Войтенко И. В. Структурная организация лесных фитоценозов Южно-Веселовского отвала Карпинско-Волчанского бурогоугольного бассейна // Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных земель: материалы Междунар. науч. конф., Екатеринбург, 4–8 июня 2007 г. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2007. – С. 104–114.

Глазырина М. А., Лукина Н. В., Чибрик Т. С. К вопросу восстановления фиторазнообразия на террикониках угольных шахт Урала // Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных земель: материалы Междунар. науч. конф., Екатеринбург, 4–8 июня 2007 г. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2007. – С. 149–168.

Махонина Г. И., Чибрик Т. С. Начальные этапы почвообразования на отвалах Кумертауского бурогоугольного разреза при естественном зарастании их

растительностью // Растения и промышленная среда. – Свердловск, 1974. Вып. 3. – С. 116–126.

Махонина Г. И., Чибрик Т. С., Ужегова И. А. Процессы формирования почвенного и растительного покровов на отвалах Аккермановского железорудного месторождения: (Степная зона Зауралья) // Растения и промышленная среда. – Свердловск, 1976. Вып. 4. – С. 132–143.

Махонина Г. И., Чибрик Т. С. К характеристике начальных этапов почвообразования при естественном зарастании отвалов Веселовского бурогоугольного месторождения // Растения и промышленная среда. – Свердловск, 1978. – С. 72–83.

Трифорова Т. А., Селиванова Н. В., Мищенко Н. В. Прикладная экология: Учебное пособие для вузов. – М.: Академический Проект: Традиция, 2005, – 384 с.

Чибрик Т. С. Основы биологической рекультивации: Учеб. пособие. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2002. – 172 с.

Чибрик Т. С. Восстановление фиторазнообразия на нарушенных техногенных объектах таежной зоны Урала // Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных земель: материалы Междунар. науч. конф., Екатеринбург, 4–8 июня 2007 г. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2007. – С. 743–762.

Чибрик Т. С., Елькин Ю. А. Формирование фитоценозов на нарушенных промышленностью землях (биологическая рекультивация). – Свердловск: УрГУ, 1991. – 220 с.

Чибрик Т. С., Лукина Н. В., Глазырина М. А. Характеристика флоры нарушенных промышленностью земель Урала: Учеб. пособие. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2004. – 160 с.

Чибрик Т. С., Лукина Н. В., Глазырина М. А., Филимонова Е. И. Динамика фитоценозов техногенных ландшафтов // Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных земель: материалы Междунар. науч. конф., Екатеринбург, 4–8 июня 2007 г. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2007. – С. 762–779.

Чибрик Т. С., Филимонова Е. И., Глазырина М. А., Лукина Н. В. Эколо-

гические основы структурно-динамической организации фитоценозов техногенных ландшафтов // Ученые записки НТГСПА: Коллективная монография по материалам науч. конф. «Экология промышленного региона и экологическое образование», Нижний Тагил, 30 ноября – 1 декабря 2004. – Нижний Тагил: Нижнетагильская гос. социально-пед. академия, 2006. – С. 154–163.

Шенников А. П. Введение в геоботанику. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1964. – 447 с.

Иллюстративное обеспечение лекции:

Презентации PowerPoint для курса лекций: «Основные направления комплексных исследований и экологического мониторинга нарушенных промышленностью земель» – 70 слайдов.