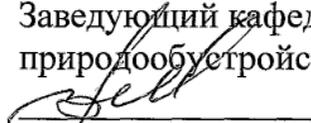


Учреждение образования
«Брестский государственный технический университет»
Факультет инженерных систем и экологии
Кафедра природообустройства

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой
природообустройства


В.В.Мороз
«14» 06 2025 г.

СОГЛАСОВАНО

Декан факультета
инженерных систем и экологии


О.П.Мешик
«10» 06 2025 г.

**ЭЛЕКТРОННЫЙ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
«РЕКУЛЬТИВАЦИЯ И ОХРАНА ЗЕМЕЛЬ»**

для специальности:
7-06-0521-01 «Экология»

Составители: Волчек А.А., профессор, доктор географических наук
Розумец И.Н., аспирант
Городнюк Ю.П., ассистент

Рассмотрено и утверждено на заседании Научно-методического Совета
университета «26» 06 2025 г., протокол № 4

реш. о УМК 2025-2027

Пояснительная записка

Актуальность изучения дисциплины

В современном мире традиционная модель потребительского использования природных ресурсов доказала свою несостоятельность. На смену ей пришли новые концепции, построенные на принципах бережного отношения к природе и её созидательного освоения.

Человеческая деятельность оказывает комплексное негативное влияние на природную среду, особенно сильно страдая при этом почвенный слой. Он подвергается серьёзным изменениям из-за загрязнения химическими веществами, нарушения естественных гидрологических, климатических и температурных условий. Особую проблему представляет собой ухудшение состояния земель и почв, вызванное трансформацией рельефа местности и использованием территорий под свалки и хранилища промышленных отходов.

Именно поэтому дисциплина «Рекультивация и охрана земель» приобретает особую актуальность. Она направлена на разработку современных технологий, позволяющих не только сохранять, но и восстанавливать природно-технические комплексы и инженерные системы природообустройства как на естественных, так и на изменённых человеком территориях.

Цель и задачи дисциплины

Цель преподавания учебной дисциплины: формирование у магистрантов знаний, умений и навыков по теоретическим основам и методам восстановления нарушенных и загрязнённых земель при различных способах их хозяйственного использования, а также проектирования, организации и технологии рекультивации земель с учетом требований по их охране.

Задачи учебной дисциплины:

- освоение методологических принципов рекультивации земель;
- обоснованный выбор направления использования нарушенных земель;
- изучение особенностей этапов проведения рекультивации земель и технологий по их реализации;
- обоснование способов рекультивации земель по видам нарушений;
- оценка эффективности рекультивации нарушенных земель.

Электронный учебно-методический комплекс (ЭУМК) объединяет структурные элементы учебно-методического обеспечения образовательного процесса, и представляет собой сборник материалов теоретического и практического характера для организации работы студентов специальности 7-06-0521-01 «Экология» по изучению дисциплины «Рекультивация и охрана земель».

ЭУМК разработан на основании Положения об учебно-методическом комплексе на уровне высшего образования, утвержденного Постановлением Министерства образования Республики Беларусь от 26 июля 2011 г., № 167, и предназначен для реализации требований учебной программы по учебной дисциплине «Рекультивация и охрана земель» для специальности 7-06-0521-

01 «Экология». ЭУМК разработан в полном соответствии с утвержденной учебной программой по учебной дисциплине компонента учреждения высшего образования «Рекультивация и охрана земель».

Цели УМК:

– обеспечение качественного методического сопровождения процесса обучения;

– организация эффективной самостоятельной работы студентов. Содержание и объем ЭУМК полностью соответствуют образовательному стандарту высшего образования специальности 7-06-0521-01 «Экология». А также учебно-программной документации образовательных программ высшего образования. Материал представлен на требуемом методическом уровне и адаптирован к современным образовательным технологиям.

Структура учебно-методического комплекса по дисциплине «Рекультивация и охрана земель»

Теоретический раздел ЭУМК содержит материалы для теоретического изучения учебной дисциплины и представлен курсом лекций, составленный профессором, д.г.н. Волчком А.А., ассистентом Городнюк Ю.П., Розумцом И.В. аспирантом.

Практический раздел ЭУМК содержит в электронном виде материалы для проведения практических занятий на протяжении одного семестра.

Раздел контроля знаний ЭУМК содержит перечень экзаменационных вопросов для итоговой аттестации.

Вспомогательный раздел включает учебную программу учреждения высшего образования по учебной дисциплине «Рекультивация и охрана земель» и список литературы по дисциплине.

Рекомендации по организации работы с УМК:

- лекции проводятся с использованием представленных в ЭУМК теоретических материалов; при подготовке к практическим и лабораторным занятиям и экзамену, студенты могут использовать конспект лекций;

- практические занятия проводятся с использованием представленных в УМК методических материалов;

- экзамен проводится с использованием комплекта экзаменационных билетов, составленных из вопросов, приведенных в разделе контроля знаний.

ЭУМК способствует успешному усвоению студентами учебного материала, дает возможность планировать и осуществлять самостоятельную работу студентов, обеспечивает рациональное распределение учебного времени по темам учебной дисциплины и совершенствование методики проведения занятий.

ПЕРЕЧЕНЬ МАТЕРИАЛОВ В КОМПЛЕКСЕ

1 Теоретический раздел

Конспект лекций по дисциплине «Рекультивация и охрана земель»

Лекция № 1 Общие сведения о рекультивации земель.

Лекция № 2 Этапы рекультивации нарушенных земель.

Лекция № 3 Способы рекультивации по видам нарушений

Лекция № 4 Рекультивация загрязненных земель.

Лекция № 5 Восстановление сельскохозяйственных земель.

Лекция № 6 Мониторинг и охрана земель

2 Практический раздел

Электронные методические указания для проведения практических занятий по дисциплине «Рекультивация и охрана земель».

Практическая работа №1 Техническая рекультивация земель под сельскохозяйственное использование.

Практическая работа №2 Биологическая рекультивация сельскохозяйственных земель.

Практическая работа №3 Разработка способов рекультивации земель дифференцированно по видам нарушений.

Практическая работа №4 Рекультивация земель, загрязненных радионуклидами.

Практическая работа №5 Проектирование водозадерживающих балок и мероприятий по борьбе с водной эрозией овражно-балочных земель.

3 Раздел контроля знаний

Перечень вопросов к зачету по дисциплине «Рекультивация и охрана земель».

4 Вспомогательный раздел

Учебная программа по дисциплине «Рекультивация и охрана земель» для студентов специальности 7-06-0521-01 «Экология»

1 Теоретический раздел
Конспект лекций по дисциплине
«Рекультивация и охрана земель»

Лекция № 1

Общие сведения о рекультивации земель

1. Антропогенная деятельность и ее влияние на свойства природных объектов.
2. Нарушенные и разрушенные земли. Классификация нарушенных земель.
3. Нарушенные агрогеосистемы.

1. Антропогенная деятельность и ее влияние на свойства природных объектов.

Антропогенная деятельность – один из основных факторов воздействия на окружающую среду, в том числе на ее природные объекты. Она может изменять или разрушать природный объект как в целом, так и трансформировать отдельные его свойства. Нарушение земель зависит от вида природопользования, которое делят: на адаптивное, не создающее серьезных экологических нарушений и не сопровождающееся разрушительными природно-антропогенными процессами и явлениями. Пример: подсечно-переложная система земледелия в сезонно-влажных субэкваториальных лесах (Юго-Восточная Азия, Конго), или террасированное плантационное земледелие на склоновых землях (Индия, Испания), лиманное орошение на сенокосных угодьях и система земледелия, исключая монокультуру (Россия) и др.; конструктивное, создающее техногенные комплексы, не свойственные природной среде, но устойчиво функционирующие в результате постоянного тщательного антропогенного контроля (городские и портовые комплексы Нидерландов; польдерные, осушительные и оросительные системы в России и др.); деструктивное, порождающее гамму природно-антропогенных процессов, снижающих продуктивность исходных природных геосистем, вызывающих разрушение или деградацию ландшафтов, ускоренную эрозию, дефляцию, аридизацию и опустынивание, уничтожение кормовых угодий, дегумификацию продуктивного слоя почв и прочие негативные явления (так называемые «интенсивные» системы земледелия на старопахотных землях в условиях ослабленного применения мелиоративных мероприятий, бесконтрольное сведение лесов, распашка склоновых земель, закисление водоемов и почв вследствие загрязнения атмосферы и пр.).

Негативные последствия в природных комплексах и в механизмах функционирования социальной и экономической сфер, возникающие при нарушении принципов рационального природопользования, приводят к истощению природных ресурсов и деградации ландшафтов и его компонентов, ухудшению городской и сельской среды обитания, сокращению рентабельности производства, увеличению ущерба от загрязнения природной среды.

Например, при добыче полезных ископаемых открытым способом, когда изымаются территории от нескольких десятков до сотен гектаров с глубиной разработки карьеров, превышающей сотни метров (например, глубина

карьерной выемки при добыче алмазов открытым способом из кимберлитовой трубки в г. Мирный составляет более 500 м), происходит разрушение природных объектов различных рангов (фаций, урочищ, местностей, ландшафтов) со значительным изменением связей в иерархической структуре. За последние 150 лет в результате добычи полезных ископаемых на Земле образовались карьеры объемом 40...50 км³ и отвалы около 100 км³. На каждого жителя планеты ежегодно добывают около 20 т минерального сырья. Добыча 1 млн т железной руды приводит к нарушению 10...650 га земли; марганцевой – от 75...600, угля – 2,5...45; руд для производства минеральных удобрений – 20...100, 1 млн м³ нерудных строительных материалов – 1.5...580 га. В ходе строительства одной нитки магистральных трубопроводов длиной в 1 км нарушается до 4 га, за год это составляет около 40 тыс. га, и это без учета временных сооружений и дорог. Под автомобильными дорогами на сельскохозяйственных землях находится 2,3 млн га, 65 % площади занято дорожным покрытием.

Добыча минерального сырья, создание свалок, золоотвалов вблизи ТЭЦ, хвостохранилищ обогатительных фабрик, строительство объектов военного, промышленного и гражданского назначения приводят к исключению из использования земель, ценных для народного хозяйства. Ежегодно в мире на эти нужды изымается 6–7 млн га плодородных земель. В результате водной и ветровой эрозии прилегающие к промышленным объектам сельскохозяйственные земли, населенные пункты, лесные угодья и водотоки засоряются техногенными продуктами. В результате антропогенной деятельности возможно полное исчезновение отдельных компонентов природы: малых рек, растительного и почвенного покрова. Такие воздействия приводят к нарушению жизнедеятельности систем, их внутреннего содержания, к изменению обмена веществом и энергией с другими природными объектами.

Для описания и изучения природных объектов, особенно при решении инженерных и экологических задач в ходе природопользования, используют ландшафтный (геосистемный) подход. Геосистема – пространственно-временной комплекс всех компонентов природы (атмосферы, литосферы, гидросферы, почвы и биосферы), взаимообусловленных в своем размещении и развивающихся как единое целое.

Такой подход позволяет выделить следующие основные свойства природных объектов (геосистем).

Целостность (эмерджентность) – это способность систем проявлять полностью свои свойства только при взаимодействии элементов; это важнейшее свойство, наличие которого согласно определению позволяет отнести объект к системам. Оно означает, что систему невозможно познать, изучая лишь составные части и не учитывая взаимодействия между ними. Распространяя свойство целостности на геосистемы, отметим, что их нужно рассматривать как совокупности взаимосвязанных и взаимообусловленных элементов: компонентов природы или подсистем более низкого ранга. Так,

невозможно достоверно судить о процессах в почве, не учитывая особенностей функционирования ландшафта в целом.

С другой стороны, относительно замкнутые круговороты веществ на уровне ландшафта невозможно изучать, не имея информации о региональных и глобальных процессах.

Сложность – это свойство, которое характеризуется числом элементов или возможных состояний системы. Важно понимать, что в соответствии с принципом «Вселенная бесконечно систематизирована» можно представлять систему, состоящую из элементов различных уровней существования материи, вплоть до атомного, элементарного и даже кваркового. В таком случае во всех природных системах число элементов очень велико. Но также важно помнить, что при изучении геосистем нужно оставаться на уровне рассмотрения процессов, значимых для ландшафта, местности, урочища, фации, для чего рассматривать уже укрупненные элементы – природные тела: потоки атмосферного воздуха, почву и ее горизонты, водные объекты, фитоценозы, популяции животных и колонии микроорганизмов, грунты и гидрогеологические системы. При моделировании по возможности рассматривают меньшее число элементов. Наиболее рациональный путь упрощения модели – выделение и описание взаимодействия между подсистемами, включающими в себя множество элементов. Важная для природообустройства система «почва – вода – атмосфера – растение» состоит из четырех подсистем, каждую из которых можно описывать более или менее сложной моделью в зависимости от поставленных задач.

Разнообразие означает, что система жизнеспособна только тогда, когда состоит из разнообразных элементов и связей. Минимальное число разных элементов – два (плюс и минус, северный и южный магнитные полюса, мужской и женский пол). В геосистемах это свойство выражается в неоднородности и изменчивости свойств компонентов природы в пространстве, которые могут быть детерминированными (упорядоченными, тогда можно выделять контуры, тренды, картировать неоднородности) и стохастическими (случайными), т. е. когда какое-то свойство (плотность, пористость, коэффициент теплопроводности и т. п.) меняется из точки в точку, не подчиняясь какой-либо функциональной закономерности. Внутренняя неоднородность и изменчивость свойств повышают устойчивость геосистемы, но затрудняют принятие технических решений, так как регулярное воздействие приходится накладывать на среду со случайными параметрами и отклик на это воздействие получается случайным; например, поле поливают одной нормой, а влажность в разных его частях может после полива отличаться на 10...20 %, случайная неоднородность усложняет текущие наблюдения (мониторинг), для репрезентативности их надо проводить в нескольких точках.

Структурность характеризует организацию системы. Степень развития структуры является отражением сложности системы и разнообразия ее элементов, а также видов связей элементов между собой. В геосистемах

структурность выражается в виде пространственно-временной упорядоченности (организованности), определенным расположением ее частей и их соединениями; различают вертикальную, или ярусную, структуру, указывающую на взаиморасположение компонентов, и горизонтальную, или латеральную, структуру, раскрывающую порядок расположения геосистем низшего ранга. Поэтому нужно рассматривать как вертикальные, или межкомпонентные, связи, так и горизонтальные, или межсистемные, связи. Система без выраженной структуры неустойчива и подвержена случайным воздействиям, которые ее «расшатывают».

Так ведет себя песчаная дюна, перемещаемая ветром. Система со сложной жесткой структурой устойчива, но не способна развиваться и усложняться. Оросительная система, состоящая из насосной станции, трубопроводов, дождевальной техники, выдерживает нормальные эксплуатационные нагрузки, но самовосстанавливаться она не может и уж тем более не может самопроизвольно за счет внутренних факторов превратиться во что-то более совершенное. Системы со средневыраженной структурой занимают промежуточное положение; они обладают достаточной устойчивостью, но способны в некоторых пределах изменяться, а иногда и перестраиваться в другие системы со своей устойчивостью. Так, пожарище со временем превращается в луг, а он сменяется лесом.

При создании квазиприродных и артеприродных систем разрушаются ранее существовавшие природные структуры и в них вносятся новые структуры, что делает их более «жесткими» и может снизить способность к развитию и адаптации. Природные структуры упрощаются человеком (монокультура взамен лугового разнотравья, планировка поверхности и ликвидация микрорельефа), системы становятся менее устойчивыми из-за меньшего разнообразия.

Свойства динамических систем. В природных системах связи имеют вид потоков вещества, энергии и информации. Это означает, что один элемент системы, например биота, влияет на другой (почву, гидросферу и пр.) не с помощью рычага или шестеренки, а с помощью движущихся в пространстве и времени веществ, энергии, а часто и информации (изменение излучения Солнца передает живым организмам информацию о природных циклических изменениях). Все такие системы называют динамическими, и они имеют ряд их характерных свойств.

Функционирование. Внутри динамических систем (к ним относятся и геосистемы) идут интегральные, взаимосвязанные и взаимовлияющие непрерывные процессы обмена вещества, энергии и информации и их преобразование, которые совершенно условно, для нужд частных наук о природе, человек подразделяет на отдельные составляющие: физические, химические, биологические и т. д. В последнее время наметилась тенденция совместного рассмотрения некоторых процессов: геохимических, гидрофизических, биохимических и др. Природообустройство, в том числе рекультивация, ставит перед собой задачу управления потоками вещества и

энергии в природе и гармонизации круговоротов, т. е. нахождения такого оптимального уровня воздействия, который не приводит к неблагоприятным изменениям в управляемой системе. Единство, интегральность природных процессов представляет сложность для их моделирования. Например, при описании передвижения влаги в почве нужно учитывать, что этот процесс происходит не только под действием градиента напора, но и под действием поля температур, поля концентраций солей, электромагнитного поля, на состояние которых (полей) отражается и само движение воды.

Открытость. Фундаментальная особенность динамических систем – постоянный обмен веществом, энергией и информацией с окружающей средой. Геосистемы обмениваются энергией, веществом и информацией с другими геосистемами, при этом поток энергии пронизывает все элементы, без этого невозможно существование геосистемы. Чем более высокоорганизованна система, тем строже она регулирует обмен веществом и энергией с окружающей средой. Нельзя понимать открытость как абсолютную, она не может быть полной, необходима некоторая изоляция. Возможность существования динамической системы объясняется некоторым преобладанием мощности внутренних связей над внешними, иначе система «размазывается» и перемешивается с окружающей ее средой.

Устойчивость. Это способность восстанавливать или сохранять структуру и другие свойства при резком изменении внешних воздействий. Устойчивость возможна как раз в силу некоторой изолированности от окружающей среды, неполной открытости системы. Устойчивость геосистем и компонентов природы растет с увеличением их внутренней неоднородности и разнообразия. Например, развитая почва, будучи высокоорганизованной системой, способна поддерживать постоянный газовый состав воздуха в порах, малоизменчивый температурный режим. Природную устойчивость геосистем следует отличать от устойчивости техно- природных систем, которая заключается в способности выполнять заданные социально-экономические функции.

Динамичность. Это способность обратимо изменяться под действием периодически меняющихся, т. е. «привычных» для данной геосистемы внешних факторов без перестройки структуры или с незначительной перестройкой; это обеспечивает геосистеме ее гибкость, «живучесть». Проявляется она при суточных, сезонных, годовых и многолетних циклах изменения солнечной радиации, свойств воздушных масс. Можно сказать, что совершенным техническим системам тоже присуща динамичность как способность противостоять периодическим воздействиям без разрушения, например, способность бетона облицовки канала выдерживать неоднократное замораживание и оттаивание, «самозалечивающиеся» конструкции тела грунтовой плотины также обладают своего рода динамичностью.

Способность развиваться. Геосистемы эволюционно изменяются, т. е. происходит направленное необратимое изменение, приводящее к коренной перестройке структуры, т. е. к появлению новых геосистем; скорость

изменения зависит от ранга геосистемы: быстрее изменяются фации, затем – урочища, местности, время изменения ландшафтов и их групп измеряется геологическими масштабами. Эволюционные изменения можно в лучшем случае замедлить, приостановить или повернуть вспять невозможно без серьезного нарушения устойчивости геосистемы. Это свойство нужно для адаптации системы к окружающей среде, оптимизации внутренних и внешних связей.

Особые свойства геосистем. Важнейшее свойство геосистем – продуцирование биомассы, которое заключается в синтезе органического вещества первичными продуцентами: на суше – это зеленые растения, извлекающие двуокись углерода из атмосферы, а из почвы с водными растворами – зольные элементы и азот при обязательном использовании солнечной энергии. Человек энергично эксплуатирует это свойство в процессе природопользования и регулирует при обустройстве природы. Биомасса продуцируется и другими живыми организмами.

Способность почвообразования – отличительное свойство земных ландшафтов, заключающееся в образовании почвы, которая, являясь продуктом функционирования, стала и важным компонентом природы.

Почва, как отмечал В. В. Докучаев, – особое природное тело, которое образуется в результате взаимодействия живых организмов и их остатков с наружными слоями литосферы, предварительно подвергшимися измельчению под действием воды, солнца, ветра. Почвы обладают неопределимым свойством – плодородием, т. е. способностью удовлетворять потребности сельскохозяйственных растений в факторах и условиях их роста и развития. Помимо этого почва выполняет важные экологические функции: регулируя потоки влаги и веществ, предохраняет другие компоненты природы от загрязнения, защищенная растениями почва гасит водную и ветровую эрозию, регулируя соотношение между поверхностным и подземным оттоком влаги, она формирует речной сток, обеспечивая, в частности, жизнь рек в летний засушливый период.

Нелинейность природных процессов. Трансформация энергии и вещества и обмен ими происходят с переменной, часто замедляющейся, скоростью: уменьшается скорость впитывания воды в почву, замедляется остывание почвы при похолодании, затухает скорость понижения уровня грунтовых вод при дренировании. В некоторых случаях возможен нелинейный ускоряющийся рост популяций живых организмов (эпидемии) или самоускоряющиеся физические процессы (ускорение свободного падения). Природные процессы могут быть периодическими и даже менять свое направление. Затухающие процессы повышают устойчивость геосистемы, тогда она не идет враскачку». Нелинейные процессы сложнее изучать и моделировать.

Для оценки техногенного воздействия, определения допустимого предела воздействия или допустимой антропогенной нагрузки на геосистему, за которыми наступают необратимые и нежелательные ее изменения,

необходимо в каждом конкретном случае определять устойчивость геосистемы к техногенным нагрузкам.

Всякая геосистема приспособлена к определенным условиям, в пределах которых она устойчива и нормально функционирует даже при возмущениях внешних природных факторов (динамичность геосистемы). Техногенные возмущения часто превосходят природные, они более разнообразны, некоторые вообще отсутствуют в природе, например загрязнение искусственными веществами. Все это требует специальных исследований реагирования геосистемы на конкретные воздействия, которые должны быть положены в основу проектов по природопользованию и природообустройству. Отметим важность долговременных прогнозов поведения геосистем при разных вариантах техногенных воздействий.

Общие критерии природной устойчивости геосистем – это высокая организованность, интенсивное функционирование и сбалансированность функций геосистем, включая высокую биологическую продуктивность и возобновимость растительного покрова. Эти качества определяются оптимальным соотношением тепла и влаги, а выражаются степенью развитости почвенного покрова, а в конечном итоге плодородием почв.

Так, тундровые ландшафты с недостатком тепла имеют слаборазвитые почвы, они очень неустойчивы при техногенных нагрузках, сильно ранимы и очень медленно восстанавливаются. Дефицит тепла определяет низкую активность биохимических процессов, медленную самоочищаемость от промышленных выбросов. При разрушении растительного и почвенного покровов нарушается тепловое равновесие многолетнемерзлых пород, что вызывает просадки, разрушение фундаментов сооружений и т. п.

Таежные ландшафты в целом более устойчивы из-за лучшей обеспеченности теплом и благодаря мощному растительному покрову, здесь формируются, естественно, не очень плодородные подзолистые почвы, но отзывчивые на высокую культуру земледелия. Интенсивный влагооборот способствует удалению подвижных форм загрязняющих веществ, но биохимический круговорот еще медленный. Устойчивость геосистем в этой зоне снижается также из-за заболоченности и сведения лесного покрова.

Высокой устойчивостью обладают ландшафты степной зоны, где наблюдается наиболее благоприятное (для условий России) соотношение тепла и влаги. Здесь под пологом мощной степной травянистой растительности в естественных условиях образовались одни из самых плодородных почв – черноземы. Высокая биохимическая активность степных ландшафтов способствует их интенсивному самоочищению. Однако широкомасштабная распашка черноземных почв существенно понизила их устойчивость: происходит интенсивная сработка гумуса, а это фактор устойчивости, повсеместно развивается водная и ветровая эрозия, ухудшаются свойства почв при многократных обработках, особенно с применением тяжелой техники, уплотняется почва. Орошение большими нормами, с высокой интенсивностью искусственного дождя также ухудшает свойства

почвы, вымывает питательные вещества, приводит к подъему уровней грунтовых вод, заболачиванию и засолению.

В пустынных ландшафтах интенсивная солнечная радиация ускоряет биохимические процессы, в частности разложение отмерших растительных остатков и органических загрязнителей, но недостаток влаги уменьшает вынос продуктов разложения, в том числе и загрязняющих веществ. Растительность здесь бедная, биологическая продуктивность невелика, вследствие этого почвы маломощные и так же, как и в тундровой зоне, сильно ранимы. Поэтому пустынные ландшафты малоустойчивы. Повысить их устойчивость может орошение. Вместе с тем орошение без соблюдения соответствующих норм (большие потери из каналов, дополнительно связанное с этим дренирование территории) интенсифицирует гидрохимические потоки, что приводит к вторичному засолению земель, загрязнению и истощению рек. Все это делает ландшафты неустойчивыми.

Водные мелиорации (орошение и осушение) повышают устойчивость геосистем, приводя к оптимальному соотношению тепла и влаги, но, являясь сильным возмущающим фактором, при их передозировке могут привести к противоположному результату. Восстановление нарушенных компонентов, очистка от загрязнения, т. е. рекультивация земель, также способствует росту устойчивости.

Устойчивость геосистем зависит от их внутренней неоднородности, так разнообразный состав луговых трав делает луг более устойчивым при разных погодных условиях, чем искусственный сенокос с меньшим видовым разнообразием. Выраженный микрорельеф и вариация водно-физических свойств почв также повышает устойчивость и почвенного, и растительного покровов: в сухие периоды года продуцирование биомассы лучше в понижениях, а во влажные периоды – на микровозвышениях.

Устойчивость геосистемы растет с повышением ее ранга. В этом смысле наименее устойчивой является фация – наименьшая геосистема, характеризующаяся однородными условиями местоположения и местообитания и одним биоценозом. Фации сильнее всего откликаются как на изменение внешних природных условий, так и на деятельность человека. Фации наиболее радикально изменяются при природопользовании. Более крупные геосистемы в меньшей степени подвержены изменениям.

В качестве критерия оценки характера и глубины техногенного воздействия, определения допустимого предела воздействия или допустимой антропогенной нагрузки на геосистему, за которыми наступают необратимые и нежелательные ее изменения, необходимо в каждом конкретном случае определять устойчивость геосистемы к техногенным нагрузкам, способность сохранять ее целостность.

Устойчивость геосистемы является функцией структуры и эволюции геосистемы на всех стадиях жизненного цикла. Она складывается из потенциальной (генетической, естественной) устойчивости, которая не зависит от вида и силы воздействия антропогенных факторов, и устойчивости

к конкретному виду воздействия. Потенциальная устойчивость имеет широкий спектр возможностей и опирается на относительно неизменные или повторяющиеся события (разнообразие, динамичность, продуцирование биомассы, способность к почвообразованию). Изученность потенциальной устойчивости дает возможность прогнозировать изменение природной среды для установления самозащитных свойств геосистемы (самоочищения, биогеохимических барьеров) с целью оптимизации как природоохранных, так и рекультивационных мероприятий. Устойчивость геосистемы к отдельным видам воздействия может быть неадекватна, например, изъятие части стока реки на хозяйственные нужды вызывает гибель биотической и абиотической составляющих поймы, т. е. всей геосистемы, в то же время регулирование стока с учетом потенциальной возможности системы приводит к повышению ее устойчивости. Устойчивость геосистемы зависит от ранга в иерархической структуре, историко-генетической обстановки, особенностей природной среды, биологического разнообразия, включая присутствие природных реликтов, т. е. чем выше ранг геосистемы, тем она имеет больший запас потенциальной устойчивости.

Всякая геосистема приспособлена к определенным условиям, в пределах которых она устойчива и нормально функционирует даже при возмущениях внешних природных факторов (динамичность геосистемы).

Площадь геосистемы определяется природными границами и в зависимости от своего ранга она может изменяться от нескольких гектаров (фацция) до сотни квадратных километров (ландшафт), тогда как границы между землями различного назначения являются субъективными, они результат соглашения между людьми и могут изменяться.

Ландшафт – это крупный выдел территории, который обладает индивидуальностью, единым происхождением, имеет сложную структуру, состоит из нескольких местностей, урочищ, фаций, всегда выполняет набор социально-экономических функций, иными словами, на нем расположены земли разного назначения. Это обстоятельство значительно осложняет взаимоотношения человека и ландшафта, делает их многозначными и порой противоречивыми. Главные критерии выделения типов ландшафтов – почвенно-климатические признаки, дифференциацию внутри ландшафта определяют геолого-морфологические факторы.

Для оценки антропогенного воздействия на природные объекты в качестве критериев можно использовать изменения гидротермического коэффициента (радиационного индекса сухости), затрат солнечной энергии на почвообразование, объемов поверхностного и подземного стока, баланса химических веществ и органического вещества.

Гидротермический коэффициент

$$I_c = \frac{R}{10LOc},$$

где R – радиационный баланс поверхности почвы, кДж/см²/год; L – скрытая теплота парообразования, кДж/см³; O_c – годовой слой атмосферных осадков, мм.

Тепловой баланс почвенного слоя, кДж/см²,

$$R = LE + B + S,$$

где LE – затраты теплоты на суммарное испарение, кДж/см²; B – теплообмен между поверхностью почвы и атмосферной, кДж/см²; S – теплообмен между почвенным слоем и подстилающими слоями почвообразующей породы, кДж/см².

В ходе природопользования нарушается растительный и почвенный покров, что изменяет составляющие теплового баланса и значения гидротермического коэффициента

$$\Delta I_c = \frac{R - R_N}{10LO_c},$$

где $R - R_N = \Delta R$ – изменение гидротермического коэффициента в результате хозяйственной деятельности; R_N – радиационный баланс после антропогенных воздействий на почву.

Изменение радиационного баланса и гидротермического коэффициента скажется на энергии почвообразования (формула В. Р. Волобуева):

$$Q = Re^{-\alpha I_c},$$

где α – постоянная величина для каждой почвенно-климатической зоны.

В естественных условиях для почв степной зоны гидротермический коэффициент $I_c = 1$, пустынной зоны – >2 , нечерноземной зоны – $<0,8$.

Благоприятными условиями почвообразования считается, когда индекс сухости близок к единице.

Изменение водного баланса для поверхности почвы

$$\Delta \bar{W}_B = \bar{W} - \bar{W}_N = (I_N - I) + (B_{\Pi N} - B_{\Pi}) + (\bar{\Pi} - \bar{\Pi}_N) + (\bar{O}_N - \bar{O}),$$

где \bar{W} , \bar{W}_N – слой воды на поверхности почвы до и после антропогенного воздействия, мм (далее по аналогии); I , I_N – испарение с поверхности воды, мм; B_{Π} , $B_{\Pi N}$ – слой воды, впитавшейся в почву, мм; $\bar{\Pi}$, $\bar{\Pi}_N$ – приток поверхностных вод, мм; \bar{O} , \bar{O}_N – отток поверхностных вод, мм.

Изменение водного баланса почвенного слоя

$$\Delta \bar{W}_{\Pi} = \bar{W} - \bar{W}_N = (B_{\Pi N} - B) + (E_N - E) + (g - g_N)$$

где \bar{W} , \bar{W}_N – запасы почвенных вод в зоне аэрации до и после антропогенного воздействия, мм (далее по аналогии); E , E_N – суммарное испарение с поверхности почвы, мм; g , g_N – водообмен между почвенными и грунтовыми водами, мм.

Изменение баланса химических и органических веществ, мг/кг почвы,

$$\Delta \bar{G} = G - G_N,$$

$$\Delta \bar{\Gamma} = \Gamma - \Gamma_N,$$

где G , G_N – запасы некоторого химического вещества в почве до и после антропогенного воздействия, мг/кг почвы; Γ , Γ_N – запасы органического вещества в почве до и после антропогенного воздействия, мг/кг почвы.

Техногенные возмущения часто превосходят природные, они более разнообразны, некоторые вообще отсутствуют в природе, например загрязнение искусственными веществами.

2. Нарушенные и разрушенные земли. Классификация нарушенных земель

Нарушенные земли образуются в ходе добычи полезных ископаемых при выполнении геологоразведочных, изыскательских, военно-промышленных, строительных и других работ, которые приводят к полной или частичной ликвидации почвенного и растительного покрова, нарушению гидрологического и гидрогеологического режимов, загрязнению, образованию техногенного рельефа и другим количественным и качественным изменениям локальных геосистем (местности, урочищ, фаций) и ландшафта в целом. К природным процессам, приводящим к нарушению земель, можно отнести сели, пыльные бури, наводнение, землетрясение.

По данным ежегодных Государственных докладов «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации», общая площадь нарушенных земель составляет около 1,1 млн га. В это число не входят нарушенные земли, образовавшиеся в результате негативной хозяйственной деятельности (загрязнение, опустынивание, эрозия, засоление, подтопление и др.) и проявления стихийных природных процессов. Современное земельное законодательство обязывает собственников земельных участков, землепользователей, землевладельцев и арендаторов проводить мероприятия по рекультивации нарушенных земель, восстановлению плодородия почвы и своевременному вовлечению земель в оборот.

В России с 1971 по 1980 гг. рекультивация была выполнена на площади 713 тыс. га, т.е. ежегодный объем рекультивационных работ составлял 71 тыс. га. Значительный рост рекультивационных работ был предусмотрен Государственной комплексной программой повышения плодородия почв России на 1992–1995 гг., где намечалось рекультивировать для последующего сельскохозяйственного использования ежегодно до 96 тыс. га. В аналогичной программе на 2001–2005 гг. объемы рекультивации планировалось проводить на площади 52 тыс. га в год.

Общая площадь нарушенных земель к концу 2008 г., 2009 г. и 2010 г. соответственно составила 989 тыс. га, 995 и 1000 тыс. га.

Распределение нарушенных земель по категориям земель за эти годы следующее*: 1) земли сельскохозяйственного назначения – 20,5%; 2) земли населенных пунктов – 9,7%; 3) земли промышленности (транспортных коммуникаций, обороны) и иного специального назначения – 34,9%; 4) земли особо охраняемых территорий и объектов – 0,1%; 5) земли лесного фонда – 24,0%; 6) земли водного фонда – 0,3%; 7) земли запаса – 10,5%.

Основные нарушения наблюдаются в наиболее активных отраслях природопользования – это промышленность, лесное и сельское хозяйство.

Значительное место в общем объеме техногенных нарушений занимают земли, образованные в результате химического загрязнения. Загрязненные земли могут быть различного назначения: поселений, сельскохозяйственного, лесного, промышленности, транспорта и др. Основным фактором, определяющим качество земель, – техногенная составляющая рассматриваемой территории. В крупных городах основным источником загрязнения является автотранспорт, в небольших городах и населенных пунктах – промышленные градообразующие предприятия. Следует отметить, что загрязненные земли сами по себе становятся источником техногенного воздействия на прилегающие территории путем переноса пыли и поверхностного стока.

В 2003-2012 гг. наблюдения за уровнем загрязнения почв токсикантами промышленного происхождения (ТПП) – тяжелыми металлами (ТМ), мышьяком, фтором, нефтью и нефтепродуктами (НП), сульфатами, нитратами, бенз(а)пиреном – проводились на территориях РФ.

В последние годы стали публиковать сведения о загрязнении почв фтором. Источник загрязнения окружающей среды этим веществом – алюминиевые заводы (в том числе в Братске и Иркутске), предприятия по производству фосфорных удобрений и др.

В 2004 г. почвы Братска были загрязнены соединениями фтора (по валовому содержанию) на уровне 550... 1100 млн*¹, или 23...46 Ф (фоновое содержание фтора в почвах равно $\Phi = 24$ млн*¹), при сравнении уровня загрязнения фтором в 2004 г. с 2002 г., среднее содержание валового фтора в поверхностном 5-сантиметровом слое почвы практически не изменилось. За 5 лет наблюдений (с 1999 по 2004 г. включительно) загрязнение почв водорастворимым фтором выше ПДК было зафиксировано в городах Зима, Иркутск, Краснотурьинск, Каменск-Уральский, Михайловск, Новокузнецк, Первоуральск, Ревда, Свирск, Черемхово, Шелехов, п. Ярославский.

Одна из крупных экологических проблем России – загрязнение земель нефтью и нефтепродуктами. По данным Госгортехнадзора, в 1995–1997 гг. только на нефтяных месторождениях Западной Сибири произошло 40 тыс. аварий, что привело к разливу нефти на площади более 200 тыс. га. Основная причина аварий – физический износ нефтяного оборудования и коррозия металла.

В результате аварии на ПО «Маяк» и Чернобыльской АЭС радиоактивному загрязнению были подвержены 4,5 млн га сельскохозяйственных угодий, загрязнения предприятий по производству ядерного топлива в общей площади радиоактивного загрязнения составляют 170 тыс. га.

По сути, всякая хозяйственная деятельность, связанная с использованием земли, является потенциальным видом воздействия, приводящим к нарушению земель. Поэтому классификацию нарушенных земель целесообразно выполнять по схеме: первоначальное определение вида

природопользования (воздействия), а затем выделение нового образовавшегося объекта в результате антропогенного воздействия.

Примерная классификация нарушенных земель по схеме «антропогенные воздействия – нарушенные земли, или объекты рекультивации», следующая:

1. Добыча торфа (фрезерные поля, карьеры гидроторфа, машиноформовочные карьеры).

2. Добыча нерудных строительных материалов (отвалы, карьеры песка, глины, песчано-гравийных материалов).

3. Производство открытых горных работ (карьерные выемки, внутренние и внешние отвалы).

4. Производство подземных разработок (провалы, прогибы, шахтные отвалы – терриконы).

5. Функционирование урбанизированных территорий (золотоотвалы, шлакоотвалы, шламонакопители, свалки твердых бытовых отходов – ТБО и др.

6. Проведение разведочных и изыскательских работ (участки земель с нарушенным растительным и почвенным покровом, а также участки земель, загрязненные нефтью и нефтепродуктами).

7. Выполнение строительных и эксплуатационных работ (участки земель с частично или полностью нарушенным растительным и почвенным покровом, территории земель, подвергающиеся подтоплению, затоплению и эрозионным процессам, а также насыпи, кавальеры, отвалы, гидроотвалы и др.

8. Технологические процессы в ходе получения материалов, веществ, электрической энергии (земли, загрязненные аэрозолями и пылевыми выбросами, органическими и неорганическими веществами, радиоактивными элементами).

9. Сельскохозяйственное производство (нарушенные агрогеосистемы, сельскохозяйственные земли и прилегающие территории, загрязненные остаточным количеством пестицидов, дефолиантов, сточными водами и удобрениями, а также засоленные, эродированные, малопродуктивные и опустыненные земли, сбитые – выбитые пастбища).

10. Военные действия, военные учения, производство оружия и его основ (земли, загрязненные радиоактивными, отравляющими, токсичными органическими и неорганическими веществами, опасными бактериологическими компонентами, с нарушенным или разрушенным почвенным покровом).

11. Проведение ликвидации промышленных, военных, гражданских и иных объектов и сооружений (участки земель, содержащие в себе различные виды нарушения, указанные в вышеперечисленных пунктах).

Многие существующие нарушенные земли – это результат природопользования прошлых лет, отражающий как рост промышленного производства и интенсивного освоения новых месторождений, так и уровень общественной ответственности за масштабы негативных последствий, вызванных хозяйственной деятельностью.

3. Нарушенные агрогеосистемы.

Воздействие человека на ландшафт следует рассматривать как природный процесс, в котором человек выступает как внешний фактор. При этом надо иметь в виду, что новые элементы, внедряемые человеком в ландшафт (культурные растения, сооружения, системы) не вытекают из структуры ландшафта, не обусловлены им и поэтому оказываются чужеродными элементами, не свойственными конкретному ландшафту. Поэтому ландшафт стремится отторгнуть их или «переварить», модифицировать. В связи с этим антропогенные элементы, внедряемые в ландшафт, – неустойчивы, не способны самостоятельно существовать без постоянной поддержки человека. Такие системы природопользования называют деструктивными. Процессы природного вытеснения техногенных элементов и восстановления земель особенно заметны на заброшенных сельскохозяйственных угодьях, мелиоративных системах с низкой культурой земледелия, в местах бывших торфяных разработок. Существует и другой фактор потери устойчивости природно-техногенной системы – интенсивное освоение земель без учета потенциальной возможности природной составляющей геосистемы, которое приводит к разрушению растительного и почвенного покрова, минерализации торфяного слоя, уменьшению запасов гумуса, засолению, ухудшению физических и химических свойств почв. Подобные процессы негативно сказываются на функционировании агрогеосистем и, как следствие, на снижении плодородия почв и продуктивности сельскохозяйственных земель.

Восстановление нарушенных агрогеосистем – одна из целей рекультивации.

Агрогеосистема – это техноприродная ресурсовоспроизводящая и средообразующая гео(эко)система, объект сельскохозяйственной деятельности.

Агрогеосистема обычно функционирует на локальном уровне, т. е. в пределах фации или урочища. В этой геосистеме наряду с основными природными компонентами (атмосфера, литосфера, гидросфера, почва, биосфера) существуют техногенные элементы, которые взаимосвязаны с природными элементами (мелиоративные системы, гидротехнические сооружения, с поверхностными и подземными водами), заменяют их частично (сенокосы и пастбища на сеяные травы; внесение удобрений, торфование, землевание – изменяют свойства почвы) или созданы взамен существующих (пашня – растительный покров, водохранилища – суходол).

Агрогеосистема служит средой обитания диких и культурных растений, диких и домашних животных, человека. В такой среде обитания возможны существование различных экологических связей и взаимодействий между организмами, включая вовлечение в трофические связи культурных растений (продуцентов) и домашних животных (консументов).

В агрогеосистеме, функционирующей на уровне урочища, где одновременно существуют фации с лесными, болотными и водными угодьями

(30...40 % общей территории), сельскохозяйственное производство обеспечивается за счет биологического разнообразия в экосистемах и сохранения обмена энергией между ними.

Присутствие экологической инфраструктуры в агрогеосистеме создает условия стабильности ее положения в иерархической структуре ландшафта. Техногенная составляющая агрогеосистемы содержит различные инженерные сооружения, системы, технологии, природоохранные и экологические мероприятия, которые обеспечивают продуцирование биомассы техноприродными элементами (культурными растениями и домашними животными).

В агрогеосистеме, как и в любой экосистеме, могут развиваться обратные связи, как показатели стабильности или нестабильности функционирования системы. Провоцирование положительной обратной связи приведет к нарушению ее устойчивости, например, увеличение поголовья домашних животных на пастбищах, превышающее норму выпаса, вызовет разрушение растительного и почвенного покрова. Результат такого воздействия – развитие процессов опустынивания. Регулирование численности поголовья на пастбище или своевременный отказ от выпаса способствуют возникновению отрицательной обратной связи и включению механизмов восстановления нарушенных свойств агрогеосистемы.

Процессы самовосстановления и самоочищения в агрогеосистеме могут быть очень длительными, поэтому необходимо детально оценивать как ресурсную составляющую ее компонентов, так и устойчивое функционирование ее в целом.

Исходной информацией для оценки состояния агрогеосистемы должны быть сведения о геологическом строении территории, рельефе, водном и солевом режимах, современных геоморфологических процессах, климатических и агрометеорологических условиях, состоянии почвенного и растительного покрова, животного мира, структурных связях и деятельности человека. Основное значение в устойчивом функционировании агрогеосистемы имеет почвенный покров. Почва как составляющая агрогеосистемы обеспечивает развитие продуцентов (растений) и почвенной биоты, в первую очередь воспринимает все антропогенные и природные воздействия, а обладая значительной буферной способностью, поддерживает устойчивость этой системы.

При нарушении гармонизации функционирования техногенных и природных составляющих в агрогеосистеме возникают процессы, изменяющие отдельные ее свойства и в первую очередь эти процессы затрагивают наиболее уязвимые свойства: продуцирование биомассы; способность почвообразования, динамичность, устойчивость.

Нарушение этих свойств агрогеосистемы провоцирует развитие негативных процессов деградации и деструкции почв.

Нарушение функционирования агрогеосистемы – следствие в основном негативной сельскохозяйственной деятельности: монокультура, превышение

норм выпаса и сбой пастбищ, вырубка древесной и кустарниковой растительности, переуплотнение почвы, несоблюдение норм внесения удобрений, загрязнение почв остаточным количеством пестицидов, тяжелыми металлами при внесении некачественных удобрений, нефтепродуктами при обслуживании техники, сточными водами и их твердыми составляющими (илами и осадками). На мелиоративных системах нарушение агрогеосистемы вызвано в результате несоблюдения мелиоративного режима и нарушений требований природоохранного законодательства. В качестве внешних факторов следует учитывать воздействия на агрогеосистему объектов промышленности, транспорта и энергетики, приводящие к загрязнению почв несвойственными для нее как по содержанию, так и по количеству химическими веществами и биологическими популяциями.

На большей части пастбищ задернованный верхний почвенный слой нарушен или практически уничтожен из-за интенсивного и часто бессистемного выпаса скота. Такие пастбища превращаются в опустыненные земли, практически лишённые почвенного покрова. Процессы опустынивания наблюдаются в более 40 субъектах Российской Федерации, в которых проживают около 50 % населения страны, производится более 70 % сельскохозяйственной продукции.

По-прежнему остается проблема загрязнения сельскохозяйственных земель остаточным количеством пестицидов. Так, в 1996 г. из общей площади обследованных земель пестицидами было загрязнено 7% пашни, в 1997 г. – 5, в 1998 г. – 4,8, в 2001 г. – 3,4 %. В 2003 г. почвы, загрязненные остаточными количествами пестицидов, выявлены на площади 0,58 тыс. га весной и 0,61 тыс. га осенью, что составило соответственно 3,3 и 3,5 %.

В целом в 2003 г. остаточными количествами пестицидов было загрязнено 3,4 % от обследованной площади в 34,9 тыс. га на территории 14 субъектов Российской Федерации.

На многих сельскохозяйственных угодьях сохраняется высокое содержание азотных и фосфорных форм как результат внесения больших норм минеральных удобрений.

По данным Роснедвижимости за 2004 г., среди пахотных земель Российской Федерации преобладают земли третьего (26,4 %) и четвертого (26,6 %) классов пригодности под сельскохозяйственные угодья. Около 20 % земель, используемых под пашню, малопродуктивны (пятый и шестой класс) и малопродуктивны или непригодны для использования под сельскохозяйственные угодья (седьмой класс).

Влиянию различных негативных факторов способствует образование выпаханых, истощенных земель, которых, по оперативным данным, в некоторых регионах до 35 %. Общая площадь эрозионно- и дефляционно-опасных земель сельскохозяйственных угодий среди земель сельскохозяйственного назначения и фонда перераспределения Российской Федерации составляет 58,6 %, в том числе пашня – 41,1 %. Всего водной эрозии подвержено 17,8 % почв сельскохозяйственных угодий, из них пашни

12,1 %; дефлировано 8,4% почв, из них пашни –5,3%; сенокосов – 2,1 % и пастбищ – 9,7 % площади этих угодий. Совместному воздействию водной и ветровой эрозии подвержено 2,4 % почв сельскохозяйственных угодий. Наиболее опасными в эрозионном отношении являются земли Приволжского, Южного и Центрального федеральных округов.

Во всех федеральных округах ухудшилось состояние кормовых угодий вследствие их зарастания кустарником и мелкоколесьем, что приводит не только к сокращению площади этих угодий, но и оказывает негативное влияние на качество травостоя, способствует появлению в нем грубостебельных сорных и ядовитых растений. Наряду с зарастанием сенокосов и пастбищ отмечается их заочкаривание, особенно на переувлажненных и заболоченных землях.

Выбросы промышленных предприятий, энергетики и транспорта приводят к загрязнению растительного и почвенного покрова сельскохозяйственных угодий. Из 31,1 млн га обследованных земель агрохимической службой Минсельхозпрода России тяжелыми металлами в 1996 г. было загрязнено 1,4 млн га, в 1997 г. из 29,5млнга–1млнга, в 1999 г. из 34,4млнга–1,1млнга, в 2001 г. из 70 млн га было загрязнено более 2 млн га. В связи с особенностями процессов формирования почв в 20-километровых зонах вокруг городов среднее содержание в них тяжелых металлов (ТМ) за пятилетний период (2000–2004 гг.) не снижается, сохраняя общую тенденцию к уменьшению до фоновых значений по мере удаления от источника промышленных выбросов примерно на расстоянии 5...20 км. В целом почвы территорий промышленных центров и районов, к ним прилегающих, загрязнены ТМ, которые накапливаются при постоянном техногенном воздействии загрязняющих веществ, поступающих из атмосферы. Опасность загрязнения тем больше, чем выше концентрация ТМ в почве и выше класс опасности ТМ.

В 2003 г. на основе 20-летнего мониторинга в 5-километровых зонах вокруг городов Приморья выявлено увеличение содержания свинца в почвах в 1,5...2 раза даже на расстоянии 200...500 м от автомобильных дорог. По результатам наблюдений в 2004 г. загрязнение почв со средним содержанием не ниже 1 ПДК или 5 Ф, т. е. уровней фона в 5-километровых зонах вокруг предприятий обнаружено содержание подвижных форм тяжелых металлов.

Таким образом, негативная сельскохозяйственная деятельность как вид воздействия в совокупности с выбросами промышленных предприятий и транспорта приводит к образованию нарушенной агрогеосистемы, в результате которой изменяются ее свойства (продуцирование биомассы, способность почвообразования, динамичность, устойчивость) и развиваются процессы деградации и деструкции почв. Последствия этих процессов – образование новых, иногда несвойственных для данных ландшафтов, земель: опустыненных, разрушенных эрозией, вторично засоленных, подтопленных и затопленных, с ухудшенными физическими и химическими свойствами, с сработанным запасом гумуса и с низким плодородием.

Термин «рекультивация» появился в научной литературе в начале 1950-х годов с развитием и распространением работ по восстановлению плодородия земель, полностью или частично разрушенных в результате деятельности горнодобывающей промышленности.

Поскольку наиболее ощутимый урон как природным, так и культурным ландшафтам принес открытый способ добычи полезных ископаемых, возростала необходимость восстановления продуктивности нарушенных природно-территориальных комплексов, возвращения в хозяйственный оборот земель, освободившихся после завершения промышленных разработок. В последующие годы в содержание понятия «рекультивация» включены различные стороны хозяйственной деятельности человека, в основе которых лежит использование свойств биологической продуктивности земли.

Объектами рекультивации выступают земли, потерявшие способность продуцировать биологические ресурсы и таким образом, утратившие значение средства производства.

Рекультивации могут подвергаться следующие территории:

1. Земли, потерявшие землепользователей (выработанные торфяники и карьеры строительных материалов). Рекультивационные работы в этом случае представляют собой самостоятельный производственный процесс по специально разработанному проекту. Этот процесс осуществляется техническими средствами, приобретаемыми только для целей рекультивации.

2. Земли, нарушенные действующими предприятиями ранее, и те, где рекультивационные работы технологически несовместимы с основным производственным процессом. Для их выполнения требуются материально-технические ресурсы в полном объеме, как и в первом случае.

3. Земли, нарушаемые в настоящее время и подлежащие рекультивации в перспективе. Проектирование рекультивационных работ в данном случае осуществляется в составе проекта предприятия.

Главная цель рекультивации во всех случаях заключается в воссоздании (или создании заново) условий, при которых была бы достигнута максимально доступная продуктивность земли.

Управление природными ресурсами и максимальное их использование для экономического развития страны является одним из важнейших направлений деятельности Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды. В Республике Беларусь только в 2011 г. открыто два новых месторождения нефти (ежегодно добывается 260 тыс. т), начато бурение поисковой скважины глубиной более 5 км, полностью решена проблема обеспечения сырьем на 50 лет цементных заводов в Костюковичах и Кричеве, подготовлена минерально-сырьевая база для строительства двух новых предприятий данной направленности в Ветковичском и Добрушском районах. Переданы в разработку восемь месторождений твердых полезных ископаемых. Продолжаются работы по разведке северного участка Лельчицкого месторождения бурого угля. Реализован комплекс мероприятий

по вовлечению в разработку Петриковского и Старобинского месторождений калийных солей.

Интенсивное использование природных ресурсов приводит к возрастанию площадей нарушенных земель при добыче торфа, производстве открытых горных работ и подземных разработок, нефти и нефтепродуктов, функционировании урбанизированных территорий (золоотвалы, шлакоотвалы, свалки твердых бытовых отходов), проведении разведочных и изыскательских работ и др.

Антропогенные ландшафты условно разделяют на слабо- и сильнонарушенные.

В слабо нарушенных ландшафтах происходят количественные изменения природных компонентов, но они не приводят к разрушению их структуры. Таким ландшафтам не требуется искусственного восстановления. Простое снижение антропогенной нагрузки возвратит их в исходное или близкое к нему состояние за счет процессов саморегулирования и самовосстановления.

В сильно нарушенных ландшафтах исходная структура разрушена, ресурс исчерпан, а средовоспроизводящие функции выполняться не могут. Для восстановления такого ландшафта требуется вмешательство человека. Для этого проводят рекультивацию – комплекс инженерных, мелиоративных, агротехнических, сельскохозяйственных и других работ, направленных на восстановление хозяйственной или другой ценности нарушенного ландшафта.

Карьеры, провалы и траншеи подразделяют по глубине и крутизне склонов следующим образом:

- на очень глубокие – свыше 100 м, глубокие – 30–100 м, среднеглубокие – 15–30 м, неглубокие – 5–15 м, мелкие – до 5 м;

- обрывистые – свыше 45°, очень крутые – 30–45°, крутые – 15–30°, умеренно крутые – 10–15°, покатые – 5–10°, пологие – до 5°.

Отвалы, насыпи, дамбы и кавальеры различают по высоте:

- высокие – 30–100 м;

- средневысокие – 10–30 м;

- невысокие – до 10 м.

Нарушенные земли рассматривают также в зависимости от состояния на них плодородного слоя почвы:

- снят полностью – карьерные выемки, придорожные полосы, открытые площадки различного назначения;

- на 50 % и более перемешан с нижележащей неплодородной породой (при строительстве газо- и нефтепроводов, прокладке подземных кабельных линий связи, электропередач и других подземных сооружений);

- погребен под неплодородной породой на глубину 20 см и более (места разравнивания кавальеров вдоль каналов, отвалы при геологоразведочных работах, кольматаж при очистке гидросооружений, солеотвалы, отвалы шахт, золоотвалы энергостанций и котельных и др.);

– загрязнен нефтепродуктами (при геологоразведочных и других работах, в местах стоянки машин и механизмов);

– загрязнен при добыче солей (засоление), засорен промышленными отходами (промышленные свалки), городскими отходами (городские свалки мусора).

Все нарушенные земли следует различать по площади:

– крупноплощадные – свыше 50 га;

– среднеплощадные – 1–50 га;

– малоплощадные – до 1 га.

В Беларуси наиболее распространена рекультивация торфяных месторождений, карьеров строительных материалов и загрязненных земель. При этом выработанные торфяники классифицируют как фрезерные поля, карьеры гидроторфа и др.

Фрезерные поля – площади, оставшиеся после выработки торфа послойно-поверхностным способом (фрезерным) и имеющие выровненную поверхность.

Это прямоугольные участки, заключенные между валовыми каналами, которые располагаются друг от друга, как правило, через 500 м.

Длина валовых каналов достигает в отдельных случаях 3 км.

Внутри фрезерное поле рассечено регулирующей сетью каналов на прямоугольные участки. Глубина картовых каналов – 0,5–1,0 м, ширина по верху – 1,5–3,0 м.

В местах штабелевания (складирования) торфа поверхность возвышается на 0,3–0,5 м, в отдельных случаях – до 2,5 м. Мощность оставшегося слоя торфа колеблется в пределах 0,1–0,7 м; в отдельных местах оставшийся торф достигает глубины более 1 м.

Недавно выбывшие из эксплуатации фрезерные поля практически не имеют растительности.

Осушительная сеть находится в удовлетворительном состоянии.

Вдоль бровок каналов расположены кавальеры минерального грунта.

Фрезерные поля давней выработки зарастают травой, кустарником и мелколесьем, особенно бровки и откосы каналов, кавальеры. Осушительная сеть не работает, каналы разрушены, заплыли.

Увлажненность поверхности фрезерных полей незначительная. И лишь в том случае, когда с осушительной сети нет сброса воды (магистральный канал пересыпан, не работают насосные станции осушения, на канале имеются бобровые поселения), поверхность фрезерных полей затапливается.

Карьеры гидроторфа – площади, оставшиеся после выработки торфа гидравлическим способом и представляющие собой чередование котлованов с перемычками.

Котлованы имеют сравнительно правильную, обычно прямоугольную форму со сторонами 45×125, 60×125 и 60×200 м.

Максимальная глубина выработки до 5 м, длина сезонных проходов агрегатов до 2 км.

Рабочие карьеры отделены друг от друга поперечными перемычками шириной 0,6–1,0 м, а сезонные проходы агрегатов – продольными перемычками шириной около 4 м.

В старых карьерах перемычки разрушены и залиты водой, заросли кустарником и мелкоколесьем, а мелководные участки карьера – тростником и рогозом.

Как правило, карьеры гидроторфа заполнены водой, оставшейся гидромассой и захламлены вымытыми из залежи пнями.

Карьеры машиноформовочной добычи торфа образовались после выработки торфяного месторождения элеваторным или экскаваторным способом и представляют собой выемки с чередованием траншей и перемычек. Траншеи шириной 4–10 м и длиной до 2 км отделены друг от друга продольными перемычками шириной 0,5–3,0 м. Перпендикулярно продольным перемычкам на расстоянии 10–80 м друг от друга располагаются поперечные перемычки, ширина которых колеблется в пределах 0,5–2,5 м.

Глубина выемки зависит от первоначальной толщины слоя торфа, глубины экскавации и бывает обычно в пределах 0,5–4,0 м. Перемычки карьеров захламлены пнями (особенно в верховых месторождениях), а давнишних лет выработки покрыты древесной растительностью. Пни находятся и на дне карьеров.

Карьеры заполнены водой, а на мелководных участках зарастают тростником, рогозом и осокой.

Карьеры резной добычи торфа – участки торфяных месторождений, изрытые отдельными ямами-копанцами при ручной добыче торфа на топливо.

Они чаще всего имеют неправильную форму со сложной конфигурацией границ. Глубина их достигает 2 м. Перемычки между ними бывают различной ширины, в зависимости от густоты ям-копанцев (процента изрытости).

Карьеры заполнены водой, дно их неровное, перемычки зарастают кустарником и мелкоколесьем.

Неэксплуатируемые участки, противопожарные зоны, поля сушки, окрайки, дамбы, поверхность которых выше выработанных площадей (в зависимости от их ситуационного положения на торфяном месторождении) или используются частично в народном хозяйстве (залесение, залужение, дороги и пр.), или же захламлены, заросли кустарником и сорной травой.

Лекция № 2

Этапы рекультивации нарушенных земель

1. Общие сведения об этапах рекультивации.
2. Подготовительный этап рекультивации.
 - 2.1 Проектные мероприятия
 - 2.2 Структурные мероприятия
 - 2.3 Химические мероприятия
 - 2.4 Освоение и окультуривание нарушенных земель
 - 2.5 Гидротехнические и теплотехнические мероприятия
3. Технический этап рекультивации.
4. Биологический этап рекультивации.

1. Общие сведения об этапах рекультивации.

Рекультивацию земель в зависимости от объемов нарушения в геосистеме и ее ранга можно ограничивать локальными мероприятиями или крупномасштабными проектами восстановления компонентов, свойств и нарушенных связей в ландшафте.

Комплекс рекультивационных работ представляет собой сложную многокомпонентную систему взаимосвязанных мероприятий, структурированных по уровню решаемых задач и технологическому исполнению.

Выделяют следующие этапы рекультивации:

- подготовительный – предпроектные и проектные работы, которые содержат концепцию, схему, инженерные изыскания, проектную и рабочую документацию;
- технический – инженерно-техническая часть проекта, направленная на подготовку территории и реализацию мероприятий по ликвидации последствий антропогенной деятельности, создание техногенной составляющей, обеспечивающей восстановление и функционирование нарушенной геосистемы;
- биологический – завершающая часть проекта рекультивации, которая включает систему земледелия, озеленение, лесное строительство, биологическую очистку почв, агро-мелиоративные и фиторекультивационные мероприятия, направленные на восстановление процессов почвообразования и завершение формирования техноприродного (культурного) ландшафта.

Продолжительность выполнения этих этапов условно определяют как рекультивационный период, срок окончания которого обосновывается проектом на основе эколого-экономических расчетов. Рекультивационный период в зависимости от состояния нарушенных земель и их целевого использования может длиться от одного до нескольких лет. Однако рекультивация не заканчивается сроком окончания строительства, на сильно нарушенных землях необходимо длительное управление физико-химическими и биологическими процессами с использованием инженерно-экологических систем. Ориентировочно этот период может быть определен

сроками восстановления компонентов природы, которые обеспечат устойчивость геосистемы и ее функционирования.

2. Подготовительный этап рекультивации.

Основная задача подготовительного периода – разработка проекта рекультивации, т. е. создание объекта экономически выгодного для инвестора и соответствующего требованиям природоохранного законодательства.

В зависимости от масштабов последствий нарушения земель проектирование рекультивации может состоять из предпроектной и проектной стадии.

Предпроектную документацию разрабатывают для больших нарушенных территорий и она содержит концепцию (схему) решения рекультивации нарушенного ландшафта, включая фации, урочища, местности, техноприродные системы, когда необходимо оценить масштабность произошедших нарушений и дать основные решения по восстановлению компонентов, свойств, внутренних и внешних связей.

Например, при функционировании крупных тепловых электростанций (ТЭЦ), работающих на углях, происходит загрязнение прилегающей территории через выбросы в атмосферный воздух, образуются золоотвалы. Загрязнению подвержены территории ориентировочно в радиусе равном 20 высотам трубы (населенные пункты, агрогеосистемы, водные объекты, лесные угодья). Эти земли изымают под складирование золоотвалов. Концепция рекультивации при решении такой масштабной задачи должна прежде всего определять возможность дальнейшего функционального использования загрязненных территорий, т. е. для производства сельскохозяйственной продукции, использования водных объектов для бытовых нужд и рыбохозяйственных целей, посещения лесов для сбора ягод, грибов и проведения лесозаготовок. Одновременно необходимо рассмотреть целесообразность дальнейшего использования угля для производства электроэнергии, сокращения выбросов, использование в технологических процессах уловителей и фильтров, проведения реконструкции и перевооружения электростанций, максимального снижения выбросов загрязняющих веществ и объемов образующейся золы.

Необходимо выполнение всего состава работ для предпроектной стадии, включая решение поставленных задач, перечень мероприятий и обоснование по созданию специальных инженерно-экологических систем для рекультивации территорий населенных пунктов, сельскохозяйственных и лесных угодий, очистки водных объектов, водоподготовки для питьевого водоснабжения. Кроме того, необходимо дать предложения по переработке золоотвалов и использованию их в строительных изделиях, определить размеры санитарнозащитной зоны ТЭЦ и установить режим использования этой зоны.

В предпроектную документацию входит эколого-экономическое обоснование рекультивации конкретного объекта. Эта документация содержит варианты проектных решений, выбор оптимального варианта,

оформление предварительных земельных отношений (акт выбора земельного участка), экологическую оценку территории, укрупненную оценку стоимости строительства и инвестиционную привлекательность проекта.

Выбор направления использования нарушенных земель выносят в отдельный раздел и тщательно обосновывают на основе материалов изысканий, прогнозов изменения природной среды и оценки пригодности земель для целей рекультивации.

Целевыми являются следующие виды использования нарушенных земель: сельскохозяйственное, лесохозяйственное, рыбохозяйственное, водохозяйственное, рекреационное, строительное и санитарно-эстетическое (санитарно-гигиеническое). При выборе направления рекультивации земель предпочтение отдают созданию сельскохозяйственных угодий, особенно в густонаселенных районах с благоприятными для этих целей условиями.

Рекультивацию по улучшению санитарно-эстетических условий проводят на объектах, представляющих угрозу здоровью населения и экологическому состоянию природной среды. Если необходимо, то такие нарушенные земли консервируют, а с появлением новых технологий, обеспечивающих их восстановление до нормативных требований, снова используют в хозяйственных целях.

Важным для строительства любого объекта является оформление земельных отношений. Одним из разделов проекта является *схема планировочной организации земельного участка (СПОЗУ)*, которая необходима для получения разрешения на строительство (реконструкцию, рекультивацию) проектируемого объекта.

СПОЗУ состоит из следующих частей:

текстовая часть содержит:

- характеристику земельного участка с указанием видов и характера нарушенных земель; обоснование границ санитарно-защитных зон объектов; обоснование планировочной организации земельного участка в соответствии с градостроительным и техническим регламентами, содержащих обоснование направления использования нарушенных земель;

- технико-экономические показатели земельного участка (площадь участка, площадь рекультивации и благоустройства, протяженность инженерных коммуникаций, протяженность элементов оросительных и осушительных систем, инженерно-экологических систем;

- площадь застройки зданиями и сооружениями (наземная часть, подземная часть), площадь проездов, площадь зеленых насаждений, сельскохозяйственных угодий, процент застройки, процент озеленения и др.;

- обоснование решений по инженерной подготовке территории, в том числе решений по инженерной защите территории и объектов от последствий опасных геологических процессов, паводковых, поверхностных и грунтовых вод, загрязнения химическими и биологическими веществами, решений по рекультивации нарушенных земель (состав технических и биологических мероприятий);

- описание организации поверхностного стока с помощью вертикальной планировки и соответствующих сооружений; описание решений по созданию культурного ландшафта и благоустройству территории;
- зонирование территории земельного участка по функциональному назначению и схемы размещения зон (по направлению использования земель);
- обоснование схем транспортных коммуникаций;
- характеристику и технические показатели транспортных коммуникаций (при наличии таких коммуникаций);
- обоснование схем транспортных коммуникаций, обеспечивающих внешний и внутренний подъезд к объекту строительства;
- *графическая часть включает:*
 - схему планировочной организации земельного участка с отображением: плана нарушенных земель; схемы использования нарушенных земель; зоны проведения различных видов рекультивации; мест размещения существующих и проектируемых объектов с указанием существующих и проектируемых подъездов и подходов к ним; границ зон действия публичных сервитутов (при их наличии); зданий и сооружений, подлежащих сносу (при их наличии); решений по планировке рельефа и формированию культурного ландшафта, благоустройству и озеленению территории;
 - этапы проведения рекультивации и строительства объектов;
 - схемы движения транспортных средств на строительной площадке;
 - план земляных масс;
 - сводный план сетей инженерно-технического обеспечения с обозначением мест подключения к существующим сетям;
 - ситуационный план размещения объекта в границах земельного участка, предоставленного для размещения этого объекта, с указанием границ населенных пунктов, непосредственно примыкающих к границам указанного земельного участка, границ зон с особыми условиями их использования, предусмотренных Градостроительным кодексом, границ территорий, подверженных риску возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, границ земель других видов использования, а также с отображением проектируемых транспортных и инженерных коммуникаций с обозначением мест их присоединения к существующим транспортным и инженерным коммуникациям; план сооружений по инженерной защите территории и объектов;
 - план инженерно-экологических систем для регулирования необходимых процессов по рекультивации земель.

Для разработки СПОЗУ необходимо:

- заявление на подготовку схемы планировочной организации земельного участка по установленной форме;
- копия документа, на основании которого принято решение о разработке проектной документации (для юридических лиц);
- задание на проектирование;

- архитектурные планы при необходимости разрезы возводимого здания или сооружения;
- эскизный проект (при его наличии);
- общее описание расположения и назначения участка;
- предполагаемые транспортные схемы движения автомобильного и пешеходного потоков;
- общий запроектированный грузопоток;
- отчетная документация по результатам инженерных изысканий;
- утвержденный и зарегистрированный в установленном порядке градостроительный план земельного участка, предоставленного для размещения объекта строительства;
- правоустанавливающие документы на земельный участок (свидетельство о праве собственности на земельный участок, договор аренды земельного участка, договор о пользовании земельным участком, акт о землепользовании);
- кадастровая выписка о земельном участке или схема расположения земельного участка на кадастровом плане территории с обязательным приложением описания поворотных точек границ земельного участка;
- кадастровые паспорта или технические паспорта зданий (строений), расположенных на земельном участке, с экспликацией и планом земельного участка;
- свидетельства о государственной регистрации права на здания, строения, сооружения, находящиеся на земельном участке и др. акты о правах на недвижимое имущество;
- технических условий или договоры с организациями и предприятиями, предоставляющими услуги по энерго-, газо-, паро-, водоснабжению, водоотведению и канализованию, услуг фиксированной телефонной связи и др.;
- инженерно-геодезическая съемка с границами выделенного участка.

Схема планировочной организации земельного участка утверждается в администрации райисполкома (отдел по градостроительству и архитектуре).

После утверждения проектной документации государственной экспертизой, включая экологическую для особых сложных объектов (определяется законодательством), приступают к разработке рабочей документации, которая содержит конкретный набор технических и биологических мероприятий для принятого направления использования нарушенных земель. Состав мероприятий по рекультивации и технология их выполнения должны быть направлены на выполнение требований рекультивационного режима, одновременная реализация которых призвана повысить эффективность восстановления компонентов природы.

Разработку проектно-сметной документации рекультивации нарушенных земель начинают с анализа имеющихся проектов, при реализации которых

произошли нарушения почв и растительного покрова, или с анализа технологий предприятий и организаций, как источников подобных нарушений. В случае недостатка информации для принятия конструктивных решений проводят фрагментарные, а при необходимости комплексные изыскательские работы по всей нарушенной территории.

Изыскательские работы включают: инженерные (топографические, геологические, гидрогеологические, гидрологические почвенные, сейсмологические и др.), экологические (санитарно-гигиенические, биологические, химические, радиологические и др.) и археологические исследования.

При рекультивации нарушенных земель, расположенных в прибрежных и водоохранных зонах, необходимо учитывать требования Водного кодекса.

Водоохранная зона – это территория, примыкающая к акваториям рек, озер, водохранилищ и другим поверхностным водным объектам, на которой устанавливают специальный режим хозяйственной и иных видов деятельности с целью предотвращения загрязнения, засорения, заиления и истощения водных объектов, а также сохранения среды обитания объектов животного и растительного мира.

Соблюдение специального режима на территории водоохранных зон – составная часть комплекса природоохранных мер по улучшению гидрологического, гидрохимического, гидробиологического, санитарного и экологического состояния водных объектов и благоустройству их прибрежных территорий. В пределах водоохранных зон устанавливают прибрежные защитные полосы, на территориях которых вводят дополнительные ограничения природопользования.

Ширину водоохранных зон и прибрежных защитных полос устанавливают:

- для рек, стариц и озер – от среднемноголетнего уреза воды в летний период;
- водохранилищ – от уреза воды при нормальном подпорном уровне;
- морей – от максимального уровня прилива;
- болот – от их границы (нулевой глубины торфяной залежи).

Для болот в истоках рек, а также для других болот, формирующих сток в водосборном бассейне, водоохранные зоны устанавливают на прилегающих к ним территориях.

Минимальную ширину водоохранных зон устанавливают для участков рек протяженностью от их истока: до 10 км – 50 м; 10...50 км – 100 м; 50...100 км – 200 м; 100...200 км – 300 м; 200...500 км – 400 м; 500 км и более – 500 м.

Для определения ширины водоохранных зон верховых болот, формирующих сток постоянных водотоков, применяют те же принципы, что для озер и водохранилищ. Минимальную ширину водоохранных зон водных объектов, для которых установлены запретные полосы лесов, защищающих нерестилища ценных промысловых видов рыб, принимают равной ширине

этих полос. Границы водоохранных зон магистральных и межхозяйственных каналов совмещают с границами полос отвода земель под эти каналы.

В пределах водоохранных зон запрещается: проведение авиационно-химических работ; применение химических средств борьбы с вредителями, болезнями растений и сорняками; использование навозных стоков для удобрения почв; размещение складов ядохимикатов, минеральных удобрений и топливо-смазочных материалов, площадок для заправки аппаратуры ядохимикатами, животноводческих комплексов и ферм, мест складирования и захоронения промышленных, бытовых и сельскохозяйственных отходов, кладбищ и скотомогильников, накопителей сточных вод; складирование навоза и мусора; заправка топливом, мойка и ремонт автомобилей и других машин и механизмов; размещение дачных и садово-огородных участков при ширине водоохранных зон менее 100 м и крутизне склонов прилегающих территорий более 3°; размещение стоянок транспортных средств, в том числе на территориях дачных и садово-огородных участков; проведение рубок главного пользования; проведение без согласования с бассейновыми и другими территориальными органами управления использованием и охраной водного фонда Минприроды строительства и реконструкции зданий, сооружений, коммуникаций и других объектов, а также работ по добыче полезных ископаемых, землеройных и других работ.

На территориях водоохранных зон разрешается проведение рубок промежуточного пользования и других лесохозяйственных мероприятий, обеспечивающих охрану водных объектов.

В пределах прибрежных защитных полос дополнительно к ограничениям по водоохранным зонам запрещается: проводить распашку земель; вносить в почву удобрения; складировать отвалы размываемых грунтов; проводить выпас и организацию летних лагерей скота (кроме использования традиционных мест водопоя), устройство купонных ванн; устанавливать сезонные стационарные палаточные городки, размещать дачные и садово-огородные участки и выделять участки под индивидуальное строительство; осуществлять движение автомобилей и тракторов, кроме автомобилей специального значения.

Участки земель в пределах прибрежных защитных полос предоставляют для размещения объектов водоснабжения, рекреации, рыбного и охотничьего хозяйства, водозаборных, портовых и гидротехнических сооружений при наличии лицензий на водопользование, в которых установлены требования по соблюдению водоохранного режима.

Прибрежные защитные полосы, как правило, должны быть заняты древесно-кустарниковой растительностью или залужены.

Объектами рекультивации в водоохранных и прибрежных зонах являются заброшенные карьеры, отвалы грунта при проведении дноуглубительных работ, места гидронамыва, нарушенные участки при гидротехническом строительстве и др. Выбор направления использования нарушенных земель и состав рекультивационных работ в этих зонах должны

быть тщательно обоснованы с учетом требований водного, лесного и земельного законодательства, обеспечивающего экологически безопасное функционирование поверхностных водных объектов.

2.1. Проектные мероприятия

В зависимости от вида и характера нарушения почвенного покрова и намечаемых мероприятий по приведению его для использования в народном хозяйстве подбирают метод определения объемов работ по технической рекультивации.

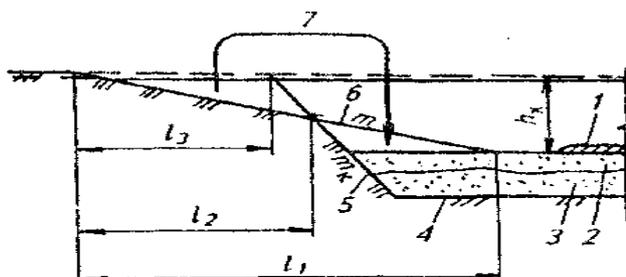


Рис. 2.1. – Схема производства работ по выполаживанию бортов карьера: 1 – плодородный слой почвы; 2 – потенциально плодородный слой, 3 – слой непригодного грунта; 4 – дно карьера;

5 – борта карьера до выполаживания с заложением m_k ; 6 – проектное заложение бортов карьера (m) после выполаживания; 7 – направление перемещения грунтовых масс при выполаживании; h_k – остаточная глубина карьера без учета толщины слоя почвы,

l_1, l_2, l_3 – проектные размеры

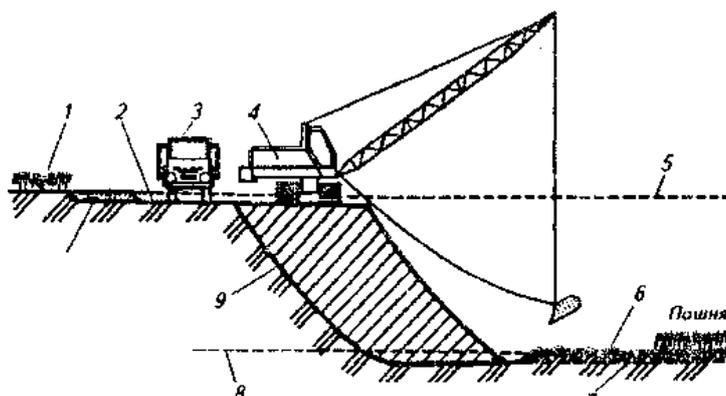


Рис. 2.2. – Схема рекультивации карьера для сельскохозяйственного использования с перемещением и нанесением почвенного слоя по дну карьера в процессе выемки грунта: 1 – пашня до снятия почвенного слоя; 2 – подъездная дорога; 3 – автосамосвал; 4 – экскаватор; 5 – дневная поверхность земли; 6 – перемещение верхнего слоя почвы с разравниванием по рекультивируемой поверхности; 7 – неуплотненная подошва выработки; 8 – поверхность земли после выемки грунта и рекультивации карьера; 9 – забой экскаватора; 10 – поэтапно снимаемый слой почвы

При значительном преобразовании естественных форм рельефа разрабатывается *проект вертикальной планировки*.

Основное содержание вертикальной планировки заключается в преобразовании существующей топографической поверхности в другую. Проектирование вертикальной планировки осуществляется различными методами.

По способам расчета проектных отметок различают аналитический, графический и графоаналитический методы.

По способу изображения преобразованного рельефа различают:

- метод профилей (для небольших карьеров простой конфигурации);
- метод проектных горизонталей и отметок (при значительных размерах и сложной конфигурации карьеров).

Основой для разработки вертикальной планировки служат топографические планы масштабов 1:5000–1:500.

Проект вертикальной планировки предусматривает изменение форм и уклонов естественной поверхности земли, что отображается на карте проектными горизонталями.

Масштаб топографической карты, степень точности и подробности изображения на карте естественного рельефа должны позволить выбрать на ней с достаточной точностью наиболее целесообразное положение проектных поверхностей в отношении как уклонов, так и объема земляных работ.

При составлении проекта вертикальной планировки естественную поверхность называют фактической, а преобразованную – проектной, они характеризуются соответственно фактическими и проектными отметками. Разность между проектной и фактической отметками называется рабочей отметкой.

Положительные рабочие отметки характеризуют высоту насыпи, а отрицательные – глубину выемки.

Точка, для которой рабочая отметка равна нулю, называется точкой нулевых работ. Геометрическое место этих точек образует линию нулевых работ.

Фактическая поверхность показывается черными горизонталями, проектная – красными, линия нулевых работ – синим цветом.

Применяются различные способы определения наиболее выгодного положения проектируемых плоскостей (соблюдение уклонов, баланса работ, минимума земляных работ).

При проектировании отдельных площадок объемы земляных работ вычисляют для каждого отдельного квадрата сетки и составляют картограмму земляных работ, которая служит дополнением к проекту вертикальной планировки на топографической карте. Этой картограммой пользуются при осуществлении на местности проекта вертикальной планировки.

На картограмму наносят сетку квадратов, выписывают у каждой вершины квадрата черные, красные и рабочие отметки (для насыпи – со знаком плюс, для выемки – со знаком минус), а в середине квадрата – объем земляных работ.

Линию нулевых работ обычно показывают пунктиром, участки выемки – штриховкой.

Необходимые для подсчета объемов площади неполных квадратов измеряют планиметром или палеткой. Объемы определяют непосредственным вычислением или с помощью специальных номограмм. Их подсчитывают отдельно как для насыпи, так и для выемки.

Для подсчета объемов с помощью профилей на последних должны быть показаны черные, красные и рабочие отметки, расстояния, уклоны, нулевые точки. Объемы насыпи или выемки между двумя смежными профилями подсчитывают по упрощенной формуле усеченной пирамиды, основанием которой служат плоскости профилей, а высотой – расстояние между профилями.

Необходимой точности вертикальной планировки в большинстве случаев удовлетворяют размеры квадратов и расстояние между профилями, равные 20 м. В зависимости от сложности местности эти расстояния могут изменяться и приниматься равными 10, 30, 40 и 50 м.

Аналогично определению объемов работ по перемещению грунта определяются объемы работ по снятию и перемещению плодородного слоя почвы с примыкающих земель, грунт которых будет использоваться для рекультивации нарушенных земель.

С учетом принятых технологических схем производства работ (табл. 2.1–2.2) составляют локальные и сводные сметы и технико-экономические показатели на техническую рекультивацию (табл.2.3).

Таблица 2.1. – Ориентировочные технологические схемы на рекультивацию нарушенных земель (карьеров) (Применяется, когда засыпка карьера производится грунтом, срезаемым с прилегающей территории, а растительный слой на площади карьера создается за счет привозного плодородного слоя почвы)

Наименование технических операций	Тип оборудования
Снятие плодородного слоя почвы на площади срезки грунта с перемещением его во временные отвалы	Бульдозер с открылками
Срезка грунта с прилегающих к карьере площадей и перемещение его на территорию подсыпки	Бульдозер с открылками
Выравнивание площади подсыпки с обеспечением требуемого уклона	Бульдозер
Восстановление плодородного слоя почвы на площади срезки грунта	Бульдозер
Погрузка плодородного слоя почвы на автосамосвалы	Экскаватор
Перевозка плодородного слоя почвы с его выгрузкой на территории карьера	Автосамосвалы
Равномерное разравнивание плодородного слоя почвы по территории карьера	Бульдозер

Таблица 2.2. – **Ориентировочные технологические схемы на рекультивацию нарушенных земель (карьеров)** (Применяется в том случае, когда для засыпки карьера используются внешние отвалы вскрышных пород и частично привозной грунт. На площадях, примыкающих к карьере, отсутствует плодородный слой почвы)

Наименование технических операций	Тип оборудования
Перемещение в карьер внешних отвалов вскрышных пород	Бульдозер
Погрузка грунта для дополнительной засыпки на автосамосвалы	Экскаватор
Перевозка грунта, необходимого для дополнительной засыпки, с его выгрузкой на территории карьера	Автосамосвалы
Планировка и разравнивание территории карьера после засыпки его вскрышными породами и привозным грунтом	Бульдозер
Уплотнение грунта в насыпи	Катки
Погрузка плодородного слоя почвы на автосамосвалы	Экскаватор
Перевозка плодородного слоя почвы с его выгрузкой на территории карьера	Самосвалы
Перевозка плодородного слоя почвы с его выгрузкой на территории карьера	Самосвалы

Таблица 2.3. – **Технико-экономические показатели рекультивации**

Показатели	Единица измерения	Количество
Площадь рекультивации	га	
Мощность наносимого слоя:	м	
а) потенциально-плодородных пород	м	
б) плодородного слоя почв	м	
Общий уклон поверхности после рекультивации	град	
Угол откосов бортов карьера после выколаживания	»	
Объем земляных работ:	тыс. м ³	
а) выемка	»	
б) насыпь	»	
Объем работ по транспортировке привозных грунтов:	тыс. м ³	
а) плодородного слоя почв:	»	
- объем	»	
- дальность	км	
б) потенциально-плодородных пород:	тыс. м ³	
- объем	»	
- дальность	км	
Группа грунтов по трудности разработки	группа	

Сметная стоимость технического этапа рекультивации	млн. руб.	
Сметная стоимость биологического этапа рекультивации	млн. руб.	
Всего инвестиций	млн. руб.	

2.2. Структурные мероприятия

К структурным техническим рекультивационным мероприятиям относят изменение состава и структуры рекультивационного слоя (землевание, торфование, сапропелование, кольматаж). Они направлены в основном на улучшение почвы структуры, ее водно-физических свойств и плодородия.

Приемы эти давно известны, широко применялись в Германии, Голландии, Австрии, Польше в XVIII–XIX веках, в России и Беларуси первые опыты были проведены в прошлом веке.

Землевание – способ улучшения физических, тепловых, агротехнических и микробиологических свойств торфяных почв путем внесения на них песка (пескование), суглинка и глины (глинование).

Внесение добавок минерального грунта повышает плотность и несущую способность торфа, улучшает проходимость тракторов и сельскохозяйственных машин, снижает кислотность пахотного слоя и содержание вредных для растений закисных соединений и полуторных окислов, улучшает питательный режим почвы (увеличивается содержание нитратов, кальция, магния, ряда микроэлементов, закрепляется в почве калий и фосфор), повышает устойчивость почвы к эрозии и дефляции, уменьшает опасность пожаров и ранневесенних заморозков.

Землевание – это комплекс работ по снятию, транспортированию и нанесению плодородного слоя почвы или потенциально плодородных пород на малопродуктивные угодья с целью их улучшения.

Содержание гумуса в почве, наносимой на спланированную поверхность, должно быть не менее 2 %.

В качестве потенциально плодородных пород используют супесчаные и суглинистые грунты.

Землевание особенно необходимо при создании рекультивационного слоя на землях, непригодных для проведения биологической рекультивации по физическим или химическим свойствам. Мощность рекультивационного слоя на потенциально плодородных породах определяется направлением использования нарушенных земель. Например, при создании сельскохозяйственных угодий наносимый почвенный слой должен быть не менее 20–25 см, дальнейшее увеличение глубины землевания определяется уже экономическим эффектом, получаемым за счет прибавки урожая от этого мероприятия.

Торфование – внесение торфа на рекультивированные песчаные и супесчаные почвы, обладающие высокой водопроницаемостью, малой водоподъемной и водоудерживающей способностью и содержащие малое количество перегноя, глинистых и илистых частиц.

При внесении торфа повышается влагоемкость, улучшаются водно-физические, агрохимические и биохимические свойства почвы, активизируются микробиологические процессы, несколько улучшается пищевой режим и повышается продуктивность культур.

На тяжелых суглинистых и глинистых почвах этот прием неэффективен.

Сапропелование почвы. Под термином «сапропель» принято понимать современные отложения плоских, сравнительно мелководных, пресноводных, непроточных водоемов или озер со слабыми течениями, в которых содержится не менее 15 % органических веществ от абсолютно сухой массы.

При добыче сапропеля выгодна двойная: обновляется озеро, почти потерявшее свою ценность, одновременно в сельскохозяйственный оборот вовлекаются расположенные вдоль водоема пустующие земли.

В настоящее время существует две технологии добычи сапропелей: гидромеханизированная и экскаваторно-грейферная.

Первая из них является самой дешевой и наиболее распространенной, она рекомендуется для добычи малозольных (до 40–50 %) и обводненных сапропелей (влажность более 92 %). Лимитирующим фактором является глубина воды (до 4–5 м) на месторождении.

В Республике Беларусь разведано более 200 месторождений сапропелей с общим запасом 3 млрд. м³ (75 % сосредоточены в Белорусском Поозерье) и ежегодным приростом 1,8 млн. м³.

Из сапропеля производят ценные гранулированные удобрения-сапрофиты (1 т. дает прибавку 30–35 ц/га картофеля). Он используется в лечебных, строительных и других важных целях.

Кольматаж – наращивание рекультивированной поверхности почвы отложением взвешенных в воде потенциально плодородных наносов.

Кольматаж эффективен, если в речной воде содержится много мелкозернистых наносов.

Благоприятные условия для него на реках Нил и Инд (в воде содержится до 0,4 % наносов), Тигр (0,77 %), Сыр-Дарья и Амур-Дарья (1,0–1,3 %).

Для кольматажа устраивают сеть каналов от реки-донора на кольматируемой площади, которые проводят по возвышенным местам так, чтобы дно их по возможности было выше проектной поверхности после кольматажа.

На кольматируемой территории устраивают бассейны, ограниченные дамбами. Размер бассейна, его глубина и объем подачи воды зависят от допустимой скорости движения воды, которая, в свою очередь, зависит от уклона поверхности и от характера взвешенных в воде наносов.

Скорость, при которой наносы выпадают, составляет:

- гравий, галька – 0,11–0,65 м/с;
- песок – 0,16–0,22 м/с;
- глина – 0,08 м/с.

Кольматируемую площадь разбивают дамбами со шлюзами. Высота дамб должна быть на 0,5 м выше уровня воды, который определяется слоем залива бассейна водой (0,5–1,2 м).

Шлюзы с водосливами шириной 4–6 м располагают в шахматном порядке.

Кольматаж может быть периодическим, когда вода в бассейне стоит без движения, наносы выпадают, после чего очищенная вода выпускается и бассейн вновь заливается мутной водой.

При длительном (непрерывном) кольматаже вода медленно протекает через бассейн и прорези в нижней дамбе. Воду отводят через дамбы, а не через дно бассейна.

Кольматаж выполнен на больших площадях в южной Франции (реки Вара, Изер), в Италии (в районе Тосканы на площади 355 км²), в Англии – по р. Днестр, в Колхидской низменности (Грузия) в 1930–1950 гг. по р. Риони. В некоторых странах (Нидерланды, Дания и др.) кольматаж с использованием морских наносов позволил отвоевать у моря значительные площади.

Разновидностью кольматажа является подача средствами гидромеханизации разжиженного грунта. Намыв грунта слоем 2–2,5 м выполнен в Санкт-Петербурге на заболоченных землях вдоль Финского залива на участке длиной 20 км.

Пойма реки Москвы намыта и подсыпана до 10 м, пойма реки Яузы – до 4 м. В конце 50-х годов при строительстве Центрального стадиона в Лужниках нижняя пойменная терраса реки Москвы была поднята намывом на высоту 4 м. Аналогичные работы выполнены в Киеве, Могилеве на левом берегу Днепра и др.

Сооружение терпов (насыпка грунта). Под терпами понимаются искусственные холмы-убежища, насыпаемые на заболоченных рекультивированных территориях, подверженных затоплению при разливах рек и ветровом нагоне воды со стороны моря. На терпах строили жилища и спасались от наводнений.

Первые терпы были построены во втором веке до н. э. на территории нынешних Нидерландов. Холмы-убежища сооружали высотой 6–12 м. До настоящего времени сохранилось более 600 терпов благодаря активной борьбе государства и общественности за их спасение, когда была доказана необходимость их защиты.

Подобные искусственные убежища имеются в дельтах Ганга и Брахмапуты в Индии и Бангладеш, которые были засажены плодовыми деревьями и заселены. Были они и у индейских племен в поймах и дельтах рек Огайо и Миссисипи (США), археологи выделяют здесь специфическую культуру «строителей холмов».

2.3. Химические мероприятия

К химическим техническим мероприятиям при рекультивации земель относят: – известкование; – гипсование; – кислование; – внесение сорбентов; – окультуривание рекультивируемых земель.

Известкование почвы внесением CaCO_3 позволяет повысить реакцию среды (рН) до 4,5–7,5 в зависимости от требований сельскохозяйственных культур.

Нормы внесения извести (известковых удобрений) зависят от вида почвы, реакции среды и качества удобрений. Помимо извести возможно применение доломитовой муки, сланцевой золы, цементной пыли, известкового туфа, сапропеля, озерной извести, дефеката. Нормы их внесения устанавливают путем пересчета на физические дозы извести.

Научными организациями разрабатываются приемы биологизации химической мелиорации. Найдены группы микроорганизмов, способных снизить фитотоксичность тяжелых металлов (алюминий, марганец, железо и др.).

Гипсование почвы. Солонцы, солонцовые комплексы и солонцовые почвы распространены в лесостепи, степи и зоне полупустынь. Всем им присущи неблагоприятные водно-физические свойства: при высыхании образуются прочные, трудно поддающиеся крошению глыбы, при увлажнении почвы подвержены заплыванию, поэтому они становятся водонепроницаемыми, им свойственна высокая дисперсность.

Основным фактором их образования и низкой продуктивности является высокое содержание натрия в почве. По характеру засоления солонцы и солонцеватые почвы могут быть солончаковатые, садовые, хлоридно-сульфатные, хлоридные, сульфатно-хлоридные.

В зависимости от содержания поглощенного натрия (% от емкости поглощения) выделяют степень солонцеватости почвы: слабую (до 10 %), солонцы (более 30 %), в зависимости от которой, в свою очередь, дают оценку им по пригодности к земледелию и необходимости в гипсовании.

Почвы со слабой солонцеватостью пригодны для сельскохозяйственного использования без химической мелиорации, при сильной степени солонцеватости и солонцы требуют химической мелиорации путем внесения в почву сернокислого кальция – гипса, действие которого сводится к вытеснению поглощенного натрия кальцием.

Кислование – способ мелиорации солончаков и солонцов с очень высокой щелочностью (рН = 9 – 11) путем внесения кислых химических веществ (серная кислота, сера, сульфат железа, сульфат алюминия, хлористый кальций и др.).

Кислование проводится в несколько этапов. Сначала строится коллекторно-дренажная и оросительная сеть, проводится капитальная планировка поверхности, вносятся химикаты и проводится промывка почвы. На первый этап уходит два года. Далее проводится рассоление почвы под культурой (люцерна, озимая пшеница) за счет промывного режима орошения и окультуривание почвы. На проектную урожайность новые земли выводят за 4–5 лет.

Фосфоритование почвы. К химической мелиорации иногда относят применение минеральных удобрений (фосфорных, азотных, калийных,

магниевого и др.) и микроудобрений (борных, медных, марганцевых, молибденовых, цинковых, кобальтовых и др.).

Внесение фосфорных удобрений (суперфосфата, томасшлака, термофосфатов, фосфоритной муки) ускоряет развитие и созревание растений, повышает их зимостойкость, улучшает качество урожая (сахаристость свеклы, содержание крахмала в картофеле, качество волокна льна и конопли), повышает эффективность действия других удобрений.

Химические мелиоранты (структоры). Для улучшения почвы путем уменьшения ее плотности и соленакопления в ней, повышения водопроницаемости и водоотдачи, стабилизации почвенной структуры, закрепления гумуса и снижения проблемы эрозии применяют химические вещества – мелиоранты, или структурторы.

Наиболее распространены азотсодержащие химические мелиоранты (жидкий аммиак, мочевино-формальдегидные конденсаты), которые вносят одновременно с рыхлением почвы на глубину 40–70 см, и поликомплексы (высокомолекулярные вещества), которые в почве после их введения, соединяясь между собой, образуют водопропрочную структуру почвы.

Ведется поиск поверхностно-активных веществ на основе отходов нефтеперерабатывающей промышленности, синтетических жирных кислот, полимеров-латексов и других веществ для уменьшения испарения с поверхности почвы и воды. В этом направлении многие годы ведутся поисковые научные исследования.

Медикаментозные добавки. Известно, что добавка в почву ограниченных доз тяжелых металлов (цинк, селен, медь, кобальт и др.) в районах, где они в дефиците, позволяет получить сбалансированные по элементному составу растительные продукты питания и корма и предотвратить болезни.

Это направление весьма перспективное, оно входит в состав агротехнических и санитарно-гигиенических рекультивационных мероприятий.

2.4. Освоение и окультуривание нарушенных земель

Оценка естественного зарастания нарушенных земель, видов и объемов культуртехнических работ проводится на основании почвенно-мелиоративных, геоботанических и культуртехнических обследований объектов освоения, материалы которых затем используют для хозяйственной оценки земель и выбора оптимальных технологий для проведения культуртехнических работ.

Залесенность земель характеризуется плотностью древостоя по количеству стволов на 1 га, породному составу и среднему диаметру стволов на уровне около 1,5 м от поверхности.

Закустаренность земель оценивают по высоте, диаметру (у корневой шейки) и плотности покрытия проекциями крон, а также по количеству стволов на 1 га.

По технологическим свойствам древесно-кустарниковые породы подразделяют на одноствольные, у которых корневая система стержневая или слаборазветвленная (береза, осина, дуб, кедр, ель и др.), и гнездовые, имеющие разветвленные корни и нередко корневые кочки-колбы (ива, орешник, черемуха, крушина, шиповник, ольха серая и др.).

Пни характеризуют по размерам, давности рубки и породному составу.

Размеры пней определяют по диаметру: мелкие – 12–23, крупные – 23–40, очень крупные – более 40 см.

По давности рубки леса (возрасту) пни различают: свежей рубки – 1–2 года, средней давности рубки – 3–4 года, давней рубки – 5–8 лет.

По характеру корневой системы в зависимости от породы дерева и почвенных условий пни подразделяют на следующие группы:

– с глубоким стержневым корнем и глубокими боковыми корнями (дуб, сосна);

– с глубоким стержневым корнем и неглубокими боковыми корнями (береза и др.);

– с боковыми горизонтально разветвленными корнями – стелющейся корневой системой (ель, серая ольха, сосна на болотах и др.).

Засоренность почвы погребенной древесиной встречается на торфяниках. Ее оценивают методом зондирования торфа на глубину до 50 см.

Каменность почвы определяют по наличию камней (покрытие почвы) и их объемам.

По размерам (среднему диаметру) камни подразделяют на глыбы – более 1 м; крупные – 0,6–1; средние – 0,3–0,6; небольшие – 0,1–0,3; мелкие – 0,05–0,1 м; гальку и щебень – 0,01–0,05 м.

Размер (объем) камня (V , м³) определяют по его среднему диаметру d , м по формуле $V = 0,7d^3$, где коэффициент 0,7 учитывает форму камня. Средний диаметр d определяют путем измерения длины, ширины и высоты камня (сумму трех величин делят на три).

Кочки по происхождению подразделяют на земляные (землистые) и растительные. К земляным относят скотобойные, муравейниковые, кротовинные, а также кочки-глыбы, образовавшиеся при вспашке; к растительным – осоковые, пушицевые, щучковые и моховые.

Закочкаренность площади определяют по количеству кочек, приходящихся на 1 га: редкие кочки – менее 5 тыс. шт., средние – 5–15, густые – более 15 тыс. шт.

По высоте различают низкие (карликовые) кочки – менее 25 см, средние – 25–40, крупные – 40–55 и огромные (очень крупные) – 55–70 см и более.

Другие неровности рельефа (ямы, старые канавы, западины, мочажины, бугры и пр.) оценивают также по размерам и количеству на 1 га.

Дернина – это поверхностный слой почвы с многолетней травянистой растительностью, отличающийся значительной связанностью частиц почвы корнями растений и наличием органического вещества. Дернина различается по виду растительности (бобово-злаковая, осоковая, торфяно-моховая и др.),

происхождению (сеяная, дикорастущая), плотности и связи с почвой (рыхлая и связная). По толщине (мощности) ее разделяют на слабую – до 6 см, среднюю – 7–12 и мощную – 13–20 см и более.

Результаты обследований заносят в почвенно-мелиоративную характеристику земельного участка, на основании этих результатов для наглядности с площадью условных обозначений составляется почвенно-мелиоративная карта рекультивируемых земель.

Технология и механизация культуртехнических работ. При удалении кустарника и мелколесья *кусторезом* перед началом работы участок осматривается и разбивается на загоны по одной схем работы кустореза: спирально-челночной, загонной и всвал. Пни старой рубки диаметром 15 см и более удаляются отдельно. Полосы разворота кусторезом следует очищать от древесной растительности. На зарослях с редким кустарником применение кусторезов нецелесообразно. Срезка лучше выполняется в условиях промерзания почв: минеральных – на 10–15 см, торфяно-болотных – на 20 см. Тонкоствольный гибкий кустарник (ивняк) лучше срезать при наличии снежного покрова (30–50 см), обеспечивая этим сопротивление изгибу стволов.

Очистка обрабатываемой площади от пней и корней, оставшихся после удаления наземной части древесной растительности, производится навесными корчевальными боронами в два перекрестных следа с разрывом 3–5 дней челночным или спирально-челночным способом. Сгребание выкорчеванных пней осуществляется корчевателями-собирающими с перетряхиванием через 7–15 дней. Во всех случаях эти операции нельзя проводить в дождливую погоду, когда на корнях остается мокрая земля.

Фрезерование кустарника и погребенной древесины выполняется на торфяно-болотных почвах машинами типа МТП-42, которые фрезеруют верхний слой торфяной залежи вместе с кустарником, мелкими пнями, погребенной древесиной, кочками и моховым очесом. Работа этих машин заменяет срезку, корчевку, уборку кустарника и погребенной древесины, первичную обработку почвы, а также выравнивание поверхности.

Данный метод обеспечивает ввод неликвидной древесины в баланс органического вещества. Перед началом работ с участка необходимо удалить деревья диаметром 12 см и более, пни диаметром более 20 см. При покрытии участка густым кустарником и наличии погребенной древесины предварительно рекомендуется произвести его срезку и сгребание в валы, а затем глубокое фрезерование площади. Для качественного выполнения работ необходимо, чтобы зазор между кромкой отбойной плиты и ножами фрезы составлял не более 5 мм, а ножи были острыми. По мере затупления рабочей кромки ножей их следует поворачивать на 120°. Фрезерование торфяников, заросших кустарником, лучше выполнять в зимнее время при промерзании торфа на глубину до 15 см. При покрытии площадей средним и редким кустарником и отсутствии в верхнем слое залежи погребенной древесины (менее 1 %) целесообразно проводить мелкое фрезерование на глубину 15–20

см в сочетании со вспашкой на глубину 30–35 см в летний период с последующим дискованием и прикатыванием. Обязательной операцией является прикатывание торфяников тяжелыми катками.

Очистка торфяной залежи от погребенной древесины. Помимо фрезерования удаление погребенной древесины из верхнего слоя торфяной залежи производится корчевкой. При пнистости до 0,5 % – корчевальной бороной; от 0,5 до 1,5 % – роторным корчевателем МТП-81 в два следа; от 1,5 до 3 % – в три следа; от 3 до 5 % – в четыре следа.

Древесина, извлеченная на поверхность корчевальной бороной, сгребается в валы (до 50 м) для последующей вывозки к месту складирования, а извлеченная машиной МТП-81 поступает сразу в специальный бункер-накопитель с последующей разгрузкой на прицепы-самосвалы (МТП-24) или в кучи для последующей вывозки к месту складирования.

Уничтожение кочек и мохового очеса. Кочки по происхождению и свойствам бывают растительные, земляные, приствольные, пневые, привалуненные, а по высоте – карликовые (до 15 см), низкие (15–5 см), средние (25–30 см) и высокие (более 30 см). Карликовые не препятствуют пахоте и специально не уничтожаются. Растительные кочки высотой 15–25 см уничтожаются машиной ФБН-2 в один след с последующим прикатыванием, а земляные кочки – дискованием в два следа в перекрестном направлении также с последующим прикатыванием.

С учетом того что глубина обработки фрезмашиной ФБН составляет 2–25 см, высокие кочки (30 см и более) предварительно необходимо прикатать водоналивными катками в два-три следа, а фрезерование выполнять в два следа. Ликвидировать кочки можно и путем срезки с последующей вывозкой их за пределы участка. Приствольные, пневые и привалунные кочки удаляются корчевателями в процессе корчевки пней и камней.

Очистка рекультивируемых земель от камней. До начала работ осматривается участок и разбивается на загоны с отметкой вешками малозаметных и полускрытых валунов, а также намечаются оптимальные маршруты вывозки камней к местам складирования, указанным в плане.

Перед началом камнеуборочных работ производится извлечение скрытых в почве на глубине 0,5 м средних и крупных камней плоскорезом МП-9 (К-62). При работе плоскореза происходит интенсивное безотвальное рыхление почвы, способствующее сохранению ее естественного плодородия. Схема движения плоскореза челночная с разворотом в конце гона. При каменистости более 50 м³/га вычесывание производится в два следа во взаимно перпендикулярных направлениях. Уборка извлеченных камней, находящихся на поверхности, может производиться двумя способами: сгребание корчевателями-собирающими средних и крупных (диаметром 30 см и более) камней в кучи с последующей погрузкой на лыжи и пены; уборка машиной УКП-0,6 при отсутствии камней диаметром более 65 см, или ПСК-1,0 (МТК-2,5), убирающей камни диаметром 0,3–1,0 м. Обе машины работают по спиральной схеме. Дальность вывозки машин ПСК-1 и УКП-0,6 составляет 1,0

км на вновь осваиваемых землях и до 3,5 км – на старопахотных. Производительность УКП-0,6 – 4,5 м³/ч, ПСК-1 – 10 м³/ч.

После уборки крупных и средних камней бульдозером засыпаются ямы и выполняется планировка площадей, если она предусмотрена проектом. Перед очисткой почвы от мелких камней участок в обрабатываемом слое должен быть освобожден от камней диаметром более 30 см, вспахан и продискован. От мелких камней (диаметром от 5 до 30 см) на глубину до 25 см при влажности почвы до 20 % он очищается машиной МКП-1,5А. Ее производительность – 0,11 га/ч (с трактором класса 6 т). Возможна уборка машиной УКП-0,6. Отличие последней от МКП-1,5А состоит в том, что она убирает камни диаметром 12–65 см с прочесыванием почвы на глубину 10 см. Камни диаметром 6–40 см убираются с поверхности и пахотного горизонта машинами КУМ-1,2.

Первичная вспашка. При выполнении этой операции требуется полная заделка дернины, древесных остатков, кочек и крупных болотных трав на заданную глубину. На поверхности пашни и в местах стыка пластов не должно оставаться травянистой или древесной растительности, способной к отрастанию. Дернина под свальными гребнями пропахивается. Глубина вспашки на осваиваемом участке равна заданной глубине (отклонение + 6 см) на мощность гумусового горизонта. При пропашке на поверхность подзолистого горизонта обязательно необходимо вносить органические удобрения.

Оборот пласта характеризуется наклоном его к горизонту. Полный оборот соответствует 180°. Пласты с наклоном к горизонту менее 145° считаются недоваленными, что недопустимо. Хороший (требуемый) оборот пласта, особенно на задернелых площадях, может быть обеспечен лишь при условии, если на плуг установить удлинитель отвала. Если пласт недовален, при дисковании вся дернина окажется на поверхности и ничем ее невозможно будет заделать. Вспашка должна быть прямолинейной, без огрехов и недорезов отваливаемых пластов. Требуемое качество вспашки невозможно обеспечить, если плуг не оборудован соответствующими ножами. Дисковый нож устанавливается при работе на торфяниках с дерновым и моховым покровом при наличии крупных древесных остатков. Черенковый нож применяется на минеральных почвах. По техническим требованиям нож плуга должен не разрывать, а хорошо разрезать дернину, кочки, моховой очес и все корни диаметром до 10–12 см. Для обеспечения высокого качества вспашки обязательным приемом является предварительная разделка дернины болотной фрезой ФБН-2 в один след, а на каменистых площадях – дискование в два следа боронами БДТ-3, БДТ-7. После вспашки земель, расчищенных от древесно-кустарниковой растительности, предусматривается подбор древесных остатков. При этом количество остатков древесины длиной от 20 до 30 см и диаметром от 4 до 7 см на участке 5×5 м не должно превышать 8 шт. Наиболее благоприятна влажность почвы при обработке не более 60–65 % полной влагоемкости.

Основные способы первичной обработки вновь осваиваемых земель – вспашка плугом с оборотом пласта и безотвальное рыхление. На минеральных почвах с мощностью гумусового горизонта менее 18 см следует производить безотвальную обработку по схеме: фрезерование (дискование в два следа); планировка в один след, дискование в один след, уборка мелких камней, планировка в один след, прикатывание. Глубина безотвального рыхления устанавливается с учетом мощности гумусового горизонта и проводится глубже его: для супесчаных почв – на 6–7 см, суглинистых – на 5–6 и глинистых – на 4–5 см.

Разделка пласта. Для создания на вспаханной поверхности рыхлого слоя достаточной мощности и выравнивания поверхности поля необходима разделка пласта дисковыми боронами. Глубина разделки пласта должна составлять 1/2–1/3 его мощности и превышать 16–18 см. Разделять пласт необходимо при оптимальной влажности слоя вслед за вспашкой на минеральных землях и через несколько дней (3–5) после вспашки на торфяниках. Увеличение разрыва между вспашкой и дискованием ведет к уменьшению степени крошения почвы. Во избежание огрехов разделка пласта выполняется с перекрытием смежных проходов на 10 % конструктивной ширины захвата дисковых борон. На дисковых батареях должны быть установлены почвоочистители, а лезвия дисков заточены. Для разделки пластов рациональным является диагонально-перекрестный способ движения, когда достигаются лучшее крошение пласта и выравнивание поверхности. На участках, где заделка дернины мелкая, дисковать в один-два следа необходимо вдоль пласта, чтобы исключить вынос дернины на поверхность, затем следует сделать один-два прохода под углом до 30° к основному направлению пласта. Лучшее качество обеспечивают навесные дисковые бороны. Если вспашка глубокая, разделку пласта следует проводить под углом более 40° к направлению вспашки, а иногда и поперек пласта диагональным и диагонально-перекрестным способами, что обеспечивает лучшее крошение пласта и выравнивание поверхности. Повышение качества разделки пласта обеспечивает не только направление дискования к пахоте, но и правильная установка угла атаки дисковых батарей (на минеральных землях – 13–14°, на торфяных – 8–11°).

После дискования поверхность почвы должна быть ровной, а верхний слой ее хорошо раскрошен. На обработанном участке не допускаются огрехи и пропуски, разъемные борозды должны быть заделаны, а поворотные полосы обработаны. При этом количество кусков дерна и грунта размером до 15 см на участке 5×5 м не должно превышать 5 шт.

Планировка поверхности мелиорируемых земель производится после осушения и вспашки в сочетании с дискованием почв. Планировочные работы включают: засыпку понижений глубиной до 25 см и шириной 20–30 м; ликвидацию микропонижений, возникающих при обработке почвы; качественное выравнивание поверхности. При этом неровности после работы длиннобазовых планировщиков должны быть в пределах ± 7 см от

горизонтали. Влажность почвы для производства работ в процентах от абсолютно сухой рекомендуется в следующих пределах: 20–28 (для глинистых), 13–25 (суглинистых), 12–17 (супесчаных), 10–15 (песчаных), 50–70 (торфяных).

Для послойного срезания грунта с планировкой площади и его перемещением используются скреперы. Например, прицепной скрепер ДЗ-13А с гидравлическим приводом и принудительной разгрузкой ковша рекомендуется использовать для планирования грунтов и их транспортирования на расстояние до 5,4 км.

Максимальная срезка-насыпка грунта не должна превышать 4 см за один проход. Количество следов прохода планировщика зависит от механического состава почв, мощности гумусового горизонта, степени развития микрорельефа и составляет два следа для слабого микрорельефа (более 20 понижений на 100 га площади). Наиболее эффективно применяются в организациях длиннобазовые планировщики ПЛМ-4,6, которыми можно производить послойное срезание грунта тонкими стружками с дополнительным его рыхлением, заделку дернины, срезку корней растительности, транспортировку грунта с отсыпкой в понижения.

При проведении мелиоративных работ за счет нарушения верхнего плодородного слоя технологией их ведения естественное плодородие почв снижается. Для восстановления нарушенного плодородия необходимо предусматривать внесение органических удобрений.

При выполнении на одном и том же участке нескольких видов работ общая доза органических удобрений рассчитывается по формуле

$$D = D_1 + (D_2 + \dots + D_n) / (n - 1), \quad (4.1)$$

где D_1 – доза удобрений, связанная с работой, приводящей к наибольшей потере плодородия почвы, т/га;

D_2 и D_n – дозы для других видов работ, т/га;

n – количество видов работ.

Окультуривание рекультивируемых земель в первые годы их освоения предусматривает повышение уровня плодородия почв не ниже среднего. При этом мощность пахотного горизонта должна составлять не менее 18 см.

При дальнейшем сельскохозяйственном использовании рекультивируемых минеральных земель показатели плодородия повышаются до уровня, обеспечивающего получение высоких и стабильных урожаев:

– мощность пахотного горизонта – 25–30 см;

– гумус – 2,5–3,0 %;

– рН для супесчаных почв – 5,5–6,2, суглинистых – 6,0–6,8;

– азот – 80–100, подвижные фосфор и калий – 25–30 мг/100 г почвы.

В процессе окультуривания различают три этапа повышения плодородия почвы:

- год сдачи объектов в эксплуатацию;
- период до получения проектной урожайности;
- период постоянной эксплуатации рекультивированных земель.

На первых двух этапах особенно важным является применение интенсивного комплекса мероприятий.

В последующем увеличение урожайности может быть достигнуто только повышением плодородия почв путем проведения научно обоснованной системы приемов по их окультуриванию.

Основными мероприятиями в комплексе работ по окультуриванию почв после рекультивации являются: известкование кислых почв, внесение органических и минеральных удобрений, использование сидератов и обработка почвы.

Известкованию подлежат минеральные почвы с рН в КС1 ниже 5,0–5,5. Нормы внесения известковых материалов зависят от рН, гранулометрического состава пахотного горизонта и содержания в почве гумуса. Для известкования используется преимущественно доломитовая мука.

Органические удобрения вносятся в таком количестве, чтобы восстановить почвенное плодородие и создать основу для получения запланированных урожаев сельскохозяйственных культур в этот период. В первые годы после сдачи мелиоративного объекта в эксплуатацию предусматривается ежегодное их внесение в зависимости от естественного плодородия почвы.

В качестве органических удобрений, кроме подстилочного навоза, эффективным является внесение компостов, состоящих из бесподстилочного навоза, соломы, торфа, зеленой массы сидератов, льнокостры и других отходов сельскохозяйственного производства.

Для учета внесенных видов органических удобрений используют коэффициенты перевода в условный навоз:

- подстилочный навоз, торфонавозный компост – 1,0;
- полужидкий бесподстилочный навоз – 0,5;
- жидкий навоз – 0,2;
- навозные стоки – 0,06;
- куриный помет – 1,7;
- солома зернобобовых культур и кукурузы – 3.

Одним из путей оптимизации свойств рекультивированных минеральных почв, повышения их плодородия является обогащение их органическим веществом за счет зеленой массы сидеральных культур, в качестве которых в почву запахивается зеленая масса однолетнего и многолетнего люпина, крестоцветных культур, а также их пожнивных и корневых остатков.

В системе удобрений при первичном окультуривании минеральных почв после рекультивации важную роль играют также минеральные удобрения, так как большинство осваиваемых земель содержит незначительное количество элементов питания.

Дозы минеральных удобрений необходимо ежегодно увеличивать примерно на 30 % относительно выноса фосфора и калия урожаем. При достижении же среднего уровня обеспеченности подвижными формами P_2O_5 и K_2O можно ограничиться компенсацией выноса фосфора и калия планируемым урожаем.

На полях с мощностью гумусового слоя менее 15 см предусматривается углубление пахотного горизонта с внесением органических удобрений, допускается замена вспашки с оборотом пласта рыхлением, выполненным плугами без отвалов или дисковыми боронами глубже пахотного горизонта на 3–5 см. Для ликвидации пестроты плодородия после рекультивации используется разноглубинная обработка почвы.

2.5. Гидротехнические и теплотехнические мероприятия

К водным (гидротехническим) мероприятиям относят осушение, орошение, регулирование сроков затопления поверхностными водами рекультивируемых земель.

К теплотехническим рекультивационным мероприятиям относят: мульчирование, грядование, обогрев, применение утеплителей.

Для повышения эффективности гидротехнических мероприятий при рекультивации земель и снижения ее стоимости в большинстве случаев ее дополняют проведением комплекса агромелиоративных приемов, которые должны способствовать своевременному отводу избыточных вод с нарушенной территории при ее переувлажнении и в то же время по возможности обеспечить накопление влаги в подпахотных слоях для использования ее сельскохозяйственными культурами в засушливые периоды. По своему действию на водный режим нарушенных почв агромелиоративные приемы подразделяют на приведенные ниже группы.

1. Мероприятия, обеспечивающие быстрый отвод избыточной воды по поверхности почвы и частично по пахотному слою. К ним относят устройство ложбин, узкозагонную вспашку, профилирование поверхности почвы, выборочное бороздование, гребневую и грядовую вспашку. Мероприятия этой группы ускоряют просыхание пахотного слоя в ранневесенний период и сокращают период переувлажнения этого слоя после обильных дождей.

2. Мероприятия, которые ускоряют отвод избыточной воды по подпахотному слою. К ним относятся кротование и щелевание.

3. Мероприятия, предназначенные для увеличения влагоемкости, создания дополнительных запасов продуктивной влаги в подпахотном слое. Это безотвальное рыхление, разуплотнение пахотного слоя, глубокая вспашка.

3. Технический этап рекультивации.

Технические мероприятия по рекультивации нарушенных земель подразделяют:

1) проективные – создание новых проектных поверхностей и форм рельефа (вертикальная планировка, профилирование, ликвидация западин и понижений и т. д.) (рис. 2.1–2.2);

2) структурные – изменение состава и структуры рекультивационного слоя (землевание, торфование, кольматаж, сооружение терпов);

3) химические (известкование, гипсование, кислование, внесение сорбентов, органических и минеральных удобрений);

4) освоение (удаление ненужной древесно-кустарниковой растительности, пней, камней, разделка кочек и дернины) и окультуривание рекультивируемых земель;

5) водные, или гидротехнические (осушение, орошение, организация поверхностного стока), и теплотехнические (мульчирование, грядование, обогрев, применение утеплителей).

4. Биологический этап рекультивации.

Основные задачи биологической рекультивации:

- возобновление процесса почвообразования;
- повышение самоочищающей способности почвы;
- воспроизводство биоценозов.

Скорость формирования почвенных горизонтов зависит от свойств почвообразующих пород, их водного и теплового режимов, рельефа, природно-климатических условий данного района, от видового состава растительности и т. д.

Скорость почвообразования составляет 2–4 мм/год. Интенсивное накопление гумуса на нарушенных землях наблюдается в период от 5 до 20 лет, далее скорость почвообразования снижается, что обусловливается устойчивостью биогеохимических процессов под определенными сообществами растений.

В результате этих процессов в конкретных природно-климатических зонах формируются молодые почвы, близкие по генезису к зональным, но отличающиеся от современных почв следующим признаком:

- процессом формирования почв (очень длительный);
- нарушенными землями, имеющими другие по генезису почвообразующие породы;
- факторами почвообразования, которые претерпели изменения.

С помощью биологической рекультивации удается сделать следующее:

- ликвидировать ущерб, нанесенный ландшафту, или предотвратить его;
- создать условия для поддержания экологической устойчивости ландшафта;
- закончить формирование культурного ландшафта.

Биологическую рекультивацию проводят специализированные фирмы, имеющие соответствующую лицензию, и те предприятия, которым возвращают земли согласно принятому направлению использования нарушенных земель.

Биологическую рекультивацию осуществляют в два этапа.

На первом этапе выращивают пионерные (предварительные, авангардные) культуры, умеющие адаптироваться в существующих условиях

и обладающие высокой восстановительной способностью. На втором этапе переходят к целевому использованию нарушенных земель.

Для разработки эффективных способов биологической рекультивации большое значение имеет изучение процессов эволюции растительного покрова в различных природных зонах и техногенных условиях.

Продолжительность естественного формирования растительного покрова в лесной зоне характеризуется тремя периодами:

– от начала образования нарушенных земель до 5 (6) лет: появляется мозаичный несомкнутый растительный покров, состоящий из растений с широким диапазоном толерантности;

– от 5 (6) до 10 (12) лет: формируется многовидовое сообщество растений (30–50 видов), в котором заметно проявляются зональные черты и складывается многоярусная структура биоценозов;

– от 10 (12) лет и более: начинает преобладать дифференциация видового состава, господство переходит к многолетникам, создается устойчивый растительный покров с выраженной ярусностью, хорошо прослеживается сезонная динамика.

В сложных условиях сроки формирования растительного покрова значительно увеличиваются.

Наиболее эффективный прием биологической рекультивации на нарушенных землях – создание многовидового растительного покрова с участием многолетних трав и устойчивых пород кустарников и деревьев.

При такой многоярусной структуре нарушенные земли хорошо защищены от эрозии и дефляции, а благодаря листовому опадению и корневым системам получают большой прирост органических веществ.

Лесохозяйственная биологическая рекультивация

Рекультивацию лесохозяйственного назначения проводят для создания на нарушенных землях лесных насаждений промышленного, защитного, водорегулирующего, водоохранного и рекреационного назначения.

Начинают ее с подбора древесных и кустарниковых растений в соответствии с пригодностью нарушенных земель для биологической рекультивации и исходя из природно-климатических условий.

Например, в лесной зоне для рекультивации отвалов, насыпей, карьерных выемок, создания защитных лесных полос рекомендуют следующие породы деревьев и кустарников: вяз, клен ясенелистный, акацию белую и желтую, тополь черный, дуб красный, смородину золотистую.

В формировании молодых почв при проведении рекультивации для лесохозяйственных целей в качестве пионерных культур используют бобово-злаковые травы, кустарники и некоторые породы деревьев.

Из древесно-кустарниковой растительности наибольшее распространение в качестве пионерных имеют: акация белая, облепиха, акация желтая, смородина золотистая, ива, ольха, тополь, черемуха.

Биологическая рекультивация для рыбохозяйственного использования

Выработанные участки торфяных месторождений можно с успехом использовать в прудовом хозяйстве для разведения рыбы, особенно выработки гидравлического и фрезерного способов добычи низинного торфа. Площади выработанных участков торфяных месторождений верхового и переходного типов менее пригодны вследствие низкой биологической продуктивности и кислой реакции среды.

Пруды и водоемы, построенные на выработанных площадях торфяных месторождений, по режиму среды значительно отличаются от водоемов на минеральных грунтах.

При рыбохозяйственном использовании рекультивируемых земель после планировки ложе водоема рыхлят на глубину 5–7 см и вносят 1–3 ц/га перегноя или навоза.

Кислые почвы одновременно известкуют (до $pH > 7$).

Вода должна быть пригодной для жизни рыб.

Фосфорные и азотные удобрения вносят как по сухому ложу, так и по воде.

Норма минеральных удобрений за сезон составляет: аммиачной селитры – 2–5, суперфосфата – 1–2,5 ц/га. Аммиачную воду вносят за 7 дней до затопления пруда.

Биологическая рекультивация отвалов вскрышных пород

Формирование растительного покрова на отвалах вскрышных пород идет очень медленно из-за сложного, изменяющегося во времени рельефа поверхности отвала, бедности горных пород питательными веществами, неустойчивости водного и теплового режимов.

Отвалы и насыпи вскрышных пород быстрее зарастают с северной и северо-западной стороны, поскольку здесь водный и тепловой режимы устойчивы. Южные склоны, испытывающие наибольшие перепады температур и значительную эрозию, покрываются растительностью лишь в нижних частях склона, где накапливается смытый мелкозем.

Способность растения приживаться используют при рекультивации отвалов нетоксичных вскрышных пород без предварительного нанесения почвенного слоя.

Для этого разрабатывают специальную технологию культивирования растений, например:

– выращивание в течение 3–4 лет бобовых трав с заашкой на глубину 25–30 см;

– выращивание злаково-бобовой травосмеси с внесением небольшой дозы минеральных удобрений в течение 3–4 лет с последующей заашкой трав на глубину 20–25 см;

– посев трав (викооვсяной смеси, донника) с последующей их заашкой.

На землях, где проведение технической рекультивации *затруднено* или возможно повторное их использование (например, повторное использование отвалов, содержащих породы с малой концентрацией редких металлов),

создают растительный покров разбрасыванием дражированных семян травосмесей и кустарников.

Семена растений с учетом их приуроченности к горным породам разбрасывают самолетом ранней весной вместе с небольшими дозами минеральных удобрений.

Биологическая рекультивация техногенно загрязненных земель

На землях, загрязненных техногенными продуктами, главная задача биологической рекультивации заключается в повышении самоочищающей способности почвы. Решить эту задачу можно с помощью совместного функционирования технических и биологических систем, оперирующих широким набором мероприятий, в том числе с использованием специально выращенных микроорганизмов.

Земли, загрязненные тяжелыми металлами, органическими веществами или продуктами промышленной переработки, на первом этапе очищают с помощью сорбентов, растений или микроорганизмов (биодеструкторов), а затем включают в хозяйственное использование под наблюдением агрохимических и санитарно-эпидемиологических служб.

Рекультивация (очистка) почв от техногенных продуктов с помощью микроорганизмов основана на деструктировании (разложении) этих продуктов в течение регламентированного времени.

На практике этот способ применяют для очистки почв, загрязненных нефтепродуктами, пестицидами и другими веществами, содержащими углеводороды.

Разрабатываются штаммы бактерий-деструкторов, устойчивые к мышьяку и тяжелым металлам. Эти бактерии способны к очистке почв в условиях смешанного загрязнения.

Технология биодеструктирования включает создание благоприятных водно-воздушных, тепловых и питательных условий для микроорганизмов и регулярный контроль численности применяемой популяции. Поэтому эффективность такого вида рекультивации зависит от управляемости регулирующих факторов и качества.

Для создания растительного покрова на землях, загрязненных химическими веществами, необходимо учитывать видовой состав растений, приуроченный к таким землям.

Таблица. Видовой состав растений на землях, загрязненных химическими веществами

Элемент	Видовой состав растений
Медь, железо	Шиповник
Цинк	Фиалка, ярутка
Цинк, свинец, кадмий	Горец большой
Никель	Гречиха

Биологическая рекультивация для сельскохозяйственного использования

Из всех направлений использования рекультивируемых земель в народном хозяйстве сельскохозяйственная рекультивация является самой сложной, так как большинство сельскохозяйственных культур предъявляют повышенные требования к поверхностному слою почвы, поэтому принципиальное значение для оценки возможности биологической рекультивации для сельскохозяйственного использования имеет состав и свойства верхнего слоя рекультивируемых земель.

Если нарушенные земли предназначены для сельскохозяйственного использования, то общий состав работ биологической рекультивации может быть следующим:

- планировка поверхности земли и нанесение на нее почвенного слоя, особенно на субстраты, содержащие малопригодные породы (заключительные работы технической рекультивации);

- выращивание пионерных культур (однолетних или многолетних) для активизации процессов почвообразования;

- введение специальных севооборотов для восстановления и формирования почвенного слоя;

- применение приемов почвозащитного земледелия для повышения плодородия почвы и ее устойчивости против водной эрозии и дефляции;

- мониторинг почв природоохранными и санитарно-эпидемиологическими службами.

В проекте биологической рекультивации карьеров для сельскохозяйственного использования определяют период их освоения; состав, чередование и нормы высева предварительных культур; нормы и периодичность внесения удобрений, извести.

Определяют агротехнику обработки почвы, возделывания и уборки сельскохозяйственных культур.

Рассчитывают потребность в удобрениях, извести, семенах и разрабатывают сметную документацию.

Предусматривают продолжительность биологической рекультивации карьеров нерудных материалов при их дальнейшем использовании в сельском хозяйстве:

- с нанесенным плодородным слоем – 4–6 лет;

- на землях, сложенных потенциально плодородными породами, без нанесенного плодородного слоя почвы – 8–10 лет;

- на малопродуктивных угодьях с нанесенным плодородным слоем почвы – 2–3 года.

Для восстановления плодородия рекультивируемых земель используют следующие предварительные культуры: клевер, люцерну, донник, люпин и др.

Зерновые высевают после 3–4-летнего возделывания злаково-бобовых травосмесей, а пропашные культуры в период биологической рекультивации не выращивают в связи с опасностью эрозии почв.

Зеленую массу можно запахивать на второй год освоения площадей. В первые годы биологической рекультивации вносят 60 т/га навоза, N₉₀P₆₀K₁₅₀,

норму извести устанавливают в зависимости от рН, а семян многолетних трав высевают в 1,5 раза больше, чем на обычных почвах.

Лекция № 3

Способы рекультивации по видам нарушений

1. Рекультивация выработанных торфяников
2. Рекультивация и обустройство свалок и полигонов хранения твердых отходов.
 - 2.1 Рекультивация полигонов захоронения отходов потребления

1. Рекультивация выработанных торфяников

В Беларуси ежегодно значительные площади нарушаются в результате добычи торфа. Так, например, на Докшицком торфоперерабатывающем заводе, который на сегодняшний день выпускает свыше 50 наименований торфа питательных грунтов для самых различных видов растений и поставляет их в 20 стран мира (Турция, Германия, Болгария, Ирак и др.), общая площадь добычи составляет 730 га с запасами торфа 2,9 млн. т. За год завод производит примерно 40 тыс. т торфопродукции и 7 тыс. т кускового топливного торфа, который по калорийности выше, чем березовые дрова. Доля экспорта в структуре производства составляет свыше 72 %, рентабельность – 17 %.

В составе выработанных площадей преобладают низинные торфяники с остаточным слоем торфа в 50 см и зольностью до 20 %.

подавляющее большинство из них подстилается песком с различной крупностью и мощностью залегания. После фрезерной добычи торфа остаются слабоволнистые поля с остаточным слоем торфа и сетью открытых каналов.

Остаточный слой торфа содержит вредные для растений химические соединения, малополезные микроорганизмы, имеет низкое содержание подвижных форм калия и фосфора, биологические процессы в нем протекают слабо. Он может быть бесплодным из-за отсутствия форм азота, достаточных для растений.

Задача рекультивации торфяных земель – превратить остаточный слой торфа в плодородную почву.

После фрезерной добычи торфа остаются карты шириной 500 м и длиной до 3 км, что соответствует расстоянию между валовыми каналами и их длине.

Поверхность этих карт ровная, превышения над общей поверхностью карт наблюдаются в местах складирования торфа вдоль валовых каналов от 0,5 до 2 м и вдоль картовых каналов – на 0,2–0,3 м.

Мощность оставшегося слоя торфа после фрезерования должна быть не менее 1 м, в то же время, вопреки существующим требованиям, встречаются участки с обнаженным минеральным дном.

Площади торфяных болот, недавно вышедших из разработок, имеют редкую растительность, на полях давней выработки формируется многоярусный растительный покров с кустарником и мелколесьем.

Устойчивый растительный покров с многолетниками в основном приурочен к бровкам каналов, местам складирования торфа и к участкам с благоприятным водным режимом.

Из элементов осушительной сети в удовлетворительном состоянии остаются лишь транспортирующие каналы, регулирующая сеть разрушена полностью.

При экскаваторной разработке остаются траншейные карьеры глубиной 0,5–0,4 м, шириной от 4 до 10 м, длиной до 2 км.

Эти траншеи ограничены продольными и поперечными перемычками, заполнены водой. Ширина перемычек составляет 0,5–4 м. На перемычках лежат пни и остатки погребенной древесины. Давние карьеры покрыты многоярусной растительностью.

Работы по технической рекультивации выработанных торфяников следующие:

- предварительное мелиоративное обустройство, включающее предварительное осушение и выравнивание поверхности выработанного месторождения;

- строительство новой или реконструкция существующей осушительной сети;

- культуртехнические работы с набором различных структурных и проективных способов (планировки, известкования, землевания и др.).

Использование выработанных торфяников. При сельскохозяйственном направлении рекультивации используют в первую очередь выработанные торфяники с остаточным слоем низинного торфа более 0,5 м.

Если же сельскохозяйственное использование участка нецелесообразно из-за больших затрат, то при остаточном слое торфа на нем более 0,3 м этот участок отводят под лесонасаждения, а менее 0,15 м – под водоемы (табл.1).

Предварительное мелиоративное обустройство территории – это прежде всего мероприятия, относящиеся к карьерам экскаваторной добычи, поскольку вышедшие после фрезерной разработки торфяные поля ровные и не имеют глубоких выемок.

Предварительное обустройство включает строительство временной водоотводной сети для сброса воды из замкнутых траншейных выемок и выравнивание поверхности карьера для ликвидации перемычек.

При проектировании мелиоративной системы на выработанных торфяниках стараются использовать отдельные элементы или части существующих сооружений, находящихся в удовлетворительном состоянии.

Таблица 1. Основные направления использования выработанных торфяников

Категория использования	Геоморфологические условия залегания	Направление использования после выработки торфа, %
Сельскохозяйственная	На склонах надпойменных террас, в староречьях	Сельскохозяйственные угодья 80–90, водохранилища – 5–15, лесозащитные насаждения – 5–10
Водохозяйственная	В бессточных котловинах поймах рек обвалованных поймах	Водоохранилища – 80–90, лесонасаждения – 5–15,

осушительная сеть, подлежащая углублению и прочистке; 3 – эксплуатационная дорога; 4 – гидротехнические сооружения; 5 – сооружение, подлежащее разборке; 6 – граница противопожарной зоны

Продолжительность биологической рекультивации зависит от мощности и свойств оставшегося после разработки слоя торфа, а также от продуктивности выращиваемых культур.

Ориентировочно этот период составляет:

- 1 год – для низинных болот с высокой степенью разложения торфа и мощностью его слоя более 0,5 м;
- 2 года – с мощностью 0,3–0,5 м;
- 2 года – со средней степенью разложения и мощностью более 0,5 м;
- 3 года – со слабой степенью разложения;
- 3 года – для верховых и переходных болот.

В качестве предварительных культур используют однолетние травы на зеленые удобрения, семена, зеленый корм, сено и травяную муку.

Наибольшей эффективности в период биологической рекультивации достигают при выращивании культур в следующем порядке:

- первый год: травосмесь вико-овсяная, горохо-овсяная, люпино-овсяная;
- второй год: люпин на зеленый корм, райграс однолетний на зеленый корм, овес на зеленый корм, ячмень на зерно, рожь + вика озимая на зеленый корм;
- третий год: зерновые яровые (овес, ячмень) на зерно, рожь озимая на зерно, люпин на зеленый корм.

При выборе культур следует учитывать, что озимые выращивают только на незатопляемых в половодье участках. Способ обработки торфяной почвы зависит от засоренности остатками древесно-кустарниковой растительности и мощности оставшегося слоя торфа.

Последний год биологической рекультивации заканчивают планировкой торфяной поверхности.

Лесохозяйственную рекультивацию торфяников выполняют также после проведения мелиоративного обустройства территории и создания условий для выращивания лесных культур.

При лесоразведении используют районированные породы деревьев, пионерные культуры предварительно не высаживают.

Затопленные карьеры можно использовать для регулирования поверхностного стока, в качестве источников орошения, рыбоводных предприятий, зон отдыха, звероводческих хозяйств и охотничьих угодий.

Освоение рекультивируемых торфяников. Известкованию подлежат выработанные торфяники с величиной рН менее 5,5. На сильнокислых участках известь вносят с интервалом в 2 года. Нормы внесения известковых удобрений дифференцируют с учетом объемной массы пахотного слоя (табл. 2).

Таблица 2. Средние дозы извести, обеспечивающие нейтрализацию кислотности слоя торфа 0–25 см

рН в КС1 торфяного горизонта	CaCO ₃ , т/га
3,31–3,70	12
3,71–4,10	10
4,11–4,40	8
4,41–4,60	6
4,61–4,90	5
4,91–5,50	3

На выработанных торфяниках с мощностью остаточного слоя торфа более 50 см окультуривание почв и рост урожайности сельскохозяйственных культур обуславливаются применением минеральных удобрений (табл. 3).

Таблица 3. Дозы внесения минеральных удобрений

Культура	NPK, кг/га д. в.		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Участок с низинным высокозольным, хорошо разложившимся торфом			
Бобово-овсяная смесь	50–60	80–100	120–140
Люпин на зеленый корм	20–30	70–90	100–120
Участок со слаборазложившимся торфом низинных болот			
Бобово-злаковая смесь	60–70	90–100	110–130
Картофель	80–100	90–100	180–200
Люпин на зеленый корм	20–30	10–110	110–120
Яровые зерновые	60–80	90–100	100–120
Озимая рожь на зеленый корм	60–80	90–100	90–100
Минеральные выклинивания			
Бобово-овсяная смесь	40–50	60–80	130–140
Люпино-виковая смесь	30–40	60–80	100–120
Картофель	100–120	90–100	150–170
Яровые зерновые	80–90	80–100	100–110
Озимая рожь на зеленый корм	80–90	70–90	110–120

При меньшей мощности остаточного слоя торфа, а также на участках с неоднородным почвенным покровом целесообразно внесение органических удобрений (табл. 4).

Целесообразность осуществления мероприятий по освоению выработанных торфяных месторождений и сельскохозяйственного их использования устанавливаются на основе определения общей (абсолютной) экономической эффективности капитальных вложений в мелиорацию и освоение земель и экологического обоснования, причем в равных условиях предпочтение отдают сельскохозяйственному производству как наиболее эффективному способу возврата инвестиций.

Таблица 4. Нормы органических удобрений для низинной залежи

Мощность остаточного слоя, см	Нормы органических удобрений, т/га	Внесение удобрений, лет
30–50	15–20	1
20–30	20–30	1
10–20	30–40	2
0–10	40–60	2

2. Рекультивация и обустройство свалок и полигонов хранения твердых отходов.

Развитие человеческой цивилизации сопровождается ростом масс техногенных, промышленных и бытовых отходов.

По подсчетам специалистов, ежегодно накапливается 260–280 кг на одного человека твердых бытовых отходов, объем промышленных отходов в 3 раза больше.

Отходы и свалки мусора стали крупным загрязнителем ландшафта, включая поверхностные и подземные воды.

Многие твердые отходы (пластмассы, стекло и др.) не разлагаются в течение многих десятилетий, что вызывает постоянный рост площади полигонов и ухудшение экологического состояния пригородов.

Отходы, образующиеся в жилищном, промышленном, сельскохозяйственном и других секторах хозяйственной деятельности, подлежат утилизации (переработке, захоронению, сжиганию, компостированию и обезвреживанию) на специализированных предприятиях и полигонах.

Для обезвреживания и утилизации твердых отходов предложено более 20 методов, однако проблема борьбы с мусором во всех странах (особенно развитых) далека от решения.

Наиболее распространена технология складирования отходов на полигонах, ею обезвреживается в разных странах до 14–100 % мусора.

Место для размещения полигонов выбирают с учетом следующих условий:

- исключение или минимизация влияния отрицательных последствий на прилегающие территории (агроценозы, лесные насаждения, поверхностные и подземные воды);

- возможность создания техногенного рельефа, гармонично вписывающегося в природный ландшафт.

При выборе места для полигона предпочтение отдают землям несельскохозяйственного назначения.

Полигоны располагают недалеко от городов (поселков, промышленных производств), поскольку далеко вывозить мусор экономически невыгодно.

Свалки должны быть изолированы от поверхностных и подземных вод, что обеспечивается обвалованием по периметру дамбами из глины с противодиффузионным ядром и созданием противодиффузионных завес (экранов) из экологически безопасных глин.

Защитные экраны создают методом «стена в грунте». Для отвода дождевых и талых вод со свалки устраивают каналы с очисткой воды до сброса ее в реки.

Рекультивацией и обустройством полигонов отходов занимаются организации, входящие в систему обращения с отходами и эксплуатирующие данные полигоны.

Работы выполняют в соответствии с проектом, разработанным и согласованным на стадии открытия полигона.

Наиболее распространенными методами обработки и захоронения бытовых отходов являются следующие.

Закрытые свалки – метод, позволяющий обрабатывать большие объемы бытовых отходов (БО) при относительно малом воздействии на окружающую среду.

При этом методе исключаются горение и пожары, однако отсутствует утилизация продуктов БО.

Открытые свалки – неконтролируемый сброс отходов, без уплотнения, изоляции, чаще всего «диким» способом. Самый неэффективный, но вместе с тем самый распространенный метод.

Нередко отходами завалены все обочины проезжих дорог поселков, опушки лесов, поляны и овраги.

Организованные полигоны отходов – это более современный метод захоронения отходов, но рассчитан на длительное отторжение площадей, поэтому его нельзя признать перспективным.

Данный метод совмещает достоинства закрытой свалки, но при этом утилизирует так называемый биогаз – метан (55–60 %), образующийся в теле полигона вследствие анаэробной биодеструкции органических веществ.

С каждой тонны БО образуется до 200 м³ газа, отводимого системой горизонтальных дырчатых труб в газгольдер и затем используемого в топливных или энергетических установках.

Открытая в ноябре 2012 г. самая мощная в Беларуси биогазовая установка немецкого производства в СПК «Рассвет» Кировского района позволит сократить потребление дорогостоящего природного газа на 6 млн. м³ ежегодно и обеспечить электроэнергией в 4,8 МВт весь район. За 3 года в республике будет построено 25 таких биогазовых установок.

В последние годы широкое распространение получил *метод сжигания мусора*. В некоторых странах путем сжигания утилизируется до 70 % твердых отходов.

Сжигание мусора – далеко не безобидный метод, так как мусоро-сжигающие заводы не обеспечивают защиту окружающей среды.

Образующийся при сжигании мусора ядовитый газ диоксин загрязняет воздушный бассейн в радиусе до 30 км.

Перспективно применение *вторичной переработки отходов*.

Заслуживает внимания опыт организации переработки отходов в г. Токио (Япония), где создана широкая сеть пунктов сбора и сортировки использованной упаковки, на улицах установлены цветные контейнеры для раздельного сбора пластмасс, прозрачного и темного стекла и т. п. В Республике Беларусь также налаживается переработка отходов пластмасс в Могилеве, Гродно и других городах.

Прессование – это разделение отходов на твердые и жидкие компоненты с последующей их переработкой под давлением 80 МПа.

Получаемые при таких параметрах обработки твердые отходы имеют объемную массу около 1000 кг/м³ и могут найти применение в строительстве.

Пиролиз – это обезвреживание отходов, которое происходит в условиях дефицита кислорода и при температуре 600–800 °С, что приводит к термическому разложению отходов и их обезвреживанию.

Этот метод привлекателен в случае использования образующегося тепла для выработки тепловой или электрической энергии, а также для защиты атмосферы от газов и твердых выбросов.

Компостирование – это биохимический процесс обезвреживания отходов.

Его достоинства заключаются в наиболее сокращенном сроке (до 6 сут) переработки отходов и получении биотоплива и компоста, используемого в качестве удобрения в сельском хозяйстве.

Технологический процесс осуществляется во вращающихся барабанах диаметром 3–3,5 м и длиной 20 м и требует соблюдения режимных параметров: – температуры;

– влажности;

– длительности перемешивания;

– сушки.

Методы полевого компостирования ТБО целесообразно применять в городах с населением до 500 тыс. чел. как наиболее простой и дешевый способ обезвреживания и переработки отходов.

Сооружение и оборудование полевого компостирования должны обеспечить прием и предварительное дробление отходов, биотермическое обезвреживание и окончательную обработку компоста.

Отходы разгружают в приемный бункер или на ровную площадку. Затем бульдозером или грейдерным краном формируют штабеля, в которых происходят процессы аэробного биотермического компостирования. Зрелый

компост перед отправкой потребителю направляют на грохот, где его очищают от крупных фракций. Из отходов и компоста электромагнитным сепаратором извлекают металлолом.

При строительстве заводов механизированной переработки ТБО одним из экономических показателей является наличие гарантированных потребителей компоста (органического удобрения или топлива) в радиусе до 20 км. При строительстве завода по сжиганию ТБО с утилизацией тепловой энергии – гарантированное (круглосуточное и круглогодичное) потребление тепловой энергии.

Рекультивация полигона с осуществлением инженерно-биологических мероприятий включает очистку прилегающих к полигону территорий, засыпку глинистым грунтом, уплотнение и гидроизоляцию поверхности свалочных грунтов, посадку древесно-кустарниковых растений, посев трав, ассортимент которых подбирается с учетом плодородия и токсичности грунтов (рис. 1).



Рис. 1. Рекультивация твердых бытовых отходов

Продолжительность рекультивационного периода полигонов отходов зависит от направления использования и времени стабилизации тела отвалов:

- для посева многолетних трав и создания пашни этот период составляет 1–3 года;
- для посадки декоративных деревьев и кустарников – 2–3 года;
- для создания садов – 10–15 лет.

Органическую составляющую отходов жилищно-коммунального сектора, образующуюся после сортировки бытовых отходов (до 70 % ТБО), древесно-растительные остатки (обрезка, сведение деревьев и кустарников) и незагрязненные потенциально плодородные грунты целесообразно направлять на производство *компоста* с последующим его использованием при благоустройстве и озеленении городских территорий или для рекультивации полигонов отходов.

В качестве примера рассмотрим схему организации и рекультивации складированных отходов, состоящих из мусора и древесно-растительных остатков.

Отсыпку отходов ведут послойно без покрытия поверхности экранирующим грунтом или почвой. Это обеспечивает интенсивное

разложение растительных остатков и выделение метана и других химических веществ, препятствующих биогеохимическим процессам.

Откосы делают эрозионно устойчивыми, покрывают их субстратом из мусора, мелких растительных остатков, грунтов и почвы, засевают травосмесями.

Фильтрационные воды с помощью дренажной сети отводят на очистные сооружения или на биологические пруды очистки.

Рекультивация и утилизация на полигонах хранения твердых, особенно токсичных отходов (пестициды, пришедшие в негодность и запрещенные к применению; отходы нефтепереработки и нефтехимии; использованные органические растворители; отходы, содержащие свинец, цинк, кадмий, никель, сурьму, висмут, кобальт и их соединения и др.) является приоритетной задачей Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды.

Так, в 2016 г. планируется завершить вывоз непригодных пестицидов из Слонимского захоронения. Эти работы ведутся в рамках проекта международной технической помощи «Обращение со стойкими органическими загрязнителями» – компонента комплексного проекта по обращению с твердыми отходами в Беларуси. Три из четырех траншей захоронения уже ликвидировали. Из них изъято 1100 т непригодных пестицидов, 885 т вывезено и сожжено экологически безопасным способом на заводе немецкой компании. На реализацию проекта израсходовано более 2,5 млн. долларов США из средств международной технической помощи. Для завершения работ по ликвидации захоронения из республиканского бюджета выделено 13,3 млрд. бел. руб.

Сейчас также ведутся работы на складах хранилища в Новогрудском районе, где насчитывается в бочках 587 т пестицидов.

Рекультивация полигонов захоронения отходов потребления.

Захоронение отходов производства и потребления на полигонах – наиболее широко практикуемый способ обезвреживания и утилизации ТБО, и этот способ еще долгое время будет оставаться наиболее распространенным.

Полигоны захоронения ТБО – инженерно-экологические сооружения, предназначенные для централизованного приема ТБО, их обезвреживания и захоронения, предотвращающие неорганизованное распространение загрязняющих веществ в компоненты природной среды.

На полигоны захоронения ТБО разрешен прием: отходов из жилых зданий, учреждений и предприятий общественного назначения, объектов оптово-розничной торговли промышленными и продовольственными товарами; строительных отходов, образованных при сносе, ремонте, реконструкции, новом строительстве зданий и сооружений, отходов стройиндустрии, промышленных отходов, приравненных к ТБО, древесно-растительных отходов от планового ухода за зелеными насаждениями городов; твердых промышленных отходов IV класса опасности по согласованию с органами природных ресурсов и охраны окружающей среды, санитарно-эпидемиологическими службами и учреждениями коммунальной

сферы, в количестве, не превышающем 30 % массы принимаемых ТБО; отходов лечебно-профилактических учреждений в соответствии с нормативными документами «Правила сбора, хранения и удаления отходов лечебно-профилактических учреждений».

Запрещен прием на полигоны следующих видов отходов: строительных, содержащих асбестовый шифер в виде боя, шлаки, золы, отработанный асбест, отходов мягкой кровли, имеющих 4-й класс опасности; промышленных 1, 2, и 3-го классов опасности; радиоактивных, независимо от уровня их радиации; ртутных ламп и продуктов демеркуризации.

Полигоны ТБО по видам принимаемых отходов делят на два класса: полигоны ТБО 1-го класса, на которых разрешено размещать отходы, содержащие <25 % органических примесей, образующие при разложении вредные вещества в количествах, не превышающих значения ПДК; полигоны ТБО 2-го класса, на которых размещают отходы, содержащие >25 % органических примесей, а также другие виды отходов, образующие вредные вещества при разложении в количествах, превышающих значения ПДК.

Организации, эксплуатирующие полигоны, разрабатывают регламент (режим) работы полигона и инструкцию по приему ТБО.

В соответствии с разработанной инструкцией поступающие отходы учитывают, обеспечивая их контроль, распределяют в пределах эксплуатируемой части полигона, выполняют послойную изоляцию отходов, выполняют требования, предъявляемые к безопасности жизнедеятельности предприятий в чрезвычайных ситуациях.

Полигон захоронения ТБО, как и любой объект строительства, создают в непрерывном инвестиционном процессе с момента возникновения замысла до сдачи объекта в эксплуатацию.

Предпроектные и проектные работы ведут согласно нормативным документам: «Порядок разработки, согласования, утверждения и состав обоснований инвестиций в строительство предприятий, зданий и сооружений» (СП 11-101–95) и «Инструкция о порядке разработки, согласования, утверждения и составе проектной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений» (СНиП 11-01–95).

В инвестиционном процессе проектная подготовка строительства с учетом действующего российского законодательства и зарубежной практики, как правило, состоит из трех этапов:

1-й этап – определение цели инвестирования, вид и объемы приема отходов на объект, морфологический состав и свойства отходов, срок эксплуатации, расчетный объем полигона и его требуемая площадь, перспективные участки строительства с учетом экономических и экологических требований. На основе необходимых исследований и проработок об источниках финансирования, условиях и средствах реализации поставленной цели с использованием максимально возможной информационной базы заказчик оценивает возможности инвестирования и достижения технико-экономических показателей.

С учетом принятых на данном этапе решений заказчик представляет в установленном порядке ходатайство (декларацию) о намерениях.

После получения положительного решения местного органа исполнительной власти заказчик приступает к разработке обоснований инвестиций в строительство.

2-й этап – разработка обоснований инвестиций в строительство на основании полученной информации, требований государственных органов и заинтересованных организаций в объеме, достаточном для принятия заказчиком решения о целесообразности дальнейшего инвестирования, получения от соответствующего органа исполнительной власти предварительного согласования места размещения объекта (акта выбора участка) и разрешения на разработку проектной документации.

3-й этап – разработка, согласование, экспертиза и утверждение проектной документации, получение на ее основе решения об изъятии земельного участка под строительство.

Перспективные участки для строительства полигонов выбирают на стадии составления схем районных планировок и генеральных планов городов и их зеленых зон, схем санитарной очистки населенных пунктов от твердых бытовых отходов. Число и площадь полигонов зависят от численности жителей населяемых мест, обслуживаемых полигонами, площади и конфигурации населенных пунктов, дальности транспортировки отходов.

Начальные исследования должны быть сосредоточены на выборе потенциальных участков в соответствии с государственными, региональными и местными требованиями, предъявляемыми к защите окружающей среды от воздействия отходов. Возможность использования участка после закрытия полигона рассматривают также на начальной стадии принятия решений.

Полигоны размещают за пределами населенных пунктов, соблюдая размер санитарно-защитной зоны до жилой застройки (не менее 500 м), устанавливаемой СанПиН 2.1.7.722–98. Размер санитарно-защитной зоны уточняют при расчете газообразных выбросов в атмосферу. Границы зоны уточняют по изолинии рассеивания загрязняющих веществ, равной 1 ПДК, если она выходит за пределы нормативно установленных размеров.

Для выбора участка под строительство заказчик с регламентирующими организациями (архитектурно-планировочным управлением, санитарно-эпидемиологической, гидрогеологической службами и др.) определяют районы, в которых намечается подбор участков. Перспективные участки для размещения полигонов определяют на основании анализа карт специального типологического зонирования анализируемых территорий в масштабе 1 : 200 000, которые включают фондовые геологические и гидрогеологические условия. При необходимости проводят рекогносцировочные полевые исследования.

При выборе перспективных участков для размещения полигона руководствуются следующими принципами: участки, на которых природные условия исключают размещение полигонов; участки, на которых при

размещении полигонов не будет нанесено существенное негативное воздействие на компоненты природной среды.

Размещение полигонов запрещается на землях природно-заповедного фонда Российской Федерации (государственные природные заповедники, заказники, национальные природные парки, памятники природы) и в пределах их охранных зон, сельскохозяйственных угодьях, а также на землях лесного и водного фондов.

Запрещено их размещение в пределах санитарно-защитных зон курортных, лечебно-оздоровительных учреждений, на территориях природного комплекса городов и поселков. Нельзя размещать полигоны на землях историко-культурного наследия и в пределах городской черты. Запрещено их размещение на территориях, загрязненных органическими и радиоактивными отходами, до истечения сроков, установленных органами санитарно-потребительского надзора, и на территориях со сложными геологическими и гидрогеологическими условиями.

Благоприятными природными условиями с точки зрения размещения полигонов считают земельные участки открытые, хорошо продуваемые (проветриваемые), незатопляемые и неподтопляемые паводковыми водами, допускающие проведение природоохранных мероприятий и выполнение инженерных решений, обеспечивающие предотвращение загрязнения окружающей среды, а также участки, расположенные с подветренной стороны населенных пунктов и рекреационных зон и находящиеся ниже водозаборов хозяйственно-питьевого водоснабжения, рыбоводных хозяйств, мест нереста, массового нагула и зимовальных ям, удаленные от аэропортов на 15 км и более. При размещении полигонов учитывают опыт функционирования объектов-аналогов в подобных условиях размещения, исходя из природных условий (геологических, гидрогеологических, водно-физических свойств горных пород, развития опасных геологических процессов) и технологических особенностей складирования ТБО (площадь полигона, мощность складированных ТБО, схема складирования).

Размер участка размещения полигона устанавливают, исходя из условия продолжительности эксплуатации полигона в течение 15...20 лет.

На топографическом плане в масштабе 1:25 000 обозначают границы потенциальных участков.

Для оценки возможности реализации хозяйственной деятельности с учетом гарантии соблюдения природоохранных норм и правил по каждому намеченному участку разрабатывают Обоснование инвестиций с составлением раздела «Оценка воздействий на окружающую среду» (ОВОС).

Необходимую площадь для отвода земельного участка определяют, исходя из проектной вместимости полигона и высоты складирования отходов.

Для окончательного выбора участка, в составе проекта Обоснований, на каждом потенциально выбранном участке выполняют топографическую съемку с построением плана местности в масштабе 1: 2000 с нанесением

результатов геологических, гидрогеологических и гидрологических исследований.

Геологические исследования определяют порядок напластования, мощность и состав горных пород, слагающих возможные в будущем площадки строительства, коэффициенты фильтрации горных пород всех разностей. Минимальная глубина разведки – 10 м.

Гидрогеологические исследования определяют уровень залегания грунтовых вод (УГВ) и направление их движения, мощность и уровень залегания водоупора, наличие в нем гидрогеологических окон.

Для расчета параметров нагорных каналов, защищающих полигон от притока поверхностных вод (дождевых и талых), собирают сведения об интенсивности и испаряемости атмосферных осадков и площади их водосбора. С учетом проведенных исследований и собранных фондовых и справочных материалов органами охраны природы и санитарно-эпидемиологического надзора выдается заключение о пригодности выбранного участка под строительство полигона. На основании полученных данных по рассматриваемым участкам составляют «обоснование» и решают вопрос об окончательном выборе участка.

Утверждают (одобряют) Обоснования на основании государственной экспертизы и решения органа исполнительной власти о согласовании размещения объекта. Для выбранного участка разрабатывают рабочий проект полигона, для составления которого разрабатывают исходную документацию:

топографический план местности выбранного участка, выполненный в масштабе 1 : 2000 или 1 : 1000 (в зависимости от площади участка) с нанесением на него горизонталей через 1 м;

топографический план местности участка, отводимого под размещение хозяйственной зоны, инженерных сооружений и внешних коммуникаций, выполняют в масштабе 1 : 500 с горизонталями через 0,5 м (план местности для проектирования внешних коммуникаций может быть выполненным в М 1 : 1000).

При необходимости проводят дополнительные гидрогеологические изыскания.

Проект строительства полигона захоронения ТБО разрабатывается в соответствии с ПП РФ № 87 от 16.02.2008 г. «О составе разделов проектной документации и требований к их содержанию» и включает следующие разделы:

1. Общая пояснительная записка с описанием гидрогеологических условий и обоснованием выбора площадки участка строительства.
2. Генеральный план и транспорт.
3. Технологические решения (расчет вместимости полигона, технологическая схема с учетом очередности строительства, конструкция противofильтрационных экранов, продольный и поперечный разрезы участка складирования, рекомендации по рекультивации участка после закрытия полигона для приема ТБО ит. д.).

4. Организация и условия труда работников (охрана труда).
5. Управление производством и предприятием (режим эксплуатации, расчет потребности в эксплуатационном персонале, машинах и механизмах).
6. Архитектурно-планировочные решения (организация хозяйственной зоны полигона).
7. Инженерное оборудование, сети и системы (системы сбора и удаления фильтрата и биогаза).
8. Организация строительства.
9. Охрана окружающей среды (обоснование санитарно-защитной зоны и организация экологического мониторинга).
10. Инженерно-технические мероприятия гражданской обороны. Мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций.
11. Обоснование инвестиций.

Для обоснования требуемой площади отвода земельного участка под складирование ТБО в первую очередь определяют проектную вместимость полигона. Расчет ведут с учетом удельной обобщенной годовой нормы накопления ТБО на одного жителя (включая ТБО из учреждений и организаций), численности обслуживаемого полигоном населения, расчетной продолжительности эксплуатации полигона, степени уплотнения ТБО в теле полигона.

Накопление ТБО в населенных пунктах рассчитывают по удельной норме их накопления за год на одного жителя. Удельную норму определяют по двум видам источников накопления ТБО: по жилому сектору и общественным зданиям и учреждениям.

Нормы накопления ТБО для различных источников уточняют специальные научные организации (не реже 1 раза в 5 лет). Результаты исследований утверждают органы административной власти населенных пунктов.

Составными элементами полигона являются: подъездная дорога, участок складирования ТБО и хозяйственная зона.

Подъездная дорога соединяет существующую транспортную магистраль с полигоном, проектируют ее для обеспечения двухстороннего движения автомобильного транспорта. Ширину подъездной дороги принимают не менее 6,5 м. На пересечении подъездной дороги с территорией полигона размещают пост контроля въезда мусоровозов на территорию полигона и их обратного выезда.

Участок складирования отходов занимает около 85...95 % территории, отводимой под размещение полигона, в пределах которой формируют свалочное тело в виде усеченной пирамиды.

Свалочное тело полигона желательно формировать с разбивкой на очереди заполнения. Продолжительность заполнения каждой очереди обычно составляет около 3...5 лет.

Участок складирования должен быть защищен от притока поверхностного стока, поступающего с вышерасположенных земельных

массивов. Для перехвата ливневых и талых вод по верхней границе участка проектируют нагорный канал. На расстоянии 1...2 м от нагорного канала устраивают ограждение вокруг территории полигона, включая и хозяйственную зону. Вдоль ограждения по периметру полигона проектируют посадку древесно-кустарниковой растительности. На расстоянии 2...3 м от края основания полигона прокладывают кольцевую автомобильную дорогу шириной не менее 3,5 м, соединяющую участок складирования отходов с подъездной дорогой с обеспечением одностороннего движения мусоровозов.

Потребность в минеральном грунте для выполнения послойной промежуточной и окончательной изоляции отходов, устройства упорных призм удовлетворяется минеральным грунтом, вынимаемым из котлована, устраиваемого в основании проектируемого полигона.

С целью защиты горных пород зоны аэрации и грунтовых вод от загрязнения в котловане устраивают нижний противодиффузионный экран и сооружают дренажную систему для удаления образующегося в свалочном теле фильтрата. Глубину котлована определяют, исходя из потребности в минеральном грунте и положения уровня грунтовых вод. При этом желательно дно котлована размещать на отметке выше уровня грунтовых вод не менее 2 м.

Перед производством земляных работ с поверхности участка, отведенного для складирования отходов, снимают плодородный слой почвы и укладывают его во временные кавальеры, располагаемые вне участка складирования отходов.

Учитывая поочередную схему заполнения полигона, вначале разрабатывают минеральный грунт в котловане 1-й очереди с укладкой его во временный кавальер, располагаемый вне участка складирования, из которого минеральный грунт впоследствии используют для выполнения промежуточной и окончательной изоляции отходов, укладываемых в 4-ю (и 5-ю) очередь(и), и устройства упорных призм. Для выполнения промежуточной изоляции слоев укладываемых отходов в 1-ю очередь и устройства упорных призм используют минеральный грунт, постепенно разрабатываемый в котловане 2-й очереди эксплуатации полигона, при укладке отходов во 2-ю очередь – используют минеральный грунт, разрабатываемый в котловане 3-й очереди и т. д. Заполнение каждой очереди ведут слоями. Толщину каждого укладываемого слоя обычно принимают 2 м, включая толщину слоя послойной изоляции 0,2 м, выполняемого из минерального грунта. Для обеспечения устойчивости высоконагружаемого полигона по его периметру перед укладкой каждого слоя устраивают упорные призмы из минерального грунта высотой 2 м, шириной бермы 3 м и заложением откосов – внешнего $m = 3$ и внутреннего $= 1$.

Лекция №4

Рекультивация загрязненных земель

1. Принципы рекультивации загрязненных земель
2. Рекультивация земель, загрязненных тяжелыми металлами
3. Рекультивация земель, загрязненных нефтепродуктами
4. Детоксикация загрязненных почв
5. Рекультивация земель, загрязненных радионуклидами
6. Рекультивация городских почв

Загрязнение по своей сущности, будет ли оно природным или антропогенным, – это привнесение различных веществ в абиотические и биотические компоненты геосистемы, обуславливающих негативные токсико-экологические последствия для биоты.

Геосистемы становятся загрязненными, когда накопление в них загрязняющих веществ, а также формы их нахождения приводят к следующим последствиям:

- нарушению газовых, концентрационных, окислительно-восстановительных функций биоты, вызывающих утрату ее геохимического самоочищения;

- изменению биохимического состава продукции биоты, вызывающему нарушение жизненных функций цепей в данной геосистеме и за ее пределами при отчуждении биологической продукции;

- снижению биологической продуктивности геосистемы;

- разрушению генофонда, необходимого для ее существования;

- гибели биоты.

Природные процессы также могут вызывать загрязнения, но часто это результат деятельности человека.

Антропогенное загрязнение почв разделяется на:

- коммунальное; – сельскохозяйственное; – промышленное; – военное.

Коммунальное загрязнение связано с функционированием населенных пунктов, при котором в природную среду сбрасывают продукты жизнедеятельности людей в местах их поселения: сточные воды, бытовые отходы, мусор и т. п.

Сельскохозяйственное загрязнение возникает на больших территориях как следствие применения средств борьбы с болезнями и вредителями культурных растений, с сорной растительностью (пестициды, инсектициды, гербициды), при внесении повышенных доз минеральных и органических удобрений.

Сюда же можно отнести загрязнения, полученные при использовании сточных вод, в том числе и промышленных, с целью удобрения и увлажнения, а также при использовании для орошения вод с повышенной минерализацией.

Промышленное загрязнение почвы возникает воздушным путем через атмосферу, с дождем или снегом, парами, аэрозолями, пылью или растворенными тяжелыми металлами и органическими соединениями.

Локальное загрязнение возникает в местах хранения отвалов, отходов, при авариях и т. п.

Военное загрязнение возникает при ведении боевых действий, маневров, испытании боевой техники.

Объектами загрязнения могут быть все компоненты геосистемы: приземные слои воздуха, поверхностные и подземные воды, но основное внимание нужно уделять загрязнению почв по следующим причинам:

– почва, являясь, по определению В. В. Докучаева, наружной оболочкой суши, в первую очередь воспринимает удар от многих загрязнителей, аккумулирует большой объем загрязняющих веществ;

– загрязненная почва, будучи средой обитания сельскохозяйственных растений, предопределяет возможность нарушения их жизнедеятельности, загрязнение продукции и другие связанные с этим последствия;

– почва как активно действующее органоминеральное тело способна значительно трансформировать загрязняющие вещества, связывать их в неподвижные формы и даже разрушать;

– почва, трансформируя потоки влаги и содержащиеся в ней вещества, регулирует в известных пределах загрязнение подстилающих горных пород, подземных и связанных с ними поверхностных вод, т. е. выполняет природоохранную и восстановительную функции.

В качестве основных мероприятий по рекультивации загрязненных земель следует рассматривать те, которые обеспечивают условия самоочищения почвы как за счет развития существующих почвенных процессов, так и за счет инженерно-экологического обеспечения жизнедеятельности микроорганизмов, внесенных в почву для деструкции токсичных веществ.

Процесс самоочищения почвы идет нелинейно, т. е. со временем затухает (нелинейность природных процессов – одно из свойств геосистемы), поскольку деструкция загрязняющих веществ определяется ростом и отмиранием бактерий, функционирующих в условиях уменьшения объема питательной среды.

Особенность подготовительного периода рекультивации загрязненных земель – проведение исследований по установлению источников и причин загрязнения, выполнение мероприятий по снижению выбросов, локализации или ликвидации источника загрязнения.

Существенный опыт по рекультивации загрязненных земель радионуклидами накоплен в зонах радионуклидного загрязнения вследствие аварии на Чернобыльской АЭС.

Интенсивно ведутся поиски способов и для рекультивации земель, загрязненных другими токсичными веществами.

Однако до сих пор остается открытым вопрос о своевременности проведения рекультивации, а точнее – о значимом нормативном уровне загрязнения, при котором необходимо начинать эту работу.

Имеющиеся нормативные документы не согласуются друг с другом и даже противоречивы.

В то же время отсутствие обоснованных нормативных документов по оценке загрязненности земель не должно быть преградой для проведения рекультивации как одного из способов природообустройства, обеспечивающего требуемое качество жизни населения, получения качественной сельскохозяйственной продукции и поддержания устойчивости геосистем.

Для оценки загрязненности почв в качестве критериев используют соотношение содержания химического вещества с его предельно допустимым (ПДК) или фоновым значением в почве и суммарный показатель химического загрязнителя.

Содержание загрязнителя при каждом уровне загрязнения почв завязывает от токсичности вещества.

При загрязнении *кадмием* при рН суглинистой и глинистой почвы более 5,5 допустимый уровень менее 2, низкий – 2–3, средний – 3–5, высокий – 5–10, очень высокий – более 10 мг/кг; *цинком* при тех же почвенных условиях: допустимый уровень – менее 220, низкий – 220–450, средний – 450–900, высокий – 900–1800, очень высокий – более 1800 мг/кг.

Загрязненные почвы следует рекультивировать при низком уровне их загрязнения, когда начинает проявляться токсикологическое подавление биоты.

Для среднего и высокого уровней загрязнения, граничащих с чрезвычайной экологической ситуацией, набор методов и способов рекультивации одинаков, различия заключаются лишь в объемах и продолжительности работ.

При очень высоком уровне загрязнения, соответствующем угрозе разрушения функционирования геосистем, требуются методы и способы сдерживания и ограничения деградации иерархической структуры геосистем, создаются условия для восстановления утраченных природных объектов и их связей.

Поэтому загрязнение почв для целей рекультивации оценивают по трем уровням:

- а) 1-й – низкий уровень (относительно удовлетворительная ситуация);
- б) 2-й – средний и высокий (чрезвычайная экологическая ситуация);
- в) 3-й – очень высокий (экологическое бедствие).

Каждому уровню загрязнения почв соответствует уровень рекультивации, опирающийся на систему мер предыдущего уровня.

Для 1-го уровня загрязнения рекультивация имеет предупредительное и оздоровляющее назначение.

На этом уровне регулируют подвижность и трансформацию загрязняющих веществ, поддерживают или повышают плодородие почвы, применяют мероприятия почвозащитного земледелия; проводят

агромелиорацию и фиторекультивацию, культивируют устойчивые к загрязнению растения.

Здесь же рассматривают возможные варианты снижения, стабилизации или повышения уровня загрязнения от выявленных источников, а в рамках пилотных проектов или опытно-производственных испытаний отработывают способы рекультивации для конкретных условий.

Для почв 2-го уровня загрязнения, имеющих статус чрезвычайной экологической ситуации, создают инженерно-экологические системы, предназначенные для управления техноприродными процессами на больших территориях, очищают почвы с помощью биодеструкторов и проводят мероприятия 1-го уровня.

На почвах, относящихся к 3-му уровню загрязнения, проводят следующие мероприятия:

- осуществляют санитарно-гигиеническую рекультивацию;
- создают инженерно-экологические системы;
- заменяют или полностью ликвидируют отдельные участки загрязненных компонентов геосистемы;
- восстанавливают биологические и геологические круговороты вещества.

Например, взамен ликвидируемого и утилизируемого почвенного слоя, загрязненного радиоактивными веществами, создают рекультивационный слой, соответствующий санитарным требованиям, с помощью очистных сооружений восстанавливают химический состав поверхностных вод и т. д.

Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических элементов в пищевых продуктах представлены в табл. 1.

Таблица 1 – ПДК химических элементов в пищевых продуктах

Пищевые продукты	Свинец	Кадмий	Мышьяк	Ртуть	Медь	Цинк
Зерновые	0,5	0,1	0,2	0,03	10	50
Овощи	0,5	0,03	0,2	0,02	5	10
Фрукты	0,4	0,03	0,2	0,02	5	10
Мясо и птица	0,5	0,005	0,1	0,03	5	70
Чай	10	1,0	1,0	0,1	100	–

Инженерно-экологическая система – это постоянно или длительное время действующий в управляемом режиме комплекс следующих сооружений и мероприятий:

- по восстановлению естественной самоочищающей способности компонентов геосистем;
- снижению до допустимых норм поступления в них загрязняющих веществ;

- активному удалению этих веществ;
- локализации очагов загрязнения;
- обеспечению экологически безопасного существования биоценозов и человека.

2. Рекультивация земель, загрязненных тяжелыми металлами

К тяжелым металлам относят свинец, цинк, медь, хром, кобальт, марганец, молибден, сурьму, мышьяк, ртуть, титан, ванадий, стронций, олово, кадмий и др.

Антропогенное загрязнение почвы тяжелыми металлами происходит вокруг металлургических, химических и других заводов, около шоссе и дорог.

В борьбе с таким загрязнением почвы важнейшее значение имеют предупредительные мероприятия:

- совершенствование технологий производства без выброса отходов в атмосферу;
- глубокая очистка сточных и природных вод;
- применение замкнутых водооборотных систем на обогатительных фабриках и др.

Загрязнение почв тяжелыми металлами приводит к образованию кислой или щелочной реакции почвенной среды, к снижению обменной емкости катионов, к потере питательных веществ, к изменению плотности, пористости, отражательной способности, развитию эрозии, дефляции, к сокращению видового состава растительности или к ее полной гибели.

Прежде чем начать рекультивацию таких земель, необходимо установить источник и причины загрязнения, провести мероприятия по снижению выбросов, локализации или ликвидации источника загрязнения.

Ориентиром при составлении перечня работ по рекультивации земель в первую очередь служит приоритетное вещество, вызывающее ухудшение экологического состояния почв и качество сельскохозяйственной продукции, а ожидаемую подвижность других опасных веществ регулируют специальными или комплексными мероприятиями.

Рекультивацию земель, загрязненных тяжелыми металлами, осуществляют следующими способами.

Культивирование устойчивых к загрязнению культурных и дикорастущих растений. На загрязненных землях сельскохозяйственного назначения проводят реорганизацию и переориентацию сельскохозяйственного производства за счет введения новой структуры растениеводства, обеспечивающей получение качественной продукции.

В зонах с чрезвычайной экологической ситуацией (вторая группа рекультивации), имеющих многоэлементный набор загрязнителей, целесообразно переходить с производства овощей на введение зернокармливых севооборотов и развитие животноводства с особым режимом содержания животных, например, стойловым с применением кормления разбавленными

кормами или с выгоном путем чередования пастбы на загрязненных и чистых лугах.

Обычно больше тяжелых металлов накапливается в вегетативных органах, меньше – в регенеративных.

С учетом конкретных условий на почвах, загрязненных тяжелыми металлами, можно выращивать следующие устойчивые культуры: зерновые колосовые, злаковые травы, картофель, капусту, томаты, хлопчатник, сахарную свеклу.

Рекультивация почв с помощью растений, способных накапливать тяжелые металлы в вегетативных органах (фитореккультурация). Установлено, что дерево, растущее вдоль автомобильной дороги, за вегетационный период способно накапливать в себе свинец в количестве, соответствующем его содержанию в 130 кг бензина. Поэтому в населенных пунктах с загрязненными районами листовой опад целесообразно собирать и утилизировать.

Для очистки почв от цинка, свинца и кадмия необходимо выращивать большой горец, от хрома – горчицу, от никеля – гречиху и т. д.

При загрязнении радиоактивными изотопами можно использовать вику, горох, люцерну, махорку. Применяют также рапс, который в последующем идет на производство машинных масел.

При загрязнении радиоактивными изотопами можно использовать вику, горох, люцерну, махорку. Применяют также рапс, который в последующем идет на производство машинных масел.

Регулирование подвижности тяжелых металлов в почве. Поглощение тяжелых металлов растениями зависит от подвижных форм их в почве.

Почвы, тяжелые по гранулометрическому составу и высокоплодородные, содержат меньше подвижных форм тяжелых металлов, чем почвы легкие и малопродуктивные.

Многие из металлов, относящихся к первому классу опасности, в нейтральной почвенной среде образуют труднорастворимые соединения, а в кислой – легкорастворимые. Кадмий наиболее подвижен в кислой среде и слабо подвижен в нейтральной и щелочной средах. К подвижным в кислой среде относятся химические соединения, содержащие катионы цинка, меди, свинца, кадмия, стронция, марганца, никеля, кобальта и др. К подвижным в нейтральной и щелочной средах – молибден, хром, мышьяк, ванадий, селен.

В районах с высокой автотранспортной нагрузкой и с промышленными предприятиями, связанными с сжиганием угля, нефти и производством стали, в атмосферном воздухе возрастает содержание оксида азота, диоксида азота, диоксида серы, что приводит к образованию кислотных дождей и повышению кислотности поверхностных вод и почв. На таких территориях создается опасность загрязнения продукции растениеводства, приусадебных участков и лесных угодий кадмием, свинцом, ртутью, медью и другими растворимыми в кислой среде токсичными элементами.

В растения тяжелые металлы поступают по степени их подвижности: кадмий – свинец – цинк – медь.

Подвижность соединений тяжелых металлов в почве регулируют с помощью известкования, гипсования, внесения органических и минеральных удобрений, землевания (внесение глины или песка), которые делают тяжелые элементы безвредными.

Регулирование соотношения химических элементов в почве. В основе этого способа лежит антагонизм и синергизм химических элементов, т. е. когда один элемент препятствует или способствует поступлению другого в растение, *например*, цинк препятствует поступлению ртути, а избыток фосфора приводит к снижению токсичности цинка, кадмия, свинца и меди; присутствие кальция может создать для одних металлов антагонистические, а для других синергические условия: в плодородной почве цинк и кадмий противостоят закреплению меди и свинца, а в малоплодородной процесс может развиваться в обратном направлении.

Создание рекультивационного слоя, замена или разбавление загрязненного слоя почвы. Его можно проводить по сложной многослойной схеме, которая представляет собой последовательное формирование на загрязненной поверхности многослойной структуры (известь, глинистый экран, песок, суглинистый или супесчаный грунт, почвенный слой), а также по однослойной и двухслойной схеме путем нанесения почвы или потенциально плодородной породы на предварительно экранированную или неэкранированную загрязненную поверхность.

Разбавление загрязненного слоя проводят землеванием чистой почвы с последующим смешиванием, а также с помощью глубокой вспашки, когда верхний загрязненный слой перемешивается с чистым нижним слоем.

Глубокая вспашка на почвах с мощным гумусовым горизонтом в 5–10 раз снижает поступление радионуклидов в растение.

Возможны также снятие загрязненного слоя и его утилизация или снятие загрязненной почвы с последующей очисткой на специальном полигоне и возвращением обратно, но это актуально для небольших участков, так как является очень дорогостоящим способом рекультивации.

Использование активных биологических средств заключается в культивировании на загрязненных землях живых организмов, способных аккумулировать в себе тяжелые металлы, включая радионуклиды. Один из представителей таких организмов – дождевые черви.

Механизм очистки почвы основан на трофической связи дождевых червей и почвенных микроорганизмов. Последние (оксиданты и низшие грибы) переводят тяжелые металлы в ионную форму или сорбируют их поверхностью своего тела.

Дождевые черви, пропуская через себя почвенный субстрат, накапливают в себе часть этих металлов, а выработанные ими гуминовые кислоты образуют труднорастворимые соединения с помощью специальных приманок и

создания очагов наиболее благоприятных условий дождевых червей изымают из почвы.

Загрязненные земли 2-го и 3-го уровней загрязнения, охватывающие большие территории, очищают, создавая инженерно-экологические системы, которые обеспечивают:

- существенное сокращение выбросов предприятиями (*технологический барьер*);

- локализацию очагов загрязнения, не допускающую распространения загрязняющих веществ по территории и вглубь: управление водными миграционными потоками путем соответствующей организации поверхностного стока, создания ливневой канализации дренажных систем с очисткой местного стока различными сорбентами, биоплато и т. п. (*гидрохимический барьер*);

- строгое дозирование химических средств защиты растений, оптимальное регулирование питательного и кислотного режимов почвы (*агрохимический барьер*);

- создание рекультивационного слоя, замена или разбавление загрязненного слоя почвы и др.

Первое место среди мер по борьбе с загрязнениями опасными веществами при их высокой концентрации занимает захоронение их в подземных структурах, надежно изолированных водоупорами от водоносных горизонтов и не имеющих связи с прилегающими территориями.

Мох и лишайник обладают высокими поглощающими свойствами по отношению к тяжелым металлам.

Положительное действие на урожай оказывает внесение в почву, особенно в подпочвенные горизонты, измельченной соломы в смеси с селитрой.

Ведется разработка сорбентов тяжелых металлов, способных поглощать и связывать в недоступные для растений формы (ВНИИГиМ запатентовал сорбент-мелиорант Сорбекс на базе сапропеля – 65 %, цеолита – 25 % и сульфата алюминия – 10 %).

3. Рекультивация земель, загрязненных нефтепродуктами

При ежегодной мировой добыче нефти в количестве 2,5 млрд. т в год теряется около 50 млн. т, или примерно 2 %.

Загрязнение земель и вод происходит при добыче нефти, транспортировании нефти и ее продуктов, переработке, хранении, заправке машин топливом, в результате аварий, утечек, протечек, испарения.

Опасны не только крупные аварии на водном и железнодорожном транспорте, при прорыве нефтепроводов, но и мелкоочаговые загрязнения вокруг многочисленных мелких баз хранения и распределения топливно-смазочных материалов, топливозаправочных станций, при хранении и ремонте техники.

Мероприятия по рекультивации почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами, необходимо назначать с учетом санитарно-гигиенических норм и оценки экологической обстановки территорий (рис. 1).

Для земель сельскохозяйственного назначения принято следующее содержание их в почве, мг/кг:

- 1-й уровень рекультивации (низкий уровень загрязнения нефтью и нефтепродуктами) – 300–1000;
- 2-й (средний и высокий уровни загрязнения) – 1000–5000;
- 3-й (очень высокий уровень загрязнения) – более 5000.

Для земель несельскохозяйственного назначения, мг/кг:

- 1-й уровень – 1000–5000;
- 2-й уровень – 5000–10000;
- 3-й уровень – более 10000.



Рис. 1. Рекультивация земель, загрязненных нефтью и нефтепродуктами

Состав работ 1-го уровня рекультивации направлен на активизацию почвенных микроорганизмов по деструкции углеводов.

Сюда входят:

- рыхление почвы и внесение извести, гипса, высоких доз органических и минеральных удобрений с последующей заправкой;
- создание мульчированной поверхности из высокопитательных смесей;
- посев нефтетолерантных растений повышенными нормами;
- возможное применение составных мелиорантов: NPK + навоз; NPK + известь; NPK + известь + навоз.

В процессе рекультивационных работ 2-го уровня выполняют следующее:

- заменяют загрязненный слой способом смешивания замазученных и чистых слоев почвы;
- вносят органоминеральные и бактериальные активаторы (керамзитовые окатыши, навоз, биодеструкторы),
- устраивают поглотительно-экранирующие слои под загрязненным слоем из минеральных грунтов и извести.

Почвы с высоким уровнем загрязнения направляют на переработку с целью добычи извлекаемой части нефтепродуктов, после чего их рекультивируют в стационарных или полевых условиях.

Одним из приоритетных способов очистки почв от нефтепродуктов является использование биодеструкторов.

Их эффективность обеспечивается активностью микроорганизмов по отношению к углеводородам в условиях хорошей аэрации почв, благоприятного водного, температурного и питательного режимов почв.

Так, благодаря действию таких препаратов содержание нефтепродуктов в почве за 10 сут может снизиться на 30 %.

По мере снижения загрязненности почвы применяют мероприятия 1-го уровня рекультивации.

Возможная схема агробиологических рекультивационных работ:

1-й год – рыхление загрязненной почвы для освобождения ее от легких углеводородов и стимулирования биохимических процессов;

2-й год – применение биодеструкторов и регулирование для этой цели питательного и водного режимов почв;

3-й и последующие годы – выращивание устойчивых культур для получения качественной продукции.

Рекультивацию земель, входящих в зону чрезвычайной экологической ситуации или экологического бедствия (2-й и 3-й уровни), проводят как систему мероприятий в составе инженерно-экологической системы.

С помощью управляемой инженерно-экологической системы (рис. 2) в течение длительного периода (нескольких десятков лет) осуществляются следующие функции:

– предотвращается распространение неизвлекаемой части нефтепродуктов из залежи в городские водозаборы и реки;

– регулируется концентрация легких углеводородов в зоне аэрации и снижается пожароопасная обстановка;

– обеспечивается на основе экологического мониторинга управление гидрохимическими и биологическими режимами почв, грунтов подземных и поверхностных вод.

Основу инженерно-экологической системы могут составлять:

– дамба обвалования;

– стена в грунте;

– нагнетательные скважины;

– горизонтальный и вертикальный дренажи;

– добывающие скважины;

– мероприятия по рекультивации загрязненных земель.

– мероприятия по технической и биологической рекультивации загрязненных земель.

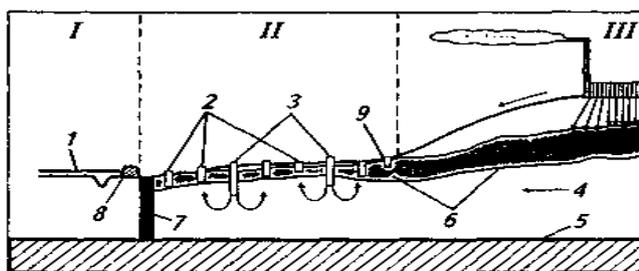


Рис. 2. Схема управляемой инженерно-экологической системы по восстановлению компонентов природной среды в зоне действия предприятий нефтехимической промышленности: I – зона реки; II – зона рекультивации загрязненных земель, локализации и ликвидации загрязнения от нефтепродуктов; III – зона нефтехимических предприятий; 1 – паводковый уровень воды в реке; 2 – добывающие скважины; 3 – скважины для подачи воды в водоносный пласт; 4 – приток подземных вод; 5 – водоупор; 6 – загрязнение нефтепродуктами; 7 – противодиффузионная завеса; 8 – оградительная дамба; 9 – нагорно-ловчий канал

Мероприятия и функции управляемой системы:

- устройство дамбы обвалования и проведение мероприятий по организации поверхностного стока защитят загрязненную территорию от затопления во время паводка и предотвратят поверхностный смыв нефтепродуктов;

- собранный поверхностный сток после предварительного биодеструктирования и доочистки будет отводиться в водотоки или использоваться в водооборотных системах промышленных предприятий;

- строительство стены в грунте по контуру нефтяной залежи или в зоне разгрузки загрязненных потоков прекратит дальнейшее продвижение загрязненных подземных вод.

4. Детоксикация загрязненных почв

Детоксикация почв, загрязненных пестицидами. Система земледелия представляет собой научно обоснованный комплекс приемов по возделыванию сельскохозяйственных культур, все элементы которого максимально учитывают и реализуют почвенно-климатические, материально-технические и трудовые ресурсы конкретного природного региона. Основными элементами системы земледелия являются: научно обоснованные севообороты, способы обработки почвы, технологии применения удобрений и средств защиты растений от вредного воздействия, мелиоративные мероприятия и другие.

Одним из источников загрязнения окружающей среды является применение ядохимикатов в сельском хозяйстве, поскольку не существует нетоксичных для человека пестицидов.

К пестицидам относят органические и неорганические соединения, применяемые для борьбы с вредителями и болезнями растений, сорняками, а

также для ускорения созревания регенеративных органов ряда культур, убираемых машинами. В мире на 1 га в среднем вносят 300 г химических средств защиты растений.

Основным элементом пестицидов является биологически деятельное (активное) вещество, которое определяет способ воздействия на уничтожаемые организмы. Активное вещество является химическим соединением с высокой активностью по отношению к этим организмам. Средства защиты растений включают в себя обычно одно или несколько активных веществ, а также так называемые нейтральные элементы, т. е. вещества, усиливающие эффективность активных веществ. Нейтральные элементы могут составлять в препарате защиты растений более 50 %. К сожалению, их химический состав обычно не указывается производителем. Не всегда они бывают нетоксичными и, поступая в природную среду, представляют собой ненужный балласт, который может проникать в пищу и корм.

Химические средства защиты растений чаще всего вызывают расстройство физиологических процессов в живых организмах, в основном блокированием активности соответствующих ферментов. Кроме воздействия на жизненные процессы организмов, которые уничтожают, они влияют (например, гербициды и фунгициды) на людей и животных. Это вызывает отравления при попадании в организм в чрезмерном количестве. Активные вещества из-за сложного химического строения имеют пространственные химические названия, поэтому в сельскохозяйственной практике часто применяются обычные международные упрощенные названия.

Пестициды применяют: путем опрыскивания, аэрозолирования, фумигации (газирования). Кроме этого широко применяется протравливание семян (сухим, полусухим – суспензией, мокрым способом, инкрустированием, капсулированием). Достаточно часто используют пестициды путем опыливания, внесения в гранулированном виде в прикорневую зону растений. Особенно опасными являются фумиганты (средства защиты растений, действующие газовым путем), поэтому применять этот прием должны только специальные группы.

Главное место среди средств защиты растений занимают инсектициды и гербициды. Особенно опасными для окружающей среды являются инсектициды хлорорганические (производные углеводородов хлорированных). Многие из них стали классифицированными постоянными органическими загрязнителями.

Гербициды по химическому составу являются очень разнообразной группой средств защиты растений. По действию на растения они бывают тотальными, которые уничтожают все виды растений, или селективными, воздействующими только на определенные виды нежелательных растений.

У многих пестицидов есть способность отлагаться в жирах животных и людей вследствие их хорошей растворимости в жирах. В связи с этим большое их количество проникает даже в молоко. В жировых тканях травоядных

животных их содержание обычно ниже, чем у хищных зверей, особенно свободноживущих.

Остатки средств защиты растений попадают в организм человека в основном с пищей, особенно после принятия в пищу рыбы и морских ракообразных. Большое их количество находится в молоке и молочных продуктах, мясе, яйцах, зерновых и овощах. Они могут вызывать расстройства у людей и животных: снижение рождаемости, увеличение заболеваемости, особенно детей и молодежи, теми болезнями, которые обычно обнаруживаются в более поздние годы, а также людей с меньшей восприимчивостью к болезням, беременных женщин и пожилых людей. В основном они вызывают новообразования, а также расстройство иммунной и гормональной систем. Некоторые пестициды вызывают аллергию и приводят к астме. Симптомы отравления средствами защиты растений могут быть очень разнообразными: от легкого раздражения до смерти включительно.

Не все остатки пестицидов влияют на живые организмы одинаково. Более токсичными являются хлорорганические пестициды, в большинстве своем приводящие к возникновению новообразований, болезням кожи, ишемии, атеросклерозу, гипертонии и сахарному диабету. В случае острых отравлений они поражают нервную и дыхательную системы, вызывают опухоль легких, а впоследствии смерть. Более легкие (подострые) отравления приводят к расстройству координации движений и слуха, при длительных отравлениях наблюдаются головные боли, психические расстройства и общее ослабление организма. Токсическое воздействие хлорорганических инсектицидов связано, прежде всего, с расстройством основных функций клетки, нервной ткани, а также структур клеточных оболочек. Прежде всего подвергаются токсическому воздействию центральная нервная система и некоторые внутренние органы, особенно печень. Эти соединения легко проникают через барьер кровь – плацента, т. е. человеческий организм подвергается их влиянию от момента зарождения. Некоторые расстройства здоровья ребенка могут быть результатом влияния на организм будущей матери негативных воздействий во время беременности, а также кормления грудью.

Влияние остатков пестицидов на людей и животных зависит от свойств активных веществ отдельных средств защиты растений. Уменьшения действия угрозы со стороны пестицидов можно добиться, соблюдая правила их применения, а также используя экологические средства защиты сельскохозяйственных культур. В оценке прогресса защиты растений одним из самых важных показателей является ограничение использования средств с низкими величинами LD₅₀ (в основном зооцидов), т. е. пестицидов с большой токсичностью.

Почвы, загрязненные остаточным количеством пестицидов, оценивают, сравнивая исходное содержание их с санитарно-гигиеническим нормативом (ПДК). Так, ПДК составляет, мг/кг почвы: для Атразина – 0,01, ДДТ – 0,1, Линурана – 1, Купроцина – 1, Симазина – 0,01.

Физические методы включают промывку почв водой, в том числе с применением поверхностно-активных веществ, и бактериальную промывку.

Химические методы включают обработку почвы кислотами, щелочами, разными растворителями, позволяющими извлекать токсичные вещества и добиваться их разложения.

Биотехнологические методы включают два приема: активизацию аборигенной микрофлоры почвы и внесение адаптированных к загрязнителю штаммов микроорганизмов-деструкторов.

Локально сильно загрязненные почвы очищают на специальных полигонах путем обработки химическими веществами, для очистки от пестицидного загрязнения эффективен прием компостирования.

Получает распространение биологический метод детоксикации загрязненных почв путем выращивания растений-гиперконцентраторов тяжелых металлов со сжиганием биомассы в топках.

Термические методы включают выемку загрязненной почвы и ее обработку на термических установках заводского типа (сжигание, обработка инфракрасными лучами и др.).

Так, в течение 2012 г. под эгидой Глобального экологического фонда завершена ликвидация Слонимского лесного хранилища пестицидов, содержащих ртуть, которые в количестве 1870 т в специальных бочках были отправлены в Германию, где вместе с тарой сожжены в специальных высокотемпературных печах. Общая стоимость проекта составила 3,5 млн. долл. Этот опыт планируется применять для утилизации пестицидов и на других белорусских хранилищах (Поставском, Городокском, Петриковском).

Технологии обезвреживания стойких органических соединений в почве. Стойкие органические загрязняющие вещества (СОЗ) – органические токсические загрязняющие вещества и смеси, существующие длительное время в биосфере и благодаря этому своему качеству оказывающие сильное негативное воздействие на живые организмы.

Большинство синтетических органических соединений появилось в XX столетии. Из тысячи известных токсичных загрязнителей окружающей среды около половины содержат хлор. Хлор используют при производстве пластмасс, например, ПВХ; при производстве четыреххлористого углерода и различных растворителей; в процессе отбеливания бумаги и для очистки питьевой воды.

СОЗ – это многочисленные соединения (различные краски, дезинфицирующие средства, добавки в пластмассы, металлоорганические соединения и пестициды, попадающие в окружающую среду в больших количествах).

Стойкие органические загрязнители плохо разрушаются, все более широко распространяются в окружающей среде, обладают способностью накапливаться в жировых клетках живых организмов и в богатых углеродом системах, которыми являются почва и донные отложения, токсичны для человека и природы. Чем холоднее климат, тем меньше они испаряются, в результате чего накапливаются в почве и других объектах окружающей среды. СОЗ способны мигрировать во всех составляющих биосферы – и в воде, и в

воздухе, и в почве. Выброс в атмосферу может привести к попаданию веществ с осадками в водоемы и на почву, испаряясь с поверхности воды, снова оказываются в воздухе и так далее, образуя замкнутый круг, разорвать который весьма сложно. Таким образом, никакое государство не застраховано от поступления СОЗ с водными и воздушными массами с сопредельных и даже значительно удаленных территорий, поэтому они присутствуют повсеместно.

На сегодняшний день последствия химической революции для человечества очевидны: от пластиковых изделий до пестицидов. Многие из этих синтетических соединений помогли увеличить уровень производства продуктов питания, защитили здоровье людей, сделали возможным существование удобств современной жизни. Но за успехи заплачена большая цена. В организме каждого из нас сейчас содержится приблизительно 500 антропогенных химических веществ – потенциальных ядов, которые не существовали до 1920 г. Многие из них – СОЗ, среди которых диоксины, дихлордифенилдиоксетин (ПХБ) и полихлорированные бифенилы (ДДЭ) – высокостойкий про-дукт разложения ДДТ.

Путь перемещения стойких органических загрязнителей в природе таков. Источник → воздушная среда → вода → почва → растения → молочный скот → молочные продукты → человек → грудное молоко кормящей матери → новорожденный ребенок. Именно последний, т. е. новорожденный ребенок оказывается основным потребителем этих супертоксинов, поскольку на каждом этапе пищевой цепочки происходит многократное нарастание концентрации токсикантов. Все они очень разные, и для начала необходимо было выбрать минимальную группу наиболее опасных соединений, устранение которых приветствовалось бы большинством стран мира. Из этих 60 тысяч особо опасных химических веществ было выбрано 12 стойких органических загрязнителей (СОЗ), так называемая «грязная дюжина». Именно эти 12 СОЗ стали предметом Конвенции, принятой в мае 2001 г. в Стокгольме и получившей название Стокгольмской конвенции.

Воздействие на загрязнение осуществляется в разных формах.

Первой из них является уничтожение загрязнителя в результате полного биологического или (и) физико-химического разложения (например, воздействие высокой температуры при термической обработке).

Вторая форма – удаление загрязнения. Имеет место в процессе межфазного переноса – мобилизации и высвобождения из природной матрицы (например, при его вымывании или сорбции) или в процессе концентрирования и извлечения (например, при физической сепарации), а также при использовании комбинации методов (например, биологических и химических).

Третья форма представляет собой возврат загрязнителя в технологический цикл и является, очевидно, «предельной» формой удаления загрязнения.

Четвертая – стабилизация загрязнения, при которой оно остается в почве, но принимает менее подвижную или менее токсическую форму. Иногда

стабилизацию осуществляют в некоторой комбинации биологических, химических и физических процессов (т. е. применяют «цепочку» обработки).

Пятая – герметизация загрязнения: когда загрязненная природная матрица изолируется некоторым способом, который предотвращает воздействие загрязнителя на ближайшее окружение загрязненного участка.

Шестая – иммобилизация, при которой загрязнения переводят в менее доступные соединения в некотором процессе переноса или при добавлении иммобилизирующих реагентов.

По способу применения технологии обработки загрязненного участка могут быть следующими:

- загрязненный участок обрабатывается на месте (отсутствует изъятие загрязненной почвы);

- обработку изъятых загрязненной земли производят на специальном оборудовании;

- производят выкапывание загрязненной почвы и обрабатывают ее на той же территории;

- производят выкапывание и транспортировку загрязненной почвы на специальный участок для очистки или регулируемого захоронения.

В зависимости от применяемых процессов технологии бывают: биологические, физические, химические, физико-химические, термические; комбинированные.

Биологические технологии. Основой биоразложения загрязняющих веществ является метаболическая активность микроорганизмов. Биоразложение завершается полной минерализацией или частичным разложением как в аэробных, так и в анаэробных условиях. Чтобы ускорить биоразложение, прибегают к стимулированию природных микроорганизмов.

Виды технологий биологического восстановления: бионасыпи, биовосстановление в жидкой фазе с образованием биовзвеси, компостирование; биовентиляция, усиленное биовосстановление, отслеживаемое естественное ослабление загрязнения (его рассеяние и разложение), фитовосстановление.

Физические и физико-химические технологии. Особенности: используются физические свойства загрязнителей или загрязненной среды; запускается физический механизм фазового переноса загрязнения; никакой модификации химической структуры загрязнителя не происходит.

Преимущества заключаются в том, что обрабатывается множество загрязнителей, применимы ко всем средам, более низкая относительная стоимость.

При использовании *химических технологий* химическая структура, а вслед за этим поведение загрязнения изменяются в химических реакциях. Характеризуются быстротой обработки, возможностью уничтожения множества загрязнителей, применимы ко всем средам.

Виды физических и химических технологий: 1) система регулируемого захоронения загрязненной почвы с ее укрыванием; 2) химическое

дегалогенирование почвы; 3) электрокинетическое восстановление почвы; 4) экстракция почвы паром; 5) промывание почвы на месте загрязнения; 6) отмывание извлеченной почвы; 7) окисление загрязнений в извлеченной почве водой в сверхкритическом состоянии; 8) экстракция извлеченной почвы растворителем; 9) использование сольватированных электронов при обработке извлеченной почвы; 10) удаление токсикантов обработкой извлеченной почвы на солнечном свете; 11) отверждение или стабилизация загрязненной почвы.

Типы термических технологий: 1) системы сжигания; 2) системы термической десорбции; 3) пиролиз; 4) системы, использующие плазменную дугу; 5) остекловывание.

5. Рекультивация земель, загрязненных радионуклидами

Радиация относится к тем факторам физиологического воздействия на организм человека, для восприятия которых у него отсутствуют рецепторы. Ни увидеть, ни услышать, ни почувствовать ее на ощупь или на вкус он просто не в состоянии. Радиация – это природный фактор, от которого не спрячешься.

Единицей воздействия радиации на вещество является поглощенная доза, которая измеряется в греях (1 Дж/кг). Для биологических объектов используется понятие «эквивалентная доза», которая учитывает меру биологической радиации на живые организмы, измеряемую в зивертах (Зв). Она равна поглощенной дозе, умноженной на соответствующий коэффициент (свой для каждого органа), для упрощения принимаемый равным единице.

Суммарная доза облучения конкретного индивида состоит из многих составляющих (табл. 3).

Первые нормы радиационной безопасности Беларуси были приняты в 2000 г., в которых предел дозы техногенного облучения для населения был установлен на уровне 1 мЗв в год. Считается, что такая доза техногенного облучения полностью гарантирует отсутствие вредных последствий для организма человека.

В результате чернобыльской аварии около 70 % радиоактивных веществ, выброшенных в атмосферу, выпало на территории Беларуси.

Загрязнено 23 % всей площади, где проживало 2,2 млн. человек. Загрязнению с плотностью выше 1 Ки/км² по цезию-137 подверглось более 1,8 млн. га сельскохозяйственных земель, из которых 265 тыс. га исключены из сельскохозяйственного оборота. Выведены преимущественно земли с плотностью загрязнения цезием-137 свыше 40 Ки/км², стронцием-90 – свыше 3, плутонием – свыше 0,1 Ки/км² в связи с превышением предельных дозовых нагрузок на население и сложностью получения сельскохозяйственной продукции с допустимым уровнем загрязнения радионуклидами.

Т а б л и ц а 3. Радиация в повседневной жизни, мкЗв/год

Показатели	Доза
Среднее фоновое облучение жителя Земли	2400
Радоновые ванны за сеанс	14

Рентгенография грудной клетки за процедуру	50
Рентгенографическое исследование желудочно-кишечного тракта за процедуру	600
Компьютерная томография грудной клетки за процедуру	6900
Стандартная доза облучения населения, живущего вблизи АЭС, в год	50
Перелет в самолете из Минска в Нью-Йорк и обратно	200
Бразилия, пляжи курорта, в год	9700
Предельная доза облучения, разрешенная для лиц, участвующих в ликвидации аварии, в год	250000

В преодолении последствий чернобыльской катастрофы основное внимание направлено на загрязненные земли, где проживает население. Сельскохозяйственное производство ведется на 1,3 млн. га, загрязненных цезием-137 с плотностью 1 – 40 Ки/км², из которых 0,46 млн. га одновременно загрязнены стронцием-90 с плотностью 0,15–3,0 Ки/км². Основные массивы загрязненных пахотных и луговых земель сосредоточены в Гомельской (57 %) и Могилевской (27 %) областях. В Брестской, Гродненской и Минской областях доля загрязненных земель составляет соответственно 7, 4 и 5 %.

Вместе с тем известно, что до определенного содержания радионуклидов в почве на ней можно выращивать чистую сельскохозяйственную продукцию, не приносящую вреда для животных и людей. Ведение сельского хозяйства на землях, подверженных радиоактивному загрязнению, регламентируется Руководством по ведению агропромышленного производства в условиях радиоактивного загрязнения земель Республики Беларусь. По накоплению радиоцезия на единицу сухого вещества установлен следующий убывающий ряд: разнотравье естественных сенокосов и пастбищ, многолетние злаковые травы, клевер, зеленая масса рапса, гороха, солома овса, зеленая масса кукурузы, кормовая свекла, зеленая масса однолетних бобово-злаковых травостоев, солома озимой ржи, зерно овса, картофель, солома ячменя, зерно озимой ржи, зерно ячменя.

Снижение уровней загрязнения сельскохозяйственной продукции достигается путем осуществления агротехнических, культуртехнических, агромелиоративных и мелиоративных мероприятий. Обыкновенная вспашка загрязненных радионуклидами земель уменьшает внешнее облучение в три раза, а запашка верхнего загрязненного радионуклидами слоя на глубину 0,25–0,4; 0,4–0,6; 0,6–0,8 м снижает загрязненность сельскохозяйственной продукции соответственно в 1,7; 2,0 и 10 раз и в значительной мере уменьшает внешнее облучение.

Захоронение внешнего загрязненного радионуклидами слоя на глубину 1,1 м полностью ликвидирует внутреннее и внешнее облучение.

При загрязнении радионуклидами пахотного слоя понижение уровня грунтовых вод (УГВ) с глубины 0,5 м и менее до глубины 0,9–1,2 м уменьшает загрязнение сельскохозяйственной продукции на 65–80 % (до 3–5 раз). При дальнейшем понижении УГВ до 2,0 м уменьшение составляет только 35–50 %

(до 1,5–2 раз) от первоначальной величины загрязнения. Переувлажнение загрязненного пахотного слоя приводит к увеличению содержания радионуклидов в сельскохозяйственной продукции до 3 раз, а осушение до оптимальной влажности – к уменьшению до 3 раз (табл. 8.4). Применение калия и кальция (аналогов цезия и стронция) путем доведения их содержания в загрязненном слое до оптимальных норм уменьшает загрязнение сельскохозяйственной продукции радионуклидами в 2–4 раза.

При выборе первоочередных объектов рекультивации в зоне загрязнения следует отдавать предпочтение чистым или с низким уровнем загрязнения территорий.

При этом на находящихся вблизи или внутри объектов участках с высоким уровнем загрязнения должны обязательно проектироваться системы локализации радионуклидов на месте выпадения.

Строительство и реконструкция существующих мелиоративных систем (осушительные и осушительно-увлажнительные системы, культуртехнические работы с элементами осушения и без них) допускаются на участках со следующей плотностью загрязнения почвы радионуклидами:

- а) на минеральных землях – до 15 Ки/км² по цезию-137, до 1 Ки/км² по стронцию-90;
- б) на торфяниках – до 5 Ки/км² по цезию-137, до 0,3 Ки/км² по стронцию-90.

Т а б л и ц а 4. Диапазоны колебания УГВ, при которых минимизируется поглощение радионуклидов растениями

Типы почвогрунтов	Диапазон УГВ, м
1. Почвы, сформировавшиеся на тростниковых и осоковых торфах, со степенью разложения 40–50 %	0,9–1,2
2. То же, на гипно-осоковых торфах, со степенью разложения 35–40 %	0,8–1,1
3. То же, на древесных торфах, со степенью разложения 5–55 %	0,7–1,0
4. Торфяно-глеевые почвы, подстилаемые с глубины 0,4–0,5 м песками	0,9–1,2
5. То же, при наличии на контакте торфа с песками с оглеенной прослойкой	0,7–1,0
6. Песчаные почвы	0,8–1,1
7. Супесчаные почвы	0,9–1,3
8. Легкие суглинистые почвы	1,0–1,4
9. Пылеватые суглинки	0,9–1,2

Для участков заготовки торфа на удобрение подбираются площади с плотностью загрязнения не более 1,8 Ки/км² с условием, что при подготовке фрезерных полей радионуклиды будут равномерно распределены в слое 0,4 м.

Отдельные локальные участки с плотностью загрязнения радионуклидами цезия-137 от 15 до 40 Ки/км², расположенные среди массивов земель с более низкой плотностью загрязнения, подлежат рекультивации с помощью проведения комплекса дезактивационных мероприятий или при

использовании их по специальному назначению (при выращивании технических культур; для обеспечения кормами животноводческих комплексов КРС на первой стадии откорма).

По накоплению цезия-137 в злаковых травах установлен следующий убывающий по применению ряд:

– для многолетних: костреч безостый, тимофеевка, ежа сборная, овсяница, мятлик луговой, райграс пастбищный;

– для однолетних: зерно люпина, редька масличная, рапс, зерно гороха и вики, зеленая масса гороха, вики, солома яровых, зерно кукурузы и зерновых.

Для стронция-90 имеются некоторые отличия: клевер, горох, рапс, люпин, однолетние бобово-злаковые травосмеси, многолетние злако-вые, зеленая масса кукурузы, ржи, свекла кормовая, зерно зерновых, картофель.

Известкование – эффективный прием снижения поступления радионуклидов из почвы в растения. Установлено, что в нейтральной среде поступление радионуклидов в продукцию снижается в 1,5– 10 раз.

Применение органических удобрений на 15–30 % снижает поступление радионуклидов из почвы в растения, а использование повышенных доз калийных удобрений (120–180 кг/га) – на 35–57 %.

Влияние водного режима почвогрунтов на интенсивность поступления радионуклидов в растительную продукцию определяется по зависимости

$$f_1 = \frac{\sum_0^{h_1} (m_1 \Theta_1^3 \Delta h) \cdot \sum_0^{h_2} (m_2 \Theta_2^3 S \Delta h)}{\sum_0^{h_2} (m_2 \Theta_2^3 \Delta h) \cdot \sum_0^{h_1} (m_1 \Theta_1^3 S \Delta h)}, \quad (5.1)$$

где f_1 – число, показывающее, во сколько раз изменяется накопление радионуклидов при распределении $(m_2 \Theta_2^3)$ по сравнению с распределением $(m_1 \Theta_1^3)$;

h_1 и h_2 – средние глубины залегания УГВ в первом и втором вариантах, м;

m – относительное содержание корней в единице мощности корнеобитаемого слоя, % / м;

Θ – расчетная влажность почвы, л/м³;

$(m_1 \Theta_1^3)$ и $(m_2 \Theta_2^3)$ – распределение корней растений и расчетной влажности почвы в первом и втором вариантах;

Δh – мощность расчетных слоев почвы, м;

S – содержание радионуклидов в весовой единице сухого вещества пахотного слоя (Ки/кг).

Содержание радионуклидов в весовой единице сухого вещества пахотного слоя рассчитывается по формуле

$$S = P / (\Delta h \cdot \gamma_0 \cdot 10^6), \quad (5.2)$$

где P – плотность загрязнения земель радионуклидами, Ки/км²;

γ_0 – плотность сухого вещества почвы, кг/м³.

Расчетное содержание воды в почве определяется по следующей формуле:

$$\Theta = (W - W_0) / (W_{\text{п}} - W_0), \quad (5.3)$$

где W – осредненные за вегетационный период значения влажности почвы на различной глубине, л/м³;

W_0 – влажность завядания, л/м³;

$W_{\text{п}}$ – влажность, соответствующая полной влагоемкости почвы, л/м³.

Поведение радионуклидов в системе почва – растение, критерии выбора объектов для рекультивации, создания управляемых инженерно-экологических систем по восстановлению компонентов природы, способы снижения радиоактивного загрязнения сельскохозяйственной продукции, рекомендации по сельскохозяйственному использованию загрязненных радионуклидами земель наиболее подробно изложены в специальной нормативно-справочной литературе.

6. Рекультивация городских почв

Почвы городских территорий характеризуются поверхностным слоем мощностью более 50 см, созданным человеком в результате перемешивания, погребения или загрязнения естественной природной почвы непочвенными материалами и привозным органосодержащим грунтом.

Городские почвы формируются при активном влиянии антропогенного фактора и хозяйственной деятельности, подвергаются наиболее сильной трансформации по сравнению с другими природными компонентами урбанизированных ландшафтов. Почвы на территории города значительно отличаются по всем показателям от своих зональных аналогов по морфогенетическим признакам и физико-химическим свойствам.

Несмотря на то, что городские почвы находятся под мощным антропогенным прессом, они выполняют важные экологические функции. Эти почвы играют роль защитного сорбционного барьера от вертикального проникновения химического и биологического загрязнения. Почвы эффективно депонируют, преобразуют и нейтрализуют различные загрязнители. Поглощая вредные газообразные выбросы промышленных предприятий и автотранспорта, городские почвы регулируют состав атмосферного воздуха, выделяя метан, аммиак, углекислый газ и др. Выполнение этой функции обусловлено прямым участием живущими в городской почве микроорганизмами, способным к микробиологическому окислению газов.

Фильтрация атмосферных осадков, поверхностных сточных вод через почвенную толщу обуславливает их очищение и перевод в грунтовые воды. Благодаря своим физико-химическим и биогеохимическим свойствам, городская почва накапливает токсичные соединения, становится одним из важнейших барьеров на пути их миграции из атмосферы города в грунтовые воды и речную сеть. Тяжелые металлы, нефтепродукты и другие химические загрязнители удерживаются почвенно-поглощающим комплексом почвы.

Кроме того, городская почва активно осуществляет биогеохимическое преобразование мусора на санкционированных и несанкционированных свалках, а также полигонах бытовых отходов.

Многие факторы окружающей среды оказывают влияние на генезис и формирование городских почв. В связи с этим их классификация достаточно сложна. Городские искусственно созданные почвы и почвоподобные тела принято называть урбаноземами. Они подразделяются на:

Собственно урбаноземы характеризуются отсутствием генетических почвенных горизонтов А + В до глубины 0,5 м. Обычно они представлены культурными отложениями, состоящими из своеобразного пылеватогумусного субстрата разной мощности и качества. Скелетный материал представлен строительным и бытовым мусором в сочетании с промышленными отходами, торфокомпостной смесью или включениями фрагментов естественных почвенных горизонтов.

Культуроземы – городские почвы фруктовых и ботанических садов, старых парков или бывших хорошо окультуренных пашен. Характеризуются большой мощностью гумусового горизонта, наличием перегнойно-торфокомпостных слоев разной мощности. Формируются на нижней иллювиальной части профиля исходной природной почвы.

Интруземы формируются в результате проникновения в почвы нефтепродуктов (масел, мазута, бензина) при авариях транспортных систем или от бензозаправочных станций и автомобильных стоянок. Эти почвы перекрыты с поверхности или пропитаны в профиле органическими масляно-бензиновыми жидкостями.

Индустриоземы – почвы промышленно-коммунальных зон города. Обычно бесструктурные, с включением непочвенного материала более 20 %. Сильно загрязненные техногенными химическими элементами и другими токсичными веществами вплоть до уровня чрезвычайно опасных по принятым нормативам. Химическое загрязнение изменяет почвенно-поглощающий комплекс почв, предельно сокращает биоразнообразие почвенной биоты и часто делает почву абиотичной.

Некроземы – почвы, входящие в комплекс почв городских кладбищ. Отличаются перемешанностью грунтов более 200 см.

Кроме урбаноземов в городе выделяются естественные почвы разной степени нарушенности. Они сочетают в себе ненарушенную нижнюю часть профиля и антропогенно измененные верхние слои. В подгруппе *слабонарушенных* почв нарушения затрагивают гумусово-аккумулятивные горизонты (до глубины 10–25 см). В *сильнонарушенных* почвах глубина нарушений достигает иллювиальных горизонтов (до глубины 25–50 см). К подгруппе погребенных относятся почвы, сохранившие под антропогенной толщей весь почвенный профиль или какую-либо его верхнюю часть.

Разнообразие микроклиматических условий в городе, наложение полей химического загрязнения, захламленность территории приводят к тому, что термин «*городские почвы*» правильнее заменять на «*почвоподобные образования*».

Они подразделяются на:

– *реплантоземы* – почвы, состоящие из маломощного гумусового слоя, слоя торфокомпостной смеси или органо-минерального вещества, нанесенных на поверхность рекультивируемой породы из смеси насыпных или других свежих грунтов; в основном формируются в районах городских новостроек, на новых газонах.

– *конструктоземы* – искусственно и целенаправленно создаваемые путем конструирования (создания) профиля по природной модели почвы и состоящие из серии слоев грунта разного гранулометрического состава и происхождения, а также плодородного насыпного гумусированного слоя.

Кроме этих почвоподобных образований, в городах имеются участки с безгумусными природными и техногенными открытыми грунтами, а также территории муниципальных мусорных свалок с минеральными грунтами, частично задерновываемыми; техногенные грунты промышленного и урбаногенного происхождения, не встречающиеся в природе, представлены инертными и токсигенными отходами промышленных производств (шлаки, золы, горелая земля, иловые осадки со станций аэрации и т. д.) и твердыми бытовыми отходами.

Деградация городских почв и ее виды. В результате градостроительной и хозяйственной деятельности почвы городов подвергаются деградации, что приводит к изменению их химического состава, ухудшению качества, вызывает целый ряд негативных последствий вплоть до потери способности экосистемы к продуктивности и самоочищению.

Деградация городских почв – изменение состояния городских почв, выражающееся в снижении или утрате ими способности выполнять экологические функции в результате загрязнения, захламления, нарушения и иного ухудшения качества городских почв, вызванных хозяйственной и иной антропогенной деятельностью либо природными явлениями. Все виды деградации городских почв можно условно разделить на несколько групп:

– физическая (эрозия водная и ветровая, подтопление, захламление и переуплотнение);

– биологическая (истощение гумусового горизонта, сокращение биоразнообразия, заражение патогенными микроорганизмами);

– химическая (загрязнение тяжелыми металлами, нефтепродуктами и другими токсикантами, подкисление или подщелачивание почв);

– градостроительная (увеличение запечатанности территории жилыми административными зданиями, промышленными объектами, асфальтовым и другим дорожным покрытием).

Технология рекультивации городских почв.

Рекультивация городских почв, а также на улучшение условий проживания горожан выполняется в два этапа.

Технический этап рекультивации почвы, включает подготовку территории для последующего целевого использования (планировка местности, формирование откосов, снятие, транспортирование и нанесение

плодородных почв на рекультивируемые земли, при необходимости – строительство дорог, специальных гидротехнических сооружений).

Биологический этап рекультивации почвы – комплекс агротехнических и фитомелиоративных мероприятий по восстановлению ее плодородия.

Любой город или поселок городского типа разделен на функциональные зоны: селитебные, промышленные, природоохранные и рекреационные.

Лекция № 5

Восстановление сельскохозяйственных земель

1. Восстановление плодородия почв сельскохозяйственных угодий, подвергающихся уплотнению.
2. Нарушенные агроэcosystemы.
3. Рекультивация земель, образовавшихся в результате опустынивания.

1. Восстановление плодородия почв сельскохозяйственных угодий, подвергающихся уплотнению.

Современные интенсивные технологии возделывания сельскохозяйственных культур обеспечиваются за счет многократного прохода по поверхности почвы тракторов, сеялок, комбайнов, автомашин, почвообрабатывающих машин и другой техники. Подобные технологии нарушают почвенную структуру, снижают пористость, водо- и воздухопроницаемость и, как следствие, оказывают существенное влияние на водный, пищевой, воздушный, тепловой и микробиологический режимы почвы. В конечном итоге снижаются плодородие почвы и продуктивность возделываемых культур.

Со временем строение корнеобитаемого слоя почвы на сельскохозяйственных землях длительного использования меняется в сторону ухудшения. В структуре почвенного профиля наблюдаются такие необратимые процессы, как уплотнение, снижение водопроницаемости, влагоемкости и аэрации почв, уменьшение гумусового горизонта и в конечном итоге снижение их продуктивности. В настоящее время практически на всех типах почв глинистого и суглинистого гранулометрического состава преобладают значения плотностей 1420–1590 кг/м³ (среднее значение 1525 кг/м³), что свидетельствует о повсеместном уплотнении почв сельскохозяйственных угодий. Избыточная плотность (более 1400 кг/м³) становится лимитирующим фактором не только для развития растений, но и снижает эффективность использования удобрений и оросительной воды.

Изменения плотности почвы и ее деградация в результате антропогенного и природного воздействия свидетельствуют о том, что в сельскохозяйственном производстве предотвращение процессов уплотнения является важной экологической проблемой, решение которой в значительной степени зависит от технических решений, обеспечивающих более полное использование приходящей солнечной энергии.

Процессы уплотнения почв характеризуются тремя группами факторов – *физическими, химическими и биологическими.*

Физические факторы включают механические нарушения или вызванные другими процессами ухудшения структурно-агрегатного состава, сложения почв, морфогенетического или гидрофизического строения почвогрунта, гидрологического режима почвенного покрова. Физическая деградация почв оценивается по изменению суммарной мощности их гумусово-

аккумулятивного горизонта, плотности сложения, структурно-агрегатного состава, водопроницаемости и уровня залегания грунтовых вод.

К *химическим* факторам деградации почв относятся: уменьшение запасов органического вещества и питательных элементов, негативные изменения химических (физико-химических, геохимических) режимов почв, засоление, осолонцевание и загрязнение земель. Химическая деградация почв определяется по снижению запасов в верхней части почвенного профиля или в пахотном горизонте почвы гумуса и основных элементов питания растений, а также по негативным изменениям основных диагностических показателей процессов подкисления, ощелачивания.

Биологические факторы объединяют вегетативные изменения численности видового состава и биомассы микроорганизмов и возделываемых культур, оказывающие отрицательное влияние на основные биохимические процессы и режимы почв, которые обеспечивают устойчивое использование сельскохозяйственных земель определенного назначения.

На сельскохозяйственных угодьях уплотнение почвы происходит как в результате ее генезиса (генетическое уплотнение), так и в результате обработки почвы с применением сельскохозяйственной техники (антропогенное уплотнение).

Уплотняющие деформации в результате воздействия сельскохозяйственной техники зависят от влажности почвы, ее плотности (чем рыхлее почва, тем сильнее она уплотняется), а также от марки трактора, типа его ходовой системы и кратности воздействия. Глубины деформации варьируют в основном от 0,2–0,3 до 0,5–0,6 м.

Увеличение плотности почвы сопровождается ухудшением экологических условий и снижением эффективности мелиоративных мероприятий. Без внесения корректировок в технологический процесс производства продукции и воспроизводства почвенного плодородия на таких землях создаются предпосылки к возникновению условий неустойчивого функционирования агроландшафта.

Проблема уплотнения почвы отражается не только на ухудшении экологических условий, на снижении эффективности технологических процессов, но и на экономике, так как изменение водно-физических и агрохимических свойств почвы под влиянием уплотнения сопровождается снижением продуктивности посевов. Поддержание агроландшафта в устойчивом состоянии требует изменения технологических процессов возделывания сельскохозяйственных культур, которые становятся более затратными, определяя рост себестоимости получаемой продукции и экономику производства в целом.

Для восстановления плодородия деградированных уплотненных почв разработана структурная схема комплексных мелиораций таких земель. В этой схеме рассмотрен комплекс мероприятий, включающий *физическую, химическую и биологическую* мелиорации.

Биологические мелиорации почв базируются на принципах адаптации к природным процессам и используют симбиоз микробиологических процессов и физиологических свойств самих растений. В качестве биологического мелиоранта используются бобовые культуры, формирующие большую массу корней и обеспечивающие накопление атмосферного азота в почве с помощью клубеньковых бактерий.

Химическая мелиорация является основным элементом интенсивных систем земледелия и направлена на компенсацию недостающих элементов минерального питания растений.

Реализация *физических* мелиораций связана с углублением корнеобитаемого слоя почвы как мероприятия, направленного на повышение эффективности использования биопотенциала сельскохозяйственных культур, формирующегося при свободном развитии корневой системы растения, а ее параметры (мощность) определяются оттоком ассимилянта в корни.

В зависимости от природно-хозяйственных условий возможно применение различных способов глубокого рыхления – сплошного, полосового и перекрестного (полосового по квадратам). Наиболее распространенным и эффективным приемом для улучшения структуры пахотного слоя является сплошное рыхление. Чем меньше расстояние между разрыхленными полосами, тем интенсивнее происходит разрыхление подпочвенного горизонта и больше эффект от глубокого рыхления.

Для проведения глубокого рыхления почв используются несколько типов рыхлителей с пассивными, активными и комбинированными рабочими органами. Особое место в этом ряду рабочих органов занимают объемные рыхлители специальных конструкций – РГ-0,5 (рис. 1) и РГ-0,8, которые предназначены для сплошного и полосового рыхления почвогрунтов на глубину, соответственно до 0,5 и 0,8 м.



Рис. 1. Трехстоечный рыхлитель РГ-0,5

В отличие от других рыхлителей они не оставляют в разрыхленной почве открытых вертикальных щелей, кроме того, их конструкция позволяет вносить в разрыхленный слой мелиоранты (рис. 2, 3). Рыхление позволяет сократить сроки осушения почв и улучшить работу дренажа.



Рис. 2. Устройство для глубокого объемного разуплотнения почвы и внесения животноводческих стоков и жидких мелиорантов (РГ-0,5М)



Рис. 3. Движение автоматизированного комплекса внутрипочвенного внесения животноводческих стоков

Однако, как показала практика, длительное сохранение эффекта глубокого рыхления возможно лишь в том случае, если вновь созданная структура почвы стабилизируется соответствующими агромелиоративными мероприятиями. Решающую роль играют мероприятия, проводимые сразу после рыхления почвы, так как вновь образованная структура наиболее неустойчива.

Существуют две возможности стабилизации структуры. Это закрепление ее путем внесения в разрыхленный слой почвы коагулирующих минеральных агрохимикатов и веществ (известь или гипс) или стабилизация путем обогащения разрыхленного слоя почвы органикой, в форме жидкого навоза, с последующим направленным формированием корневых систем растений. Второй подход в наибольшей степени отвечает требованиям экологии, а также современным подходам биологизации систем земледелия и их адаптивно-ландшафтной направленности. Вместе с тем при наличии химмелиорантов комплексные мероприятия обеспечивают более устойчивое сохранение рыхлой структуры в почвенном профиле.

При применении химмелиорантов с глубоким рыхлением наибольшее оструктурирующее воздействие на почву производят клевер, люцерна, козлец безостый, рапс озимый и яровой, сурепица, подсолнечник, люпин.

2.Нарушенные агрогеосистемы. Агрогеосистема – это техноприродная ресурсовоспроизводящая и средообразующая гео(эко)система, объект сельскохозяйственной деятельности. Она обычно функционирует на

локальном уровне, т.е. в пределах фации или урочища. В этой геосистеме наряду с основными природными компонентами (атмосфера, литосфера, гидросфера, почва, биосфера) существуют техногенные элементы, которые взаимосвязаны с природными элементами (мелиоративные системы, гидротехнические сооружения, с поверхностными и подземными водами).

Техногенная составляющая агрогеосистемы содержит различные инженерные сооружения, системы, технологии, природоохранные и экологические мероприятия. В агрогеосистеме, могут развиваться обратные связи, как показатели стабильности или нестабильности функционирования системы. Провоцирование положительной обратной связи приведет к нарушению ее устойчивости, например, увеличение поголовья домашних животных на пастбищах, превышающее норму выпаса, вызовет разрушение растительного и почвенного покрова. Результат такого воздействия – развитие процессов опустынивания. Регулирование численности поголовья на пастбище или своевременный отказ от выпаса, способствуют возникновению отрицательной обратной связи и включению механизмов восстановления нарушенных свойств агрогеосистемы.

Исходной информацией для оценки состояния агрогеосистемы должны быть сведения о геологическом строении территории, рельефе, водном и солевом режимах, современных геоморфологических процессах, климатических и агрометеорологических условиях, состоянии почвенного и растительного покрова, животного мира. Нарушение свойств агрогеосистемы провоцирует развитие негативных процессов деградации и деструкции почв.

Нарушение функционирования агрогеосистемы – следствие в основном негативной сельскохозяйственной деятельности: монокультура, превышение норм выпаса и сбой пастбищ, вырубка древесной и кустарниковой растительности, переуплотнение почвы, несоблюдение норм внесения удобрений, загрязнение почв остаточным количеством пестицидов, тяжелыми металлами при внесении некачественных удобрений, нефтепродуктами при обслуживании техники, сточными водами.

Таким образом, негативная сельскохозяйственная деятельность, как вид воздействия в совокупности с выбросами промышленных предприятий и транспорта приводит к образованию нарушенной агрогеосистемы, в результате которой изменяются ее свойства (продуцирование биомассы, способность почвообразования, динамичность, устойчивость) и развиваются процессы деградации и деструкции почв. Последствия этих процессов – образование новых, иногда несвойственных для данных ландшафтов, земель: опустыненных, разрушенных эрозией, вторично засоленных, подтопленных и затопленных, с ухудшенными физическими и химическими свойствами, с сработанным запасом гумуса и с низким плодородием.

3. Рекультивация земель, образовавшихся в результате опустынивания.

Стремление интенсивного использования территорий засушливых зон

в сельскохозяйственных целях приводит к деградации экосистем и развитию процессов опустынивания, которое сопровождается нарушением теплового, химического и водного балансов территорий, изменением видового состава растительного покрова, снижением биопродуктивности, развитием процессов дефляции и водной эрозии.

Согласно принятому на международной консультативной встрече в Найроби (1990 г.) определению «опустынивание» – деградация земель в аридных, семиаридных и засушливых регионах в результате неблагоприятного антропогенного воздействия. При этом «земля» понимается как геосистема с присущими для нее компонентами, «деградация» – изменение ресурсного потенциала в результате нарушений(изменений) в компонентах геосистемы, а «аридность» – комплекс взаимосвязанных параметров (климата, геологии, почвы, рельефа, гидрологии, гидрогеологии и т. д.), в совокупности обуславливающих недостаток влаги, необходимой для реализации термического потенциала фотосинтетической активности

Для разработки проектов рекультивации, прежде всего, необходимо установить, что рассматриваемая территория – относится к нарушенным землям, образовавшимся в результате опустынивания. Поэтому в качестве определителей опустынивания можно использовать индикаторы.

Группы индикаторов, используемые для определения опустынивания: 1 Физические: количество пыльных и песчаных бурь; изменение дебита, глубины и качества грунтовых вод; степень и формы развития процессов эрозии и дефляции; изменение паводковых вод и объемов твердого стока; изменение мощности почвы в корнеобитаемом слое и содержание в ней гумуса; степень засоления и осолонцевания почвы; образование различных корковых и панцирных покровов почв;

2 Биологические:

а) растительность: соотношение «климаксных» и внедрившихся растительных видов; соотношение ксерофильных (растения засушливых мест обитания) и мезофильных (растения влажных мест обитания) видов в составе растительности; степень проективного покрытия поверхности почвы – густота растительного покрова; биологическая продуктивность (биомасса) и урожай кормов;

б) животные: основные виды; поголовье домашнего скота; численность животных; структура популяций; особенности размножения.

3 Социальные: системы землепользования (орошаемое и богарное земледелие¹, скотоводство, заготовка и вывоз растительного сырья, туризм);

Выделяют следующие типы опустынивания: деградация растительного покрова, ветровая и водная эрозия, разрушение почвенной структуры, сокращение содержания гумуса в почве, засоление и осолонцевание почв, заболачивание, увеличение содержания токсических веществ. Приведенные типы опустынивания можно отнести и к причинам возникновения этого процесса, расширяя их нарушением мелиоративного режима на орошаемых –

землях, высокой пастбищной нагрузкой, поиском полезных ископаемых, строительной деятельностью и др.

Поскольку антропогенная деятельность сопровождается нарушением почвообразовательных процессов, поэтому в первую очередь требуется оценить состояние и устойчивость почвенного покрова. В качестве параметров следует использовать: морфологические признаки, отражающие процесс образования пустынных почв (такыры, солончаки и др.), исчезновение генетических горизонтов почв (развеивание почв в результате эрозии), уменьшение признаков гидроморфности почвы; изменение содержания гумуса; изменение водно-физических свойств почвы; нарушение водного режима почв.

Опустынивание рассматривается как результат разрушения почвенно-растительного покрова, вызванного эрозионными процессами пахотных земель, выпасом скота с превышением допустимых норм, нарушением требований мелиоративного режима почв, последствиями изыскательской и строительной деятельности. Таким образом, опустынивание характеризуется комплексом деградационных процессов, приводящих к снижению устойчивости агрогеосистем в результате разрушения растительного и почвенного покрова.

Опустынивание почв приводит к развитию сбитости пастбищ, выпадению ценных кормовых растений, увеличению доли рудеральных растений (живущих на замусоренных местах), эфемеров и однолетников, к полной или частичной потере сельскохозяйственных угодий (пастбищ, сенокосов, пашни), наступлению песков на объекты гражданского, сельскохозяйственного, промышленного и транспортного назначения.

Рекультивация опустыненных земель направлена на прекращение процессов опустынивания и восстановление продуктивности пашни, пастбищных и сенокосных угодий. В связи с глобальностью проблемы необходимо совместно рекультивацией проводить организационные и правовые мероприятия, т.е. вводить адаптивные системы использования пастбищ, создавать программы, законы и специальные органы.

Лекция № 6

Мониторинг и охрана земель

1. Основные направления охраны и рационального использования земель.
2. Охрана земель.
3. Система государственного земельного кадастра.
4. Мониторинг земель как информационная основа земельного кадастра. эффективность системы государственного земельного кадастра.

1. Основные направления охраны и рационального использования земель

Земля и ее важнейший компонент – почвы являются основным национальным природным богатством, от эффективности использования и охраны которого во многом зависит социально-экономическое благополучие и экологическая ситуация в стране.

Специфическая черта земли как природного ресурса – ее многофункциональность. Земля является всеобщим и незаменимым материальным условием производства и служит пространственным базисом для размещения отраслей хозяйственного комплекса, поселений, инфраструктуры. Она является главным средством производства в сельском и лесном хозяйстве, объектом земельных отношений, выступает составной и неотъемлемой частью природных систем, где выполняет средоформирующие и природоохранные функции в биосфере. Слагающие ее почвы обладают уникальным свойством плодородия – способностью производить биомассу. Поэтому сохранение земель и их рациональное использование является приоритетным направлением природоохранной политики.

Результаты проведенной кадастровой оценки земель сельскохозяйственных организаций выявили существенное различие качества сельскохозяйственных земель. Расчеты по выявлению фактора качества земель по экономическим показателям показали, что в Гродненской области по отношению к Витебской только за счет качества земель (при прочих равных условиях) можно получить в земледелии до 40 % прибыли. Еще более контрастен этот показатель на межрайонном (112 %) и межхозяйственном (160 %) уровнях.

Это указывает на необходимость совершенствования специализации сельскохозяйственного производства, начиная со специализации на региональном уровне и заканчивая определением наиболее приемлемого целевого назначения и характера использования каждого конкретного отдельно обрабатываемого участка. При этом пахотные земли, которые по данным кадастровой оценки не могут обеспечить рентабельное сельскохозяйственное производство даже при нормативной урожайности и нормативных затратах (а их более 10 %), безусловно, должны быть выведены из сельскохозяйственного оборота в первоочередном порядке.

В условиях объективного и все более интенсивного протекания процесса трансформации земель, изменения их функционального назначения

возрастает упреждающая и регулирующая роль планирования землепользования (территориального планирования). В его задачу входит эколого-экономическое обоснование такого пространственного размещения земель различного функционального (целевого) назначения, при котором они максимально соответствовали бы естественной пригодности почвенного покрова, обеспечивали экологическую устойчивость ландшафтов, а также учитывали социальноэкономические запросы и экологическую безопасность общества.

В настоящее время в Республике Беларусь создана комплексная система планирования использования и охраны земельных ресурсов, что нашло отражение в Национальной стратегии охраны и рационального использования земельных ресурсов.

Целью стратегии является повышение эффективности использования и охраны земельных ресурсов Республики Беларусь, обеспечивающее устойчивое землепользование и способствующее сбалансированному социально-экономическому и экологическому развитию страны.

Для достижения цели потребуются активизировать деятельность по следующим направлениям.

Во-первых, необходимо совершенствовать нормативные правовые и научно-методические основы охраны и использования земель. При этом первоочередного решения требуют вопросы:

- определение порядка и правил планирования мероприятий по охране различных видов и категорий земель;

- совершенствование экономического механизма регулирования землепользования (обеспечение принципа платности землепользования, повышение регулирующей роли земельного налога и арендой платы, стимулирование эффективного и экологически безопасного землепользования, целевое использование платежей за землю на ее охрану и улучшение, развитие системы компенсационных выплат и др.);

- упрощение порядка предоставления земельных участков потенциальным инвесторам и перехода прав на землю к землепользователям, способным обеспечить охрану и эффективное использование земель;

- введение для местных исполнительных и распорядительных органов принципа обязательности осуществления планирования землепользования, обеспечивающего охрану и эффективное использование земель в границах административных и административно-территориальных единиц;

- повышение роли государственного контроля за охраной и использованием земель, в соблюдении всеми землепользователями и землевладельцами требований и ограничений, определенных законодательством и утвержденных в установленном порядке землеустроительной, лесоустроительной и градостроительной документацией;

- повышение роли и ответственности местных органов власти и управления, конкретных землепользователей за проведение мероприятий по

охране и улучшению земель и выполнение экологических требований и ограничений землепользования, привлечение общественности к осуществлению этих мероприятий;

– совершенствование научно-методического обеспечения мероприятий, направленных на решение проблем охраны и использования земель. Во-вторых, необходимо разработать и реализовать методы, технологии и решения, обеспечивающие внедрение принципов и задач устойчивого землепользования, что предусматривает:

– разработку или внесение изменений и дополнений в нормативную техническую и методическую землеустроительную, лесоустроительную, градостроительную и иную документацию, определяющую организацию и использование территории на перспективу, в частности, мероприятий по охране и использованию земель;

– разработку методов и технологий проектирования и осуществления мероприятий по охране и улучшению земель, в частности, связанных с использованием дистанционных методов и средств геоинформационных технологий, внесение изменений и дополнений в соответствующую инструктивно-технологическую документацию;

– осуществление постоянной корректировки материалов кадастровой оценки земель с целью создания равных условий хозяйствования для землепользователей, работающих в различных природно-экономических зонах;

– разработку научно-методических рекомендаций и адаптационных мер, направленных на смягчение последствий климатических изменений для земель страны и их продуктивности, а также на сохранение биологического и ландшафтного разнообразия;

– научное обоснование предложений и перечня мероприятий по выполнению Республикой Беларусь Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием (деградацией) земель.

В-третьих, требуется осуществить организационно-территориальные мероприятия, направленные на охрану и эффективное использование земель в различных секторах экономики, включающие:

– разработку региональных схем использования и охраны земель, в том числе для проблемных регионов, схем землеустройства районов, проектов внутрихозяйственного землеустройства, охраны и улучшения земель, а также проектов лесоустройства, гидротехнической мелиорации, территориальной организации особо охраняемых природных территорий и сельских населенных пунктов, генеральных планов городов, градостроительных проектов детального планирования и др., в которых будут комплексно обоснованы эколого-экономическая целесообразность, виды, объемы улучшения и охраны земель;

– обоснование и развитие сети особо охраняемых природных территорий, площадь которых к 2015 г. должна составить не менее 8,3 % общей площади Республики Беларусь, проектирование экологических сетей

на региональном и локальном уровнях, увеличение площади средостабилизирующих видов земель;

– формирование полного перечня возможных требований и ограничений на хозяйственное использование земель и доведение их до землепользователей путем регистрации в государственном земельном кадастре и отражения в документах, удостоверяющих права на землю;

– интеграцию принципов и методов сохранения биологического и ландшафтного разнообразия, восстановления экосистем в практику территориального планирования, создание территориальных моделей устойчивого землепользования;

– продолжение работ по оптимизации землепользования на основе обновленной земельно-кадастровой информации с целью репрофилирования или исключения из сельскохозяйственного оборота малопродуктивных земель, а также решения задач предотвращения деградации земель и сохранения их экологических функций в ландшафтах. В-четвертых, необходимо развивать информационное обеспечение задач устойчивого землепользования, охраны и использования земель, которое должно базироваться на результатах:

– проведения аэро- и космогеодезических работ, инвентаризации земель, почвенных и геоботанических обследований;

– создания (актуализация) земельно-информационных систем административных районов как информационной и картографической основы для планирования и проектирования мероприятий по охране и использованию земель;

– совершенствования государственного земельного кадастра, внедрения системы учета и оценки деградированных земель;

– ведения мониторинга земель с использованием современных аналитических методов, методов дистанционного зондирования и геоинформационных технологий;

– обобщения результатов крупномасштабного почвенного картографирования, районирования и типологии земель по пригодности для различных видов хозяйственной деятельности и экологической уязвимости; – инвентаризации и оценки современного состояния мелиорированных земель, в том числе осушенных торфяных почв, с целью определения их использования в перспективе.

В-пятых, направлениями восстановления и повышения уровня плодородия земель будут предусмотрены мероприятия:

– по повышению содержания органического вещества (гумуса) в пахотных почвах до 2,5–3,0 %. Для этого необходимо увеличение ежегодного внесения органических удобрений в среднем до 9,4 т на 1 га;

– достижению в валобразующих районах и хозяйствах минимального уровня вносимых удобрений в дозе т250–300 кг д. в. на 1 га пашни; важным направлением химизации земледелия и, в частности, кормопроизводства будет являться выравнивание доз минеральных удобрений, вносимых на интенсивно

используемых пахотных и луговых землях; – сохранению достигнутого уровня известкования кислых почв, на что потребуется 2,7–2,8 млн. т известковых материалов с целью ежегодного известкования 520–530 тыс. га сельскохозяйственных земель;

– повышению продуктивности мелиорированных земель до уровня 5,5–6,0 т/га кормовых единиц, что потребует выполнения, наряду с комплексом работ по оптимизации водно-воздушного режима, упорядочения внесения органических и минеральных удобрений, а также необходимых микроэлементов; также должна быть решена задача уменьшения непроизводительных потерь органического вещества торфяных почв на 30–40 %;

– достижению оптимальной структуры сельскохозяйственных земель и посевных площадей; восстановлению и поддержанию ресурсосберегающих почвозащитных севооборотов; внедрению современных технологий обработки почв, способствующих улучшению их состояния;

– созданию системы разновременно-созревающих сенокоснопастбищных, преимущественно бобово-злаковых травостоев комбинированного использования, обеспечивающих получение высококачественных травяных кормов с содержанием обменной энергии не менее 10,0–10,5 МДж в 1 кг сухого вещества;

– обеспечению устойчивой продуктивности сельскохозяйственных земель на уровне 6,5–7,5 т/га кормовых единиц, окупаемости 1 кг действующего вещества удобрений 10–12 кормовыми единицами при сохранении экологической устойчивости агроландшафтов;

– обобщению опыта и внедрению систем органического земледелия на 2,0 % площади сельскохозяйственных земель страны.

В-шестых, с целью повышения уровня знаний, образования и воспитания в области охраны и эффективного использования земельных ресурсов предлагается следующее:

– осуществить переподготовку (повышение квалификации) руководителей и специалистов организаций Госкомимущества, Минприроды, Минлесхоза, Минстройархитектуры, Минсельхозпрода и других республиканских органов государственного управления, местных органов власти, землепользователей;

– предпринять усилия по улучшению подготовки специалистов-почвоведов по проблемам, связанным с деградацией земель;

– разработать учебные программы, спецкурсы или отдельные учебные модули по проблеме «Устойчивое использование и охрана земельных ресурсов» для студентов вузов и средних специальных заведений биологического, географического, экологического, сельскохозяйственного и экономического профилей;

– шире пропагандировать вопросы охраны и использования земель, их роли в жизнедеятельности людей и значения при глобальных и региональных экологических изменениях в СМИ, а также путем издания специальных

брошюр, мультимедийных фильмов на электронных носителях, создания специальных рубрик на тему «Сохраним землю» в специальных журналах и помещения информации о земельных ресурсах на веб-сайтах соответствующих органов государственного управления;

– подготовить сценарий и снять для широкой общественности фильм о сохранении земельных ресурсов Беларуси.

В-седьмых, для установления более тесного и результативного международного сотрудничества по проблеме охраны и использования земель предлагается: – разработать инновационный план наиболее перспективных проектов в области устойчивого землепользования с целью привлечения международной технической помощи и иностранных инвестиций для практического решения этой проблемы;

– наладить международное региональное сотрудничество со странами СНГ, Центральной и Восточной Европы, в том числе в рамках программы «Восточное партнерство», направленное на реализацию совместных межгосударственных программ и проектов по вопросам охраны и рационального использования земельных ресурсов;

– осуществлять обмен знаниями и опытом устойчивого землепользования с зарубежными странами с внедрением их в практику;

– обобщить опыт, подходы и возможные направления охраны и использования земель (почв), изложенные в Тематической стратегии, Директиве защиты почв, Зеленом документе по адаптации к изменению климата Европы, разработанных Европейским союзом, и интегрировать их основные положения в разрабатываемые нормативные правовые и методические документы, а также в практику землепользования страны.

Национальная стратегия рассчитана на осуществление Республикой Беларусь мероприятий по охране и рациональному использованию земель на долговременную перспективу до 2025 г. К числу первоочередных мер, направленных на решение этой проблемы, относится борьба с деградацией земель, которая является серьезной экологической угрозой и сдерживающим фактором социально-экономического развития.

2. Охрана земель.

В республике произошло существенное перемещение сельскохозяйственного производства на осушенные земли, которые в ряде районов и областей играют ведущую роль в растениеводстве.

Большая часть осушенных земель (62,6 %) сконцентрирована в Брестской, Гомельской и Минской областях. Так, на одно хозяйство Брестской области в среднем приходится более полутора тысяч гектаров осушенных земель. В 15 районах Беларуси мелиорированные земли составляют более 50 % от площади сельскохозяйственных земель и обеспечивают производство основной части продукции растениеводства.

Мелиоративный комплекс Беларуси включают 170 тыс. км осушительных каналов и водоприемников, 136 тыс. гидротехнических сооружений, 964 тыс. км закрытых дренажных коллекторов и дрен, 20 тыс. км

эксплуатационных дорог, 477 польдерных насосных станций, 3,98 тыс. км ограждающих дамб.

Поскольку почвы являются важным природным богатством, необходимо предусматривать меры по их охране.

При возведении линейно-протяженных сооружений (кроме дренажных траншей) в местах разработки резервов, оснований плотин и дамб проводят срезку растительного (гумусового) слоя с перемещением его во временные отвалы. После возведения сооружений гумусную почву разравнивают по площади строительства. После окончания строительных работ проводят мероприятия по первичному окультуриванию почв с целью восстановления их плодородия.

В связи с большим многообразием почвенного покрова мелиорированных территорий приходится постоянно совершенствовать технологии возделывания сельскохозяйственных культур. Однако к настоящему времени их можно достаточно четко дифференцировать для трех основных групп почв – торфяных, связного гранулометрического состава, песчаных и рыхлосупесчаных.

Особое внимание при мелиорации земель необходимо уделять охране торфяно-болотных почв. Задача сводится к тому, чтобы на таких почвах можно было получать максимум растениеводческой продукции при минимальном количестве минерализуемого за год торфа.

Глубокое осушение торфяной залежи улучшает аэрацию и таким образом способствует активизации микробиологических процессов и более быстрому разложению торфа. При глубине грунтовых вод 150 см интенсивность разложения органического вещества достигает 15,9 т/га в год.

С уменьшением глубины грунтовых вод интенсивность разложения органического вещества существенно сокращается. При поддержании грунтовых вод на глубине 70 см интенсивность разложения органического вещества сокращается в 7,2 раза и составляет 2,2 т/га.

По этой причине в целях продления долговечности торфяно-болотных почв уровни грунтовых вод должны поддерживаться на минимальных отметках.

На интенсивность разложения органического вещества торфа влияет характер сельскохозяйственного использования.

Так, многолетние травы являются одним из эффективных биологических регуляторов интенсивности минерализации органического вещества. К тому же они надежно защищают торф от ветровой эрозии и пожаров.

Технологии использования торфяных почв должны отвечать требованиям экологической совместимости, обеспечивать максимальное использование высвобождаемого в результате разложения органического вещества минерального азота, не допуская непроизводительных его потерь.

При этом следует руководствоваться следующими принципами:

– чем меньше торфяных почв в общей площади сельхозугодий, тем относительно большая их доля отводится под луговые угодья, а меньшая под пашню;

– если торфяные почвы занимают менее 30 % площади сельхозугодий хозяйства, их необходимо отводить под культурные луга длительного пользования, независимо от остаточной мощности торфяного слоя;

– при условии, когда торфяные почвы составляют 30–50 % площади сельхозугодий, наряду с созданием культурных лугов часть их площади допустимо отводить под пахотные угодья;

– при удельном весе торфяных почв в землепользовании хозяйства от 50 до 100 % рекомендуется 30–50 % использовать под луговые угодья, 50–70 %

– под пашню;

– торфяно- и торфяно-глеевые почвы, а также маломощные торфяные (до 1 м) рекомендуется отводить под бобово-злаковые и злаковые многолетние травы длительного пользования;

– торфяные почвы с глубокой и средней залежью (более 1 м) можно использовать как под культурные луга, так и в качестве пашни;

– все подтопленные из-за неудовлетворительной работы мелиоративной сети площади торфяных почв следует исключить из пахотных угодий и отводить только под луга длительного пользования с залужением влаголюбивыми травами.

Под пашню отводятся хорошо окультуренные с отрегулированным водным режимом торфяные почвы. Эколого-экономически обоснованное использование торфяных почв в качестве пашни представляется обеспечить лишь в системе правильных почвозащитных зернотравяных севооборотов.

Таким образом, национальная стратегия использования торфяных почв, и прежде всего маломощных, в регионе Белорусского Полесья с целью продления их долговечности сводится к тому, чтобы в ближайшей перспективе полностью вывести из них зерновые и пропашные культуры, заменив их высокопродуктивными угодьями длительного пользования. Луговые угодья требуют меньшей нормы осушения и в большей мере, чем другие культуры, пополняют почву послеуборочными остатками; сдерживают интенсивность минерализации органического вещества; более устойчивы к заморозкам, часто повторяющимся на торфяниках; хорошо защищают почву от ветровой эрозии; обеспечивают высокую и наиболее стабильную по годам продуктивность. Необходимо отметить развитие на этих землях высокопродуктивного, экономически выгодного луговодства, считая его основой экологически безопасного земледелия.

Важная роль в сохранении торфяников принадлежит организации специальных противопожарных и противоэрозионных мероприятий, которые необходимо предусматривать уже на стадии проектирования. Одной из мер сохранения торфа является консервация мелкозалежных торфяников путем запашки специальными плугами с последующим созданием на их поверхности пахотного слоя из подстилающей минеральной породы. В связи с широким

использованием торфа на топливо в химической промышленности, а также для добычи торфокрошки постоянно возрастают площади выработанных торфяников.

На тех площадях, где проводится выработка торфяника, после ее завершения необходима рекультивация.

Дерново-подзолистые суглинистые и глинистые почвы наиболее целесообразно использовать в системе полевых и кормовых севооборотов для производства зерна и кормов из наиболее ценных зерновых культур, льна, трав, картофеля, кормовых корнеплодов и др.

Мелиорированные песчаные и распаханые почвы целесообразно использовать в качестве пашни только при условии бездефицитного баланса органического вещества.

Осушенные пойменные земли, которые подтопляются, следует исключить из пахотных и использовать только под кормовые угодья длительного пользования. Их залужение следует проводить влаголюбивыми травами.

Особая роль в повышении продуктивности животноводства принадлежит культурным пастбищам.

Для создания культурных пастбищ наиболее пригодны участки природных или улучшенных ранее, но выродившихся кормовых угодий с достаточно влагообеспеченными суглинистыми или супесчаными почвами, а также осушенные низинные болота с хорошо разложившимся торфом. Под культурные пастбища целесообразно использовать также прилегающие к фермам участки пашни, компенсируя их площади за счет распашки и включения в пашню более удаленных от ферм массивов луговых угодий.

Все мероприятия по мелиоративному строительству, эксплуатации мелиоративных систем и сельскохозяйственному использованию мелиорированных земель должны обеспечивать экологически безопасное природопользование в пределах регионов, водосборов, отдельных хозяйств и мелиоративных объектов.

3. Система государственного земельного кадастра.

Система государственного земельного кадастра служит информационной основой государственного управления земельными ресурсами и экономического регулирования земельных отношений.

Информационная база данных государственного земельного кадастра базируется на учетной системе земельных участков и их основных характеристик. Из-за значительных объемов информации, с которыми приходится работать, система государственного земельного кадастра автоматизирована и ведется по единым правилам, а данные заносятся в установленные законодательством формы.

Основной целью Государственного земельного кадастра (ГЗК) является создание информационной основы при осуществлении всех функций управления земельными ресурсами. Следовательно, Государственный земельный кадастр – это сложный по своей структуре, включающий

информацию о хозяйственном, правовом, природном положении, качественной и количественной характеристиках земель. В то же время указанная документация может быть получена в результате осуществления действий по ведению ГЗК.

Ведение ГЗК представляет собой сферу управленческой деятельности по сбору, документированию, накоплению, обработке, учету, хранению и предоставлению информации, назначение которой – информационное обеспечение принятия управленческих решений.

Ведение Государственного земельного кадастра – производственный процесс. Ведение Государственного земельного кадастра - это система, представляющая собой единство двух неразрывно связанных подсистем: *документов и мероприятий* (процесс).

Подсистема документации включает следующие группы документов: основные – единый государственный реестр земель, дежурные кадастровые карты, кадастровые дела; вспомогательные – книги учета документов, книги учета выданных сведений, каталоги координат пунктов опорной межевой сети; производные – перечень земель Республики, субъектов Республики и местной административной собственности, доклады о состоянии и об использовании земельных ресурсов, статистические отчеты, аналитические обзоры, производные кадастровые карты, справочные и аналитические документы.

Подсистема мероприятий, т.е. процесс ведения ГЗК, включает *основные технологические действия*: подготовительные работы; формирование и учет земельных участков; формирование и учет территориальных зон; оценка земель; формирование отчетов об использовании земель и предоставление земельно- кадастровой информации.

При осуществлении работ по ведению государственного земельного кадастра от взаимодействия данных подсистем зависит эффективность выполняемых работ. Поэтому необходимо создать оптимальную структуру взаимодействия данных подсистем, а также повысить функциональность каждой из них. В информационном обеспечении земельного кадастра в решении данных задач основную роль занимает автоматизация и оптимизация процессов, а также создание полноценной базы данных земельного кадастра.

Одно из главных условий создания системы ГЗК – необходимость создания и ведения централизованного банка кадастровых данных для субъектов Республики Казахстан. Необходимость создания централизованного банка кадастровых данных периферийных установок административных районов меняет не только его структуру, но и существенно сказывается на взаимоотношениях и связях как между элементами самой системы, так и всей окружающей средой (экономической, экологической, природной, социальной и т. д.). Структура информационной базы автоматизированной системы ведения государственного земельного кадастра приведена в рис 1.

На сегодняшний день законодательством РК создан республиканский центр автоматизированной информационной системы государственного земельного кадастра (АИС ГЗК) с целью внедрения, сопровождения, сбора, систематизации и ведения базы данных государственного земельного кадастра. Переход в автоматизированный режим ведения государственного земельного кадастра обусловлен применением ГИС- технологий, на основе которых и создана АИС ГЗК. Она предназначена для автоматизации процессов ведения ГЗК с целью повышения эффективности работы, увеличения объемов и качества оказываемых услуг, выдачи оперативных ответов на заданные запросы в виде справок с использованием интернет-технологий. АИС ГЗК ведется на разном территориальном уровне, то есть на республиканском, областном и районном. Автоматизированная информационная система земельного кадастра районного уровня является основным элементом всей системы АИС ГЗК, так как именно здесь ведутся работы по первичному учету и регистрации земельных участков, текущему учету, составлению земельной отчетности и выдаче информации.

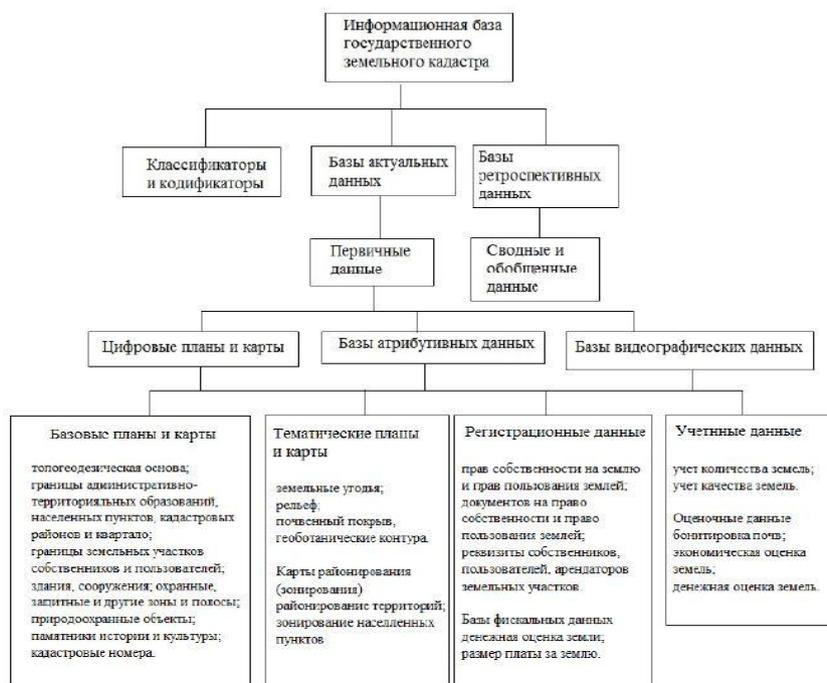


Рисунок 1 – Структура информационной базы автоматизированной системы ведения государственного земельного кадастра

Сведения о состоянии и использовании земельных участков, их площади, местоположении, экономических и качественных характеристиках вносятся в систему АИС ГЗК в соответствии с документами ГЗК. Они формируются на основании данных о межевании земельных участков, сведений, представленных первоначально оформленным земельным участком, результатов проведения топографо-геодезических, картографических, мониторинговых, землеустроительных, почвенных, геологических- геоморфологических и иных обследований и изысканий.

4. Мониторинг земель как информационная основа земельного кадастра. эффективность системы государственного земельного кадастра

Мониторинг земель представляет собой систему базовых (исходных), оперативных, периодических наблюдений за качественным и количественным состоянием земельного фонда, проводимых в целях своевременного выявления происходящих изменений, их оценки, прогноза дальнейшего развития и выработки рекомендаций по предупреждению и устранению последствий негативных процессов.

Мониторинг земель является составной частью мониторинга за состоянием окружающей природной среды и одновременно базой для ведения мониторинга других природных сред.

Задачами мониторинга земель являются: 1) своевременное выявление изменений состояния земель, их оценка, прогноз и выработка рекомендаций по предупреждению и устранению последствий негативных процессов; 2) информационное обеспечение ведения государственного земельного кадастра, землеустройства, контроля за использованием и охраной земель и иных функций государственного управления земельными ресурсами. Мониторинг земель имеет подсистемы, соответствующие категориям земель: мониторинг земель сельскохозяйственного назначения; мониторинг земель населенных пунктов (городов, поселков и сельских населенных пунктов); мониторинг земель промышленности, транспорта, связи, обороны и иного несельскохозяйственного назначения; мониторинг земель особо охраняемых природных территорий, земель оздоровительного, рекреационного и историко-культурного назначения; мониторинг земель лесного фонда; мониторинг земель водного фонда; мониторинг земель запаса. В зависимости от территориального охвата осуществляется республиканский, региональный либо локальный мониторинг земель: – республиканский - охватывает всю территорию Республики Беларусь; – региональный - охватывает территории, ограниченные физико-географическими, административными, экономическими и иными границами; – локальный - ведется на территориальных объектах ниже регионального уровня, вплоть до отдельных земельных участков и элементарных структур ландшафтно-экологических комплексов. Источниками информации для мониторинга земель служат результаты систематических наблюдений, съемок, обследований, инвентаризаций, материалы государственного контроля за использованием и охраной земель, архивные данные, другие сведения о качественном состоянии земель. Систематические наблюдения включают наблюдения за: – состоянием земельных участков, угодий, полей; – развитием процессов, связанных с изменением плодородия почв (опустыниванием, развитием водной и ветровой эрозии, динамикой содержания гумуса и элементов питания, изменением реакции почвенной среды, разрушением или улучшением почвенной структуры, засолением, осолонцованием, заболачиванием, переувлажнением и подтоплением земель или ликвидацией этих факторов), загрязнением почв пестицидами, тяжелыми металлами, радионуклидами и другими токсичными веществами, промышленными, бытовыми и иными отходами, изменением

других свойств почв; – развитием процессов, связанных с изменением состояния растительного покрова природных кормовых угодий (изменением состава, структуры и урожайности, типов, качества, производственного потенциала, химизма и питательности растений), темпами деградации и восстановления, уровнем накопления токсичных химических элементов и радионуклидов, а также степенью устойчивости их к антропогенным нагрузкам; – состоянием береговых линий рек, морей, озер, заливов, водохранилищ, лиманов, гидротехнических сооружений; – развитием процессов, вызванных образованием оврагов, оползней, селевыми потоками, землетрясениями, карстовыми, криогенными и другими явлениями; – состоянием земель населенных пунктов, нефте- и газодобычи, очистных сооружений, навозохранилищ, свалок, складов горюче-смазочных материалов, удобрений, стоянок автотранспорта, мест захоронения токсичных промышленных отходов и радиоактивных материалов, а также других промышленных объектов. Территориально-зональная сеть мониторинга включает стационарные и полустационарные пункты наблюдения за состоянием земель. Для получения информации по мониторингу земель используются материалы: – дистанционного зондирования (съемок и наблюдений с космических аппаратов, с высотных самолетов, с помощью средств малой авиации и др.); – наземных съемок (почвенных, геоботанических и др.) и наблюдений на пунктах территориально-зональной сети; – фондовых данных (карт, картограмм, схем, табличных и других материалов). Съемки и наблюдения с космических носителей выполняются для получения характеристик состояния земель на республиканском и региональном уровнях. Съемки и наблюдения с помощью воздушных носителей аппаратуры проводятся для локального уровня мониторинга земель.

Наземные наблюдения, изыскания, обследования и съемки проводятся по всем категориям земель с использованием стационарных и полустационарных площадок, ключевых участков, полигонов и профилей. В зависимости от сроков и периодичности проведения осуществляются следующие группы наблюдений за состоянием земель: – базовые (исходные, фиксирующие состояние объектов наблюдения на момент начала ведения мониторинга земель); – оперативные (фиксирующие текущие изменения); – периодические (через год и более). Результаты мониторинга земель оформляются в виде отчетов, таблиц, карт и картограмм, как на бумажных носителях, так и с использованием электронных систем сбора, обработки и хранения информации. Документация по мониторингу земель включает базовые и отчетные документы. В базовых документах фиксируется исходное (фоновое) состояние регионального объекта или земельного участка. К базовым документам относятся исходные тематические карты состояния земель, картографические материалы и собранные сведения о качественном состоянии земель. Отчетными документами являются унифицированные

формы, таблицы с отражением в них фиксируемого изменения состояния земель.

2 Практический раздел
Электронные методические указания для выполнения
практических работ по дисциплине
«Рекультивация и охрана земель»

Практическая работа №1

Тема: Техническая рекультивация земель под сельскохозяйственное использование

Цель работы: 1.) Получить представление о рекультивационных мероприятиях.

Краткие сведения из теории

В результате добычи полезных ископаемых и торфа, а также места складирования отходов промышленного производства значительные площади сельскохозяйственных угодий изымаются из хозяйственного использования. Эти земли пустуют, зарастают сорняками, служат источником загрязнения почвы, воздуха, поверхностных и подземных вод. Для их восстановления проводят рекультивационные мероприятия. В дальнейшем рекультивируемые земли могут быть использованы для создания продуктивных сельскохозяйственных угодий, лесов, водоемов различного назначения, зон санитарной охраны, зон отдыха, мест застройки, а также как консерванты нарушенных земель, оказывающих отрицательное воздействие на окружающую среду. Работы выполняются последовательно в два этапа:

- 1) Техническая рекультивация;
- 2) Биологическая рекультивация.

Цель технической – подготовка нарушенных земель к проведению биологической рекультивации. В результате проведения работ по биологической рекультивации нарушенные земли используются в сельском хозяйстве, в лесном хозяйстве, рыбном хозяйстве.

Земельные участки, рекультивируемые для использования в сельском хозяйстве должны быть спланированы, покрыты плодородным слоем, мощностью не менее, чем на смежных землях, быть удобными для выполнения сельскохозяйственных работ с применением современных машин, иметь УГВ, обеспечивающий оптимальные условия для произрастания растений.

Рекультивация для использования в лесном хозяйстве проводится на малопродуктивных землях, в основном песчаных и супесчаных, когда на породе по тем или иным причинам не наносится гумусовый горизонт, а также на территориях, где выравнивание и планирование являются целесообразными. Для рыбного хозяйства используются глубокие карьеры из-под глин или суглинков, а в случае необходимости, или водоемы для хозяйственных целей.

Выполнение работ по рекультивации осуществляются в соответствии с утвержденными планами. При этом устанавливается следующая очередность:

- 1) Подготовительные и полевые работы;
- 2) Топографические и почвенно-обследовательские;
- 3) Проектные работы и изготовление документов.

По результатам изысканий составляется акт и дается характеристика нарушенных земель. На основании материалов изысканий разрабатываются

задания на проектирование, которое утверждается руководителем.

Ход выполнения работы

Топографические и почвенно-обследовательские работы выполняются с целью получения на участке нарушенных земель и прилегающих к ним доброкачественной топографической основы. В заключении по этим видам работ указываются местоположение, площадь объекта, природные условия территории, дается характеристика морфологических, физико-химических свойств почв, а также рекомендации по приведению нарушенной территории в состояние. В рекомендациях содержится информация о целесообразном нанесении плодородного слоя, виды хозяйственного использования, виды основных сельскохозяйственных культур, агротехника и прогноз уровня продуктивности земель.

В состав проектных работ входят:

- 1) Разработка технологии работ по рекультивации нарушенных земель;
- 2) Определение объемов работ;
- 3) Составление сметной документации.

В соответствии с заданием на проектирование, с учетом материалов изысканий, наличие машин и механизмов у строительных организаций, разрабатывается технология работы.

При вовлечении рекультивируемых карьеров в сельскохозяйственном использовании, их откосы выколаживают. Обычно ставится требование, чтобы уклон спланированной поверхности не превышал 4° и не было замкнутых помещений при засыпке карьеров. Перед засыпкой карьера с прилегающих территорий смещается плодородный слой и складироваться вне зоны работ. Затем бульдозером срезают грунт, перемещают его в карьер, разравнивают и уплотняют. После этого приводят смятый плодородный слой и рекультивируют его.

При использовании рекультивируемых земель в лесном хозяйстве выполняют работы:

- 1) Снятие плодородного слоя;
- 2) Организация рельефа дна и откосов;
- 3) Планирование рекультивируемой площади;
- 4) Покрытие спланированной площади плодородным слоем (20-30 см).

При рыбохозяйственном использовании рекультивируемых земель после планирования ложе водоема разрыхляют на глубину 5-7 см и вносят 1-3 ц/га перегноя или навоза. Кислые почвы известкуют. Вода должна быть пригодной для жизни рыб.

В зависимости от почвенного покрова земли мероприятий по восстановлению, виду использования в хозяйстве подбирают метод определения объемов по рекультивации. При значительном преобразовании естественных форм рельефа на больших площадях разрабатываемый метод просит вертикальной планировки. Основой служат топографические планы масштабов 1:5000, 1:500. Данный проект предусматривает изменение форм и уклонов поверхности земли, что показывается проектными горизонталями.

Масштаб топографической карты, степень точности и подробности изображения на карте должны позволять выбрать на ней с достаточной точностью наиболее целесообразное положение проектных поверхностей в отношении как уклонов, так и объема земляных работ.

При составлении проекта вертикальной планировки естественную поверхность называют фактической, а преобразованную – проектной. Соответственно фактические и проектные отметки. Разность между ними – рабочие отметки. Положительные рабочие отметки характеризуют высоту насыпи, а отрицательные – глубину выемки. Точка, для которой рабочая отметка равна нулю, называется точкой нулевых работ. Геометрическое место таких отметок образуют линию нулевых работ. Фактическая поверхность показывается черными горизонталями, проектная – красными, а линия нулевых работ – синим цветом. Насыпи закрашиваются красным цветом, а выемки желтым со штриховкой.

Основное содержание вертикальной планировки – преобразование топографической поверхности в другую. По способу расчета проектных отметок выделяют аналитический графический и градоаналитический способ. По способу изображения преобразованного рельефа используют способ профилей.

Контрольные вопросы

1. Какие основные этапы включает процесс рекультивации нарушенных земель?
2. В чем заключается цель технической рекультивации?
3. Какие мероприятия входят в биологическую рекультивацию?
4. Какие требования предъявляются к рекультивируемым землям, предназначенным для сельскохозяйственного использования?
5. Как проводится рекультивация земель для лесного хозяйства и на каких типах земель она применяется?
6. Для каких целей используют глубокие карьеры из-под глин или суглинков при рекультивации земель под рыбное хозяйство?
7. Что включает в себя топографические и почвенно-обследовательские работы, и какую информацию они предоставляют?
8. Какие основные элементы входят в состав проектных работ по рекультивации?
9. Что такое рабочие отметки и как они используются при планировке рельефа?
10. Какие цвета используются для обозначения линий нулевых работ, насыпи и выемки на топографических планах?
11. Какие способы расчета проектных отметок существуют при вертикальной планировке?
12. Почему важно учитывать масштаб топографической карты при проектировании земляных работ?
13. Какое значение имеет правильное выполнение мероприятий по рекультивации для окружающей среды и хозяйства?

Практическая работа №2

Тема: Биологическая рекультивация сельскохозяйственных земель

Цель работы:

- 1) Исходя из почвенных условий определить проектный уровень урожайности;
- 2) Определить экономическую эффективность капитальных вложений в рекультивацию и освоение земель.

Краткие сведения из теории

Земли, прошедшие техническую рекультивацию, возвращаются прежним пользователям или другим хозяйствам для выполнения комплекса работ по первичному освоению и биологической рекультивации. Примерная схема первичного освоения выработанных торфяников, рекультивируемые для сельскохозяйственного использования, включают: на торфяниках, покрытых травяной растительностью с хорошо разложившимся торфом – зимование, вспашка на глубину 30-35 см, планировка поверхности; на покрытых мелким кустарником – предварительное удаление растительности.

Имеющийся в Республике опыт показывает, что для восстановления плодородия рекультивируемых земель при их дальнейшем использовании в сельском хозяйстве необходимо предусматривать следующую продолжительность биологической рекультивации:

- 1) На рекультивируемых землях с нанесенным плодородным слоем почвы – 5-6 лет.
- 2) На рекультивируемых землях плодородными породами без нанесенного плодородного слоя, 8-10 лет.
- 3) На малопродуктивных угодьях с нанесением плодородного слоя почвы – 2-3 года.

Ход выполнения работы

В ассортимент сельскохозяйственных культур, возделываемых в период биологической рекультивации, необходимо включать культуры, способствующие интенсивному окультуриванию земель: клевер, люцерну, люпин и т.д.

Выращивание пропашных культур и особенно корнеплодов в период освоения не допускается в связи с опасностью эрозии почв и относительно большим выносом питательных веществ.

Посевы зерновых культур на землях с нанесенным плодородным слоем следует производить только после 3-4 летнего возделывания злаково-бобовых травосмесей.

Для восстановления плодородия нарушенных земель и стимулирования роста лесных культур, рекультивируемую площадь в первый год засеивают люпином однолетним (70 кг/га), а затем по междурядьям люпином многолетним (20 кг/га).

Для посадки рекомендуются двухлетние хорошо развитые саженцы лесных культур (66-70 шт/га) из расчета 80% хвойные породы (сосна и ель) и 20% (береза).

Целесообразность осуществления мероприятий по освоению нарушенных земель и сельскохозяйственного их использования устанавливается на основе определения общей экологической эффективности капитальных вложений в рекультивацию и освоение земель:

$$\varepsilon = \frac{\text{Ц} - \text{И}_{\text{сх}} - \text{И}_{\text{м}}}{\text{К}_{\text{с}}}$$

Ц – стоимость сельскохозяйственной продукции, получаемой с рекультивируемых земель на расчетный год в рублях.

$$\text{Ц} = \text{У}_{\text{д}} \cdot \text{С} \cdot \text{А}, \text{ руб}$$

С – стоимость одного центнера (1-1,5 р)

А – площадь всего участка, га

$\text{И}_{\text{сх}}$ – сельскохозяйственные издержки на производство продукции, руб.

Рекомендуется принимать как 50% от Ц.

$\text{И}_{\text{м}}$ – мелиоративные затраты на содержание и ремонт МС, руб.

Рекомендуется принимать как 20% от Ц.

$\text{К}_{\text{с}}$ – совокупные капитальные вложения в мелиорацию, освоение рекультивируемых площадей и основные фонды растениеводства в расчете на вовлеченные в сельскохозяйственный оборот площади.

Величина обратная коэффициенту эффективности представляет собой срок окупаемости совокупных капитальных вложений. Капитальные вложения в рекультивацию нарушенных земель для сельскохозяйственного использования экономически оправданы, если коэффициент эффективности выше или равен, а срок окупаемости вкладов средств в рекультивацию ниже установленных по нормативам. Варианты технических решений и первоочередные наиболее эффективные объекты рекультивации выбирают по минимуму приведенных затрат.

Расчеты включают определения проектного уровня урожайности сельскохозяйственного использования и продуктивности сельскохозяйственных земель, проектной себестоимости продукции мелиорируемого земледелия с рекультивируемых земель, стоимости продукции:

$$\text{У}_{\text{п}} = 0,01(\text{Б}_{\text{п}} \cdot \text{Ц}_{\text{б}} + \text{Д}_{\text{НРК}} \cdot \text{О}_{\text{НРК}} + \text{Д}_{\text{од}} \cdot \text{О}_{\text{од}})$$

$\text{У}_{\text{п}}$ – прогнозируемый урожай, ц/га.

$\text{Б}_{\text{п}}$ – балл пашни (переходные торфяно-болотные (мощные 59 баллов).

$\text{Ц}_{\text{б}}$ – цена балла пашни.

$\text{Д}_{\text{НРК}}$ – доза минеральных удобрений в действующем веществе.

$\text{О}_{\text{НРК}}$ – оплата минеральных удобрений.

$\text{Д}_{\text{од}}$ – доза органических удобрений.

О_{од} – оплата органических удобрений.

Контрольные вопросы

1. Какие основные этапы включает первичное освоение и биологическая рекультивация земель, прошедших техническую рекультивацию?
2. Каковы особенности проведения работ на торфяниках, покрытых травяной растительностью?
3. Какие мероприятия необходимы при рекультивации земель, покрытых мелким кустарником?
4. Какой опыт в Республике показывает сроки восстановления плодородия рекультивируемых земель для сельскохозяйственного использования?
5. Сколько лет требуется для биологической рекультивации земель с нанесенным плодородным слоем почвы?
6. Сколько времени занимает восстановление плодородия на землях без нанесенного плодородного слоя, но с плодородными породами?
7. Какой минимальный срок необходим для рекультивации малопродуктивных угодий с нанесением плодородного слоя почвы?
8. Какие сельскохозяйственные культуры рекомендуется включать в ассортимент при биологической рекультивации?
9. Почему выращивание пропашных культур и корнеплодов в период освоения не допускается?
10. Когда следует производить посев зерновых культур на землях с нанесенным плодородным слоем?
11. Какие меры применяются для восстановления плодородия и стимулирования роста лесных культур на рекультивируемых площадях в первый год?
12. Какие виды лесных культур рекомендуются для посадки на рекультивируемых землях и в каком соотношении?
13. Как определяется экологическая эффективность капитальных вложений в рекультивацию и освоение земель?

Практическая работа №3

Тема: Разработка способов рекультивации земель дифференцированно по видам нарушений.

Цель работы:

1) Изучить способы рекультивации земель дифференцированно по видам нарушений.

Краткие сведения из теории

Способы рекультивации земель

Рекультивация — это комплекс мероприятий, направленных на восстановление нарушенных земельных участков с целью возвращения их к экологически безопасному и продуктивному состоянию. В зависимости от характера нарушения, типа земель и целей восстановления применяются различные методы. Ниже представлены основные способы рекультивации с подробным описанием.

Ход выполнения работы

1. Горная рекультивация

Этот способ применяется на горных выработках, карьерах и рудниках. Он включает восстановление нарушенных горных пород и рудных отвалов, а также создание условий для восстановления природных ландшафтов.

Мероприятия:

1. Уплотнение и стабилизация отвалов с помощью геотекстилей или специальных грунтовых смесей.
2. Засев трав или посадка деревьев для укрепления поверхности и предотвращения эрозии.
3. Восстановление гидрологических условий (создание водоемов, дренажных систем).

2. Агроэкологическая рекультивация

Этот метод направлен на восстановление плодородия почв для последующего использования в сельском хозяйстве.

Мероприятия:

1. Внесение органических удобрений (навоз, компост).
2. Посев многолетних трав или сельскохозяйственных культур для закрепления почвы.
3. Восстановление структуры почвы за счет внесения песка, торфа или специальных добавок.

3. Лесовосстановление

Посадка деревьев и кустарников на нарушенных территориях с целью восстановления лесных экосистем.

Мероприятия:

1. Выбор подходящих видов деревьев в зависимости от климатических условий.

2. Создание лесных насаждений с учетом требований к почве и гидрологическому режиму.

3. Использование посадочного материала с высокой приживаемостью.

4. Гидротехническая рекультивация

Метод включает создание водоемов, дренажных систем, террас и других гидротехнических сооружений для регулирования водного режима.

Мероприятия:

1. Обустройство дренажных каналов для отвода избыточной влаги.

2. Создание искусственных водоемов или прудов для накопления воды и повышения влажности почвы.

3. Формирование террас на склонах для уменьшения стока воды и предотвращения эрозии.

5. Мелиорация

Это комплекс мероприятий по улучшению условий для сельского хозяйства за счет изменения водного режима почв.

Мероприятия:

1. Осушение заболоченных участков (осушительные каналы).

2. Увлажнение сухих участков (пророшенные системы орошения).

3. Внесение специальных добавок (например, извести) для повышения кислотности или улучшения структуры почвы.

6. Биологическая рекультивация

Использование живых организмов — растений, микроорганизмов и животных — для восстановления природных экосистем.

Мероприятия:

1. Посадка травяных покровов или кустарниковых растений для закрепления почвы.

2. Введение микроорганизмов (биопрепаратов) для повышения плодородия почвы.

3. Использование животных (например, коз или овец) для естественного удобрения земли.

7. Техногенная рекультивация

Использование специальных технологий и материалов для стабилизации поверхности нарушенных территорий.

Мероприятия:

1. Засыпка выработанных пространств специальными грунтами или геоматериалами.

2. Укрепление поверхности геотекстилями или георешетками.

3. Создание искусственных слоев грунта с необходимыми свойствами (например, плодородной смеси).

8. Комбинированные методы

Это сочетание нескольких способов в зависимости от конкретной ситуации: например, сначала проводят гидротехническую работу по регулированию водного режима, затем высаживают деревья или травы для закрепления почвы, а также используют агроэкологические мероприятия по

повышению плодородия.

Контрольные вопросы

1. Что такое рекультивация и какова её основная цель?
2. Какие основные способы рекультивации земель выделены в тексте?
3. В чем заключается суть горной рекультивации и на каких объектах она применяется?
4. Какие мероприятия входят в горную рекультивацию?
5. Для чего используется агроэкологическая рекультивация и какие мероприятия в неё входят?
6. Какое значение имеет лесовосстановление и какие мероприятия включают этот способ?
7. Что включает в себя гидротехническая рекультивация и каковы её основные мероприятия?
8. В чем заключается мелиорация земель и какие мероприятия к ней относятся?
9. Как используют биологическую рекультивацию для восстановления природных экосистем?
10. Какие технологии применяются при техногенной рекультивации?
11. В чем заключается идея комбинированных методов рекультивации и почему их используют?
12. Какие мероприятия могут предварять посадку деревьев при восстановлении нарушенных территорий?
13. Почему важно восстанавливать гидрологические условия при горной рекультивации?
14. Какие материалы могут использоваться для стабилизации поверхности при техногенной рекультивации?
15. Как микроорганизмы помогают в биологической рекультивации почвы?

Практическая работа №4

Тема: Рекультивация земель, загрязненных радионуклидами.

Цель работы:

1) Оценить влияние водного режима на интенсивность поступления радионуклидов в сельскохозяйственной продукции.

Краткие сведения из теории

Мелиоративное и водохозяйственное строительство на загрязненных радионуклидами территориях в результате катастрофы на ЧАЭС преследует следующие цели:

- 1) Создание МС, обеспечивающих получение сельскохозяйственной продукции с допустимыми уровнями содержания в ней радионуклидов.
- 2) Создание систем инженерной защиты чистых территорий от переноса на них радионуклидов с загрязненных территорий.
- 3) Уменьшение влияния облучения, работающего персонала.

Ход выполнения работы

При выборе первоочередных объектов мелиорации в зоне загрязнения, предпочтения следует отдавать чистым уровням загрязнения территорий. При этом на находящихся вблизи или внутри мелиорируемых объектов участков с высоким уровнем загрязнения долины, обязательно проектироваться системы, локализации радионуклидов на месте выпадения.

Следует также иметь ввиду, что по мере накопления новых данных о поведении радионуклидов в системе «Грунтовые воды – почва – растения» и разработки новых технологий реабилитации загрязненных радионуклидами земель, начнется новый этап постепенного освоения выведенных из сельскохозяйственного использования угодий. Поэтому уже на 1-м этапе использования загрязненных земель необходимо исполнить те мероприятия, которые в последующем могут помешать принятию мер по радионуклидному выносу радионуклидов с растительной продукции.

Загрязненные земли в зависимости от вида и уровня загрязнения или показателей вредного воздействия на здоровье человека и окружающую среду используют следующим образом:

- переводят в земли запаса для консервации в случае невозможности обеспечения безопасности здоровья, а также при отсутствии эффективных технологий восстановления загрязненных земель;
- используют по целевому назначению с установлением особых условий их использования;
- используют без установления особых условий их использования.

Опасность радиоактивного загрязнения может быть определена следующими показателями:

- излучением радионуклидов в реакциях деления тяжелых ядер;
- продолжительностью существования данного радионуклида, т.е.

периодом полураспада;

- биологической подвижностью и усвояемостью организмом;
- способностью аккумулироваться в органах и тканях;
- длительностью пребывания в организме (периодом полувыведения –

это время, в течение которого содержание радионуклидов в организме снижается в 2 раза в результате метаболических процессов и функционирования выделительных систем).

Наиболее опасными являются йод-131, стронций-90 и цезий-137. Они отличаются наибольшей подвижностью.

Йод, стронций и цезий характеризуются высоким выходом в реакциях деления, а радиоактивные изотопы йода и стронция – высокой способностью к аккумуляции: йод – в щитовидной железе, стронций – в костной ткани. Радиоактивные вещества, осевшие на поверхность почвы, вступают во взаимодействие с почвенными частицами. Почва – хороший поглотитель для радионуклидов, в целом не менее 50 %.

Поглощенные радионуклиды прочно удерживаются почвой, в результате чего миграция в более глубокие горизонты крайне ограничена. Даже в условиях промывания поверхностно загрязненных почв дождями и талыми водами в течение нескольких лет не происходит заметного перемещения радиоактивного загрязнения по профилю почвы.

При вспашке происходит перемешивание радионуклидов с почвой всего пахотного слоя.

Поглощение и фиксация радионуклидов почвой затрудняет их усвоение корневой системой. Поэтому поступление радионуклидов из почвы в растения в десятки раз меньше, чем из водного раствора, т.е. почва представляет собой мощный барьер на пути миграции радионуклидов по пищевым цепочкам.

Неодинаковые размеры поступления отдельных радионуклидов из почвы в растения обуславливают биологическая избирательная способность растений к усвоению различных химических веществ и отличия физикохимических свойств радионуклидов

Самым высоким накоплением радионуклидов отличаются бобовые растения, в том числе горох. Очень высоким радиоактивным загрязнением отличаются кормовые травы. Для возделывания необходимо подобрать такие культуры и сорта, в урожай которых поступает минимальное количество радионуклидов. Например, в зерне кукурузы, проса, риса накапливаются минимальные количества стронция-90, однако по содержанию цезия-137 рис приближается к бобовым культурам. Надземные вегетативные органы загрязняются стронцием-90 примерно в 10 раз больше, а цезием-137 в 3 – 5 раз, чем зерно, плоды, клубни, корнеплоды.

На поведение радионуклидов влияют: кислотность почвы, емкость поглощения, количество и состав обменных катионов, содержание гумуса, минералогический состав почвы.

С увеличением кислотности почвы уменьшается прочность связи поглощенных радионуклидов с почвенными частицами, и чем выше

кислотность почвы, тем больше радионуклидов поступает в растения. Известкование кислых почв снижает их поступление в растения.

Из почв с высоким содержанием гумуса, с большой емкостью поглощения, с высокой степенью насыщенности обменными катионами радионуклиды поступают в растения в меньших количествах.

Фосфорные и калийные удобрения снижают поступление стронция-90 и цезия-137. Азотные удобрения либо никакого влияния не оказывают, либо незначительно увеличивают переход радионуклидов из почвы в растения.

Наиболее благоприятными, с точки зрения получения урожая пониженного радиоактивного загрязнения, будут почвы с высоким плодородием – серые лесные, каштановые, черноземы.

Контрольные вопросы

1. Какие основные цели мелиоративного и водохозяйственного строительства на загрязненных радионуклидами территориях после аварии на ЧАЭС?
2. Почему при выборе объектов мелиорации предпочтение следует отдавать территориям с низким уровнем загрязнения?
3. Какие меры необходимо предусматривать при проектировании систем локализации радионуклидов на загрязненных участках?
4. Как со временем изменится подход к освоению и использованию загрязненных земель в связи с развитием технологий реабилитации?
5. В каких случаях загрязненные земли переводят в земли запаса для консервации?
6. Какие показатели определяют опасность радиоактивного загрязнения территории?
7. Почему йод-131, стронций-90 и цезий-137 считаются наиболее опасными радионуклидами?
8. Как происходит взаимодействие радионуклидов с почвой и почему почва служит хорошим поглотителем радионуклидов?
9. Почему миграция радионуклидов в глубинные горизонты почвы ограничена?
10. Как вспашка влияет на распределение радионуклидов в почвенном профиле?
11. Почему почва является мощным барьером для миграции радионуклидов по пищевым цепочкам?
12. Какие растения склонны к накоплению радионуклидов, и какие культуры рекомендуется выращивать для минимального их поступления в урожай?
13. В чем заключается разница в накоплении радионуклидов между

- надземными органами растений и зерном или плодами?
14. Как физико-химические свойства почвы влияют на поведение радионуклидов?
 15. Как кислотность почвы влияет на поступление радионуклидов в растения, и что можно сделать для снижения этого процесса?
 16. Каким образом внесение фосфорных и калийных удобрений влияет на уровень радионуклидов в растениях?
 17. Почему черноземы и серые лесные почвы считаются наиболее благоприятными для получения урожая с низким радиоактивным загрязнением?
 18. Какие факторы определяют биологическую подвижность радионуклидов в почве и растениях?
 19. Какое влияние оказывает содержание гумуса и обменных катионов на миграцию радионуклидов из почвы в растения?
 20. Какие меры можно предпринять для снижения поступления радионуклидов в сельскохозяйственную продукцию на загрязненных территориях?

Практическая работа №5

Тема: Проектирование водозадерживающих балок и мероприятий по борьбе с водной эрозией овражно-балочных земель.

Цель работы:

- 1) Изучить особенности овражно-балочных земель и причины их эрозии.

Краткие сведения из теории

Агротехнические меры борьбы с эрозией почв являются весьма доступными и требуют мало дополнительных затрат. К ним относятся: обработка и посев поперек склона, бороздование и обвалование зяби, глубокое рыхление почвы, полосное рыхление, кротование, щелевание, удобрение эродированных почв, создание мощного растительного покрова для защиты почв от эрозии.

Поперечная обработка и посев поперек склона являются весьма эффективными приемами борьбы с эрозией почв. В результате такой обработки и посева создаются незначительные понижения поперек склона, способствующие задержат влаги и уменьшению стока талых и дождевых вод. Этот агротехнический прием получил всеобщее признание. При поперечной обработке почв на склонах повышается урожай сельскохозяйственных культур на 5-20%, уменьшается смыв почв.

Ход выполнения работы

Бороздование обвалование зяби. На более крутых (круче 5°) и длинных склонах поперечная обработка не может задержать сток вод и защитить почву от разрушения. Необходимо проводить бороздование и обвалование зяби. Наиболее совершенными являются прерывистое бороздование и обвалование с перемычками. При проведении сплошных борозд и валиков без перемычек отклонение их от горизонталей может вызвать сток вод и размыв борозды и валики.

Борозды поперек склона делаются одновременно со вспашкой специальными приспособлениями. Бороздование зяби, сокращает смыв почвы в 1,5 раза. Обвалование зяби - создание поперек склона или по горизонталям валиков для задержания талых вод и смываемой почвы можно проводить, удлинив у предпоследнего тракторного плуга отвал.

Глубокое рыхление, кротование. щелевание. Глубокое рыхление проводится для уничтожения плужной подошвы и увеличения водопроницаемости почвы. Рыхление зяби, проведенное поздно осенью полосами шириной 2-2,5м через 20м на глубину 35-37 см, сократило смыв почвы с 20,0 м³/га до 6,33 м³/га, урожай же вико-овсяной смеси возрос на 14,5%.

Для внутрипочвенного поглощения влаги, а следовательно, уменьшения стоки и смыва, проводится кротование специальными плугами на глубину 40-50 см. В последнее время распространение получило щелевание. Для

проведения шелей в почве используют ножи различной конструкции, укрепленные к корпусам обычных ПЛУГОВ. Образовавшиеся при этом щели заполняются торфом или соломой, что увеличивает их водопоглощающую способность, уменьшает заплывание и промерзание их зимой, а летом - иссушение почвы. На наш взгляд, щелевание с заполнением пустот торфом является очень перспективным в условиях Белоруссии.

Бозотвальная обработка почв. Обработка склоновых эродированных почв плоскорезами без оборота пласта способствует увеличению содержания влаги в почве. Запас влаги при безотвальной обработке как вдоль, так и поперек склона был выше, чем при поперечной вспашке. Повышался также урожай сельскохозяйственных культур и уменьшался смыв почвы при обработке почв без оборота пласта. Исследования БелНИИПА показали, что обработка без оборота пласта может проводиться до 4 лет подряд, после чего требуется однократная вспашка, за которой может следовать очередной период бесплужной обработки.

Эти мероприятия в основном направлены на борьбу с овражной эрозией.

Напашное террасирование. Известно, что с уменьшением крутизны склонов уменьшается или прекращается эрозия почв. Создавая на склоне террасы, мы разбиваем его на ряд горизонтальных полос. Однако создание террас при помощи землеройной техники в условиях Беларуси является неперспективным. В связи с этим широкое распространение должно получить напашное террасирование. Оно состоит в том, что при обработке почвы на склонах в результате, сдвига ее вниз по склону на рубежах полей создаются напашные террасы.

В нашей республике напашные террасы встречаются часто, хотя они создавались не целенаправленно, а возникли по рубежам бывших крестьянских полос.

Устройство распылителей концентрированного стока. Сток талых и дождевых вод на склонах в виде водных струй и потоков вызывает образование промоин и оврагов. Все вышеописанные противоэрозионные мероприятия направлены на прекращение и уменьшение стока и препятствуют возникновению концентрированного стока.

Для распыления концентрированного стока на пути водотока в шахматном порядке устанавливаются серии валиков, а также водоотводящие валики и канавы. Важно, чтобы весной в период снеготаяния специально выделенные работники вели наблюдения за полями и концентрированные струи распыляли, отводили в задернованные водотоки. Известно, что гораздо легче распылить или отвести концентрированный сток талых вод, чем вести борьбу с образовавшимися оврагами.

Создание водозадерживающих валов с канавами и валов с широким основанием. Для задержания сточных вод в верхних частях склонов и перед вершинами оврагов устраиваются валы с широким основанием и валы с канавами. Валы с широким основанием имеют высоту 0,4-0,5 м и ширину основания 3-4 м. Откосы валов пологие, по ним может проходить

сельскохозяйственная техника.

Валы с канавами устраиваются перед вершинами оврагов и реже на склонах. Канавы делаются шириной по верху 3,5 м и по низу 0,5 м, глубиной 1 м, на расстоянии около 2 м от канавы ниже по склону насыпается вал высотой 0,75 м, шириной по основанию 3 м и по верху 0,5 м. В зависимости от величины стока устраивают несколько таких валов с канавами. Для возведения их используется землеройная техника. Валы с канавами и валы с широким основанием следует обсеивать травами и обсаживать деревьями и кустарниками, чтобы они меньше разрушались и лучше задерживали сточные воды.

Контрольные вопросы

1. Какие агротехнические меры борьбы с эрозией почв считаются наиболее доступными и требуют минимальных затрат?
2. В чем заключается эффективность поперечной обработки и посева поперек склона в борьбе с эрозией?
3. Какое влияние оказывает поперечная обработка почв на урожайность и смыв почвы?
4. Почему при крутых и длинных склонах необходимо использовать бороздование и обвалование зяби вместо простой поперечной обработки?
5. Какие виды бороздования и обвалования зяби считаются наиболее эффективными?
6. Как проводится глубокое рыхление почвы, и какие его преимущества для борьбы с эрозией?
7. Что такое кротование и щелевание, и как они помогают уменьшить сток воды и смыв почвы?
8. Почему обработка без оборота пласта считается эффективной для увеличения влажности почвы и снижения смыва?
9. Какие особенности имеют напашные террасы, и почему их создание в Беларуси считается неперспективным?
10. Что такое напашное террасирование, и как оно помогает уменьшить эрозию на склонах?
11. Как создаются распылители концентрированного стока, и зачем они нужны?
12. Почему важно вести наблюдение за полями весной в период снеготаяния для распыления или отвода концентрированного стока?
13. Какие типы валов используются для задержания сточных вод, и как они устроены?
14. В чем заключается разница между валами с канавами и валами с

широким основанием?

15. Почему рекомендуется обсеивать травами и сажать деревья на валах для задержания воды?
16. Какие преимущества дает создание водоотводных валов перед вершинами оврагов?
17. Как использование землеройной техники способствует сооружению валов с канавами и широкими основаниями?
18. Какие меры необходимо предпринимать для предотвращения разрушения противоэрозионных сооружений в условиях сельскохозяйственного использования?
19. В чем заключается роль специальных приспособлений при выполнении бороздования и обвалования зяби?
20. Какие основные цели достигаются при применении перечисленных агротехнических мероприятий против эрозии почв?

3 Раздел контроля знаний
Перечень вопросов, выносимых на экзамен
по дисциплине «Рекультивация и охрана земель»

Перечень вопросов, выносимых на экзамен

1. Понятие «Рекультивация земель». Различия между рекультивацией и мелиорацией.
2. Виды нарушенных земель.
3. Техническая рекультивация.
4. Биологическая рекультивация.
5. Использование рекультивированных земель.
6. Подготовительные и полевые работы при разработке проектов рекультивации.
7. Топографические и почвенно-обследовательские работы при разработке проектов рекультивации.
8. Проектные работы по рекультивации и изготовление документов.
9. Порядок проектирования вертикальной планировки.
10. Составление плана организации рельефа и картограммы земляных работ.
11. Особенности рекультивации выработанных торфяников.
12. Особенности мелиорации земель, загрязненных тяжелыми металлами.
13. Особенности мелиорации земель, загрязненных радионуклидами.
14. Особенности детоксикации загрязненных почв.
15. Особенности полигонов твердых отходов.
16. Особенности мелиорации подземных структур.
17. Основные проблемы охраны окружающей среды Беларуси.
18. Земля как объект использования и охраны.
19. Земельный фонд Республики Беларусь.
20. Основные направления деятельности в области охраны земель и почв.
21. Нормативно-правовое регулирование использования и охраны земель.
22. Учет земель и ведение государственного земельного кадастра.
23. Мониторинг земель.
24. Основные антропогенные воздействия на земли и слагающие их почвы.
25. Виды эрозионных процессов в почвах и причины возникновения эрозии.
26. Меры борьбы с плоскостной эрозией почв.
27. Борьба с оврагами.
28. Борьба с оползнями грунта.
29. Борьба с ветровой эрозией.
30. Основные виды химических воздействий на почву.
31. Опустынивание почв и борьба с опустыниванием.
32. Основные проблемы окружающей среды.
33. Влияние мелиорации на окружающую среду.
34. Природоохранные мероприятия в условиях мелиорации.
35. Мелиоративный фонд Республики Беларусь и его освоение.
36. Качественная оценка земель мелиоративного фонда.

37. Особенности планирования и организации мелиоративных и рекультивационных работ.

38. Экономическое обоснование мелиорации и рекультивации земель.

4 Вспомогательный раздел
Учебная программа по дисциплине
«Рекультивация и охрана земель» для студентов специальности 7-
06-0521-01 «Экология»

Р-1 2023

Учреждение образования
«Брестский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе БрГТУ

М.В.Нерода

« 21 » 12 2023 г.

Регистрационный № УД-13-1-032уч.

Рекультивация и охрана земель

Учебная программа учреждения высшего образования по учебной дисциплине
для специальности:
7-06-0521-01 «Экология»

2023

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта ОСВО 7-06-0521-01-2023, учебного плана специальности 7-06-0521-01 «Экология»

СОСТАВИТЕЛЬ:

Мешик О.П., доцент кафедры природообустройства, кандидат технических наук, доцент

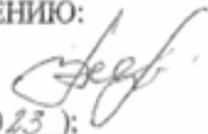
РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Грядунова О.И., заведующий кафедрой географии и природопользования учреждения образования «Брестский государственный университет имени А.С.Пушкина», кандидат географических наук, доцент

Басов С.В., доцент кафедры инженерной экологии и химии учреждения образования «Брестский государственный технический университет», кандидат технических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой природообустройства
Заведующий кафедрой
(протокол № 5 от 17.11.2023);

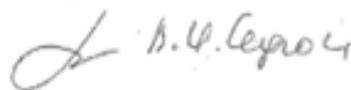

В.В.Мороз

Методической комиссией факультета инженерных систем и экологии

Председатель методической комиссии
(протокол № 2 от 19.12.2023);


В.Г.Новосельцев

Научно-методическим советом БрГТУ (протокол № д от 21.12.2023)

Методический совет

Н.В.Серов

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Место учебной дисциплины

В настоящее время стратегия ресурсно-потребительского развития человеческого общества полностью себя исчерпала, и возобладало понимание внедрения новых подходов, основанных на природосберегающих и созидательных принципах. Антропогенное воздействие на отдельные компоненты природы неизбежно затрагивает почвенный покров, который деградирует в результате химического загрязнения, нарушения водного, воздушного, теплового и др. режимов. Особое место занимает деградация земель и почв, вызванная изменением форм рельефа земной поверхности, использования поверхностной оболочки земли для складирования, накопления отходов человеческой деятельности и промышленного производства. В этой связи, дисциплина «Рекультивация и охрана земель» полностью отвечает необходимости разработки инновационных ресурсосберегающих технологий создания и восстановления природно-техногенных комплексов и инженерных систем природообустройства на естественных и антропогенно-преобразованных землях.

Содержание учебной программы дисциплины «Рекультивация и охрана земель» направлено на понимание сущности рекультивации земель, методологических принципов ее проведения и реализации государственной природоохранной политики.

Цель преподавания учебной дисциплины: формирование у магистрантов знаний, умений и навыков по теоретическим основам и методам восстановления нарушенных и загрязненных земель при различных способах их хозяйственного использования, а также проектирования, организации и технологии рекультивации земель с учетом требований по их охране.

Задачи учебной дисциплины:

- освоение методологических принципов рекультивации земель;
- обоснованный выбор направления использования нарушенных земель;
- изучение особенностей этапов проведения рекультивации земель и технологий по их реализации;
- обоснование способов рекультивации земель по видам нарушений;
- оценка эффективности рекультивации нарушенных земель.

В результате освоения содержания дисциплины магистрант приобретает знания, умения и навыки, обеспечивающие достижение целей основной образовательной программы.

В результате усвоения дисциплины магистрант должен знать:

- существующие и перспективные виды и методы рекультивации земель и пути их совершенствования и модернизации;
- способы рационального использования и охраны земель;
- приоритетные направления научных исследований в области рекультивации и охраны земель.

В результате усвоения дисциплины магистрант должен уметь:

- оценивать природные условия для обоснования необходимости, возможности и целесообразности рекультивационных и природоохранных мероприятий при обустройстве территорий;
- применять теоретические знания и практические навыки по проектированию инженерных систем природообустройства;
- осуществлять выбор конструкций систем природно-техногенных комплексов на основе составления моделей и прогноза изменений в окружающей среде с эколого-экономическим и научным обоснованием принимаемых решений.

В результате усвоения дисциплины магистрант должен владеть:

- навыками анализа и оценки потенциальной опасности объектов экономики для земельных ресурсов и почвенного покрова;
- навыками применения полученной информации при разработке технологий, методов и способов рекультивации нарушенных земель.

В соответствии с учебным планом специальности 7-06-0521-01 «Экология», изучение учебной дисциплины должно обеспечить формирование у магистрантов следующей компетенции: СК-3 – быть способным анализировать, прогнозировать, оценивать влияние планируемой и осуществляемой хозяйственной деятельности на окружающую среду, научно обосновывать и разрабатывать природоохранные мероприятия, применять экологические нормы и правила в практической деятельности.

Учебная дисциплина «Рекультивация и охрана земель» входит в модуль «Экологический инжиниринг» компонента учреждения высшего образования учебного плана специальности 7-06-0521-01 «Экология». Она тесно связана с учебной дисциплиной «Инновационные технологии в области экологии и охраны окружающей среды», входящей в модуль «Современные вопросы экологии» государственного компонента учебного плана специальности.

План учебной дисциплины для дневной формы получения углубленного высшего образования (магистратуры)

Код специальности направления специальности	Наименование специальности (направления специальности)	Курс	Семестр	Всего академических часов	Количество зачетных единиц	Аудиторных часов (в соответствии с учебным планом УВО)					Академических часов на основной проект (лаборату)	Форма промежуточной аттестации
						Всего	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Семинары		
7-06-0521-01	Экология	1	2	100	3,0	42	22	-	20	-	-	экзамен

План учебной дисциплины для заочной формы получения
углубленного высшего образования (магистратуры)

Код специальности направления специальности	Наименование специальности (направления специальности)	Курс	Семестр	Всего академических часов	Количество зачетных единиц	Аудиторных часов (в соответствии с учебным планом УВО)					Академических часов на основной проект (лаб. раб.)	Форма промежуточной аттестации
						Всего	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Семинары		
7-06-0521-01	Экология	1	2	100	3,0	12	6	-	6	-	-	экзамен

1. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1.1. ЛЕКЦИОННЫЕ ЗАНЯТИЯ, ИХ СОДЕРЖАНИЕ

Тема 1. Общие сведения о рекультивации земель

Понятие о рекультивации земель. Структура и состояние земельного фонда Республики Беларусь. Объекты рекультивации. Классификация и виды нарушенных земель. Направления использования рекультивированных земель (сельскохозяйственное, лесохозяйственное, рыбохозяйственное, водохозяйственное, рекреационное, строительное, санитарно-эстетическое).

Тема 2. Этапы рекультивации нарушенных земель

Общие сведения об этапах рекультивации. Подготовительный этап рекультивации (стадии разработки проектной документации, выбор направления использования нарушенных земель, рекультивационный режим, назначение показателей рекультивационного режима). Технический этап рекультивации: виды рекультивации: структурно-проектные (профилирование, террасирование, планировка, землевание, торфование, кольматаж, создание экранов, удаление ненужной древесно-кустарниковой растительности, пней, камней, разделка кочек), химические (известкование, гипсование, внесение сорбентов, органических и неорганических удобрений), гидротехнические (осушение, орошение, увлажнение, борьба с затоплением и подтоплением, регулирование сроков затопления поверхностными водами), теплотехнические (мульчирование, грядование, обогрев, применение утеплителей); обоснование способов рекультивации; технологии землевания и планировки нарушенных земель; понятие о рекультивационном слое, его состав и мощность; инженерно-экологические (мелиоративные) системы для целей рекультивации. Биологический этап рекультивации: стадии биологической рекультивации (предварительная, целевая); эволюция растительного покрова на нарушенных (разрушенных) землях, три этапа естественного восстановления растительного покрова, состав естественных авангардных растительных сообществ, приуроченность растений к вскрышным породам, формирование молодых почв на нарушенных землях, интенсивность накопления гумуса в естественных условиях, генезис молодых

почв и урбаноземов, состав растений для предварительной стадии рекультивации.

Тема 3. Способы рекультивации по видам нарушений

Рекультивация карьерных выемок и отвалов: внутренние и внешние отвалы, карьерные выемки, гидроотвалы, хвостохранилища, вскрышные породы, классификация вскрышных пород по пригодности к биологической рекультивации, обоснование направления использования, основной состав работ: планировка, террасирование откосов, организация поверхностного стока, строительство гидротехнической сети, землевание, создание рекультивационного слоя, благоустройство и озеленение, формирование устойчивого растительного покрова. Рекультивация выработанных торфяников: фрезерные поля, карьеры гидравлического и экскаваторного способа добычи торфа, оценка состояния существующей осушительной сети, обоснование направления использования, основной состав работ: предварительное мелиоративное обустройство, строительство или реконструкция осушительной сети, планировка, известкование, особенности биологической рекультивации для создания земель сельскохозяйственного и лесохозяйственного назначения. Рекультивация земель, нарушенных при строительстве линейных сооружений: дорог, трубопроводов, каналов, подземных кабельных линий и т.д., особенность рекультивации нарушенных земель при подвижном характере производства основных строительных работ и в полосе земледелия, основной состав работ: ликвидация временных сооружений, планировка и обустройство выемок и насыпей, противоэрозионные мероприятия, землевание (торфование), создание рекультивационного слоя, посев зональных дикорастущих трав, создание условий для производства сельскохозяйственных культур. Рекультивация и обустройство свалок и полигонов: виды свалок, выбор места под организацию свалок, конструкции свалок, строительство, обустройство и рекультивация свалок в соответствии с направлением их последующего использования, озеленение, контроль за биогеохимическими процессами в складываемых отходах и химическим составом дренажных и поверхностных вод.

Тема 4. Рекультивация загрязненных земель

Химическое загрязнение геосистем и принципы рекультивации: понятие о загрязнении геосистем, изменения свойств геосистем, межкомпонентные связи, виды и источники загрязнения, объекты рекультивации, состав инженерно-экологических исследований, экологическая оценка загрязненных земель, причины загрязнения, направления использования загрязненных земель, биологические, геохимические, технологические и механические барьеры, нейтрализация, удаление, разложение и консервация загрязняющих веществ, три уровня рекультивации (очистки) загрязненных земель, инженерно-экологические системы на загрязненных землях, состав, способы создания и управления. Рекультивация земель, загрязненных тяжелыми металлами: культивирование устойчивых к загрязнению культурных и дикорастущих растений, фиторекультивация, регулирование подвижности

тяжелых металлов в почве, сорбенты, регулирование соотношения химических элементов в почве, создание рекультивационного слоя. Рекультивация земель, загрязненных нефтью и нефтепродуктами: удаление подвижных нефтепродуктов, локализация зоны загрязнения, активная аэрация почвы, дегазация подпочвенных горизонтов, активизация почвенных деструкторов углеводов, мульчирование, культивирование нефтетолерантных растений, агромелиоративные мероприятия, внесение биодеструкторов, регулирование водного и питательного режимов. Рекультивация земель, загрязненных пестицидами: активизация почвенной микроорганизмов, внесение биодеструкторов, ультрафиолетовое облучение почв и растений, регулирование питательного режима почв, агротехнические и агромелиоративные мероприятия, регулирование кислотности, внесение сорбентов, культивирование специальных видов растений для очистки почвы.

Тема 5. Восстановление сельскохозяйственных земель

Причины нарушения (разрушения) агрогеосистем, мероприятия по борьбе с опустыниванием, лесотехнические мероприятия, восстановление нарушенных земель в результате проявления эрозионных процессов, засоления, заболачивания, подтопления и затопления.

Тема 6. Мониторинг и охрана земель

Основные направления деятельности в области охраны земель и почв. Нормативно-правовое регулирование использования и охраны земель. Учет земель и ведение государственного земельного кадастра. Мониторинг земель.

1.2. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ, ИХ СОДЕРЖАНИЕ

1. Техническая рекультивация земель под сельскохозяйственное использование.
2. Биологическая рекультивация сельскохозяйственных земель.
3. Разработка способов рекультивации земель дифференцированно по видам нарушений.
4. Рекультивация земель, загрязненных радионуклидами.
5. Проектирование водозадерживающих балок и мероприятий по борьбе с водной эрозией овражно-балочных земель.

2.1. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
для дневной формы получения углубленного высшего образования
(магистратуры)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов				Количество часов самост. работы	Форма контроля знаний
		Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Семинарские занятия		
1	Общие сведения о рекультивации земель				-	6	Устный опрос на лекции. Письменный отчет
2	Этапы рекультивации нарушенных земель				-	10	Устный опрос на лекции. Письменный отчет
3	Способы рекультивации по видам нарушений				-	14	Устный опрос на лекции. Письменный отчет
4	Рекультивация загрязненных земель				-	14	Устный опрос на лекции. Письменный отчет
5	Восстановление сельскохозяйственных земель				-	8	Устный опрос на лекции. Письменный отчет
6	Мониторинг и охрана земель				-	6	Устный опрос на лекции. Письменный отчет
	Итого:	2		0	-	58	Реферат. Экзамен

2.2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ для заочной формы получения углубленного высшего образования (магистратуры)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов				Количество часов самост. работы	Форма контроля знаний
		Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Семинарские занятия		
1	Общие сведения о рекультивации земель				-	7	Устный опрос на лекции. Письменный отчет
2	Этапы рекультивации нарушенных земель				-	19	Устный опрос на лекции. Письменный отчет
3	Способы рекультивации по видам нарушений				-	25	Устный опрос на лекции. Письменный отчет
4	Рекультивация загрязненных земель				-	19	Устный опрос на лекции. Письменный отчет
5	Восстановление сельскохозяйственных земель				-	11	Устный опрос на лекции. Письменный отчет
6	Мониторинг и охрана земель				-	7	Устный опрос на лекции. Письменный отчет
	Итого:				-	88	Реферат. Экзамен

3. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

3.1. Перечень литературы (учебной, учебно-методической, научной, нормативной и др.)

Основная:

1. Лагун, Т. Д. Мелиорация и рекультивация земель : учебник. – Минск : ИВЦ Минфина, 2017. – 375 с.

2. Лагун, Т. Д. Мелиорация и рекультивация земель : лабораторный практикум. – Минск : ИВЦ Минфина, 2012. – 208 с.

3. Желязко, В. И. Мелиорация, рекультивация и охрана земель : пособие / В. И. Желязко, Т. Д. Лагун. – Горки : БГСХА, 2016. – 276 с.

4. Галай, Е. И. Использование природных ресурсов и охрана природы. – Минск : Амалфея, 2008. – 252 с.

5. Маврищев, В. В. Экология : учебник. – Минск : Вышэйшая школа, 2020. – 523 с.

6. Демичев, Д. М. Экологическое право : учебник. – Минск : Вышэйшая школа, 2007. – 494 с.

Дополнительная:

7. Лихацевич, А. П. Сельскохозяйственные мелиорации : учебник / А. П. Лихацевич, М. Г. Голченко, Г. И. Михайлов. – Минск : ИВЦ Минфина, 2010. – 464 с.

8. Маврищев, В. В. Основы экологии : учебник. – Минск : Вышэйшая школа, 2007. – 447 с.

9. ТКП 45-3.04-8-2005 (02250) Мелиоративные системы и сооружения. Нормы проектирования. – Минск : Минстройархитектуры, 2006. – 105 с.

10. Практика рекультивации загрязненных земель : учеб. пособие / под. ред. Ю. А. Мажайского. – Рязань : ФГБОУ ВПО РГГУ, 2012. – 604 с.

11. Практика рекультивации загрязненных и нарушенных земель : учеб. пособие / под. ред. Ю. А. Мажайского. – Рязань : ФГБОУ ВПО РГГУ, 2013. – 452 с.

3.2. Перечень средств диагностики результатов учебной деятельности:

- устный опрос,
- письменный отчет по аудиторным (домашним) практическим упражнениям,
- реферат,
- экзамен.

3.3. Примерная тематика рефератов

- Пример (реальный) рекультивации земель.
- Особенности биологического этапа рекультивации земель.
- Особенности технического этапа рекультивации земель.
- Рекультивация земель (по видам нарушений).
- Экономическое обоснование рекультивации и охраны земель.
- Нормативно-правовое регулирование охраны земель.

3.4. Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Понятие «Рекультивация земель». Различия между рекультивацией и мелиорацией.
2. Виды нарушенных земель.
3. Техническая рекультивация.
4. Биологическая рекультивация.
5. Использование рекультивированных земель.

6. Подготовительные и полевые работы при разработке проектов рекультивации.

7. Топографические и почвенно-обследовательские работы при разработке проектов рекультивации.

8. Проектные работы по рекультивации и изготовление документов.

9. Порядок проектирования вертикальной планировки.

10. Составление плана организации рельефа и картограммы земляных работ.

11. Особенности рекультивации выработанных торфяников.

12. Особенности мелиорации земель, загрязненных тяжелыми металлами.

13. Особенности мелиорации земель, загрязненных радионуклидами.

14. Особенности детоксикации загрязненных почв.

15. Особенности полигонов твердых отходов.

16. Особенности мелиорации подземных структур.

17. Основные проблемы охраны окружающей среды Беларуси.

18. Земля как объект использования и охраны.

19. Земельный фонд Республики Беларусь.

20. Основные направления деятельности в области охраны земель и почв.

21. Нормативно-правовое регулирование использования и охраны земель.

22. Учет земель и ведение государственного земельного кадастра.

23. Мониторинг земель.

24. Основные антропогенные воздействия на земли и слагающие их почвы.

25. Виды эрозионных процессов в почвах и причины возникновения эрозии.

26. Меры борьбы с плоскостной эрозией почв.

27. Борьба с оврагами.

28. Борьба с оползнями грунта.

29. Борьба с ветровой эрозией.

30. Основные виды химических воздействий на почву.

31. Опустынивание почв и борьба с опустыниванием.

32. Основные проблемы окружающей среды.

33. Влияние мелиорации на окружающую среду.

34. Природоохранные мероприятия в условиях мелиорации.

35. Мелиоративный фонд Республики Беларусь и его освоение.

36. Качественная оценка земель мелиоративного фонда.

37. Особенности планирования и организации мелиоративных и рекультивационных работ.

38. Экономическое обоснование мелиорации и рекультивации земель.

3.5. Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы обучающихся по учебной дисциплине

Тема 1. Общие сведения о рекультивации земель

Классификация и виды нарушенных земель. Направления использования рекультивированных земель (сельскохозяйственное, лесохозяйственное, рыбохозяйственное, водохозяйственное, рекреационное, строительное, санитарно-эстетическое).

Рекомендуемая литература: [1], [3], [10], [11].

Тема 2. Этапы рекультивации нарушенных земель

Подготовительный этап рекультивации (рекультивационный режим, назначение показателей рекультивационного режима). Технический этап рекультивации: виды рекультивации: структурно-проектные (торфование, кольматаж, создание экранов), химические (внесение сорбентов), гидротехнические (осушение, орошение, увлажнение, борьба с затоплением и подтоплением, регулирование сроков затопления поверхностными водами), теплотехнические (мульчирование, обогрев); технологии землевания и планировки нарушенных земель; инженерно-экологические (мелиоративные) системы для целей рекультивации. Биологический этап рекультивации: эволюция растительного покрова на нарушенных (разрушенных) землях, формирование молодых почв на нарушенных землях, интенсивность накопления гумуса в естественных условиях, генезис молодых почв и урбаноземов, состав растений для предварительной стадии рекультивации.

Рекомендуемая литература: [1], [2], [3], [7], [9], [10], [11].

Тема 3. Способы рекультивации по видам нарушений

Рекультивация карьерных выемок и отвалов: гидроотвалы, хвостохранилища, вскрышные породы, классификация вскрышных пород по пригодности к биологической рекультивации, обоснование направления использования, основной состав работ: организация поверхностного стока, строительство гидротехнической сети, землевание, создание рекультивационного слоя, благоустройство и озеленение. Рекультивация выработанных торфяников: оценка состояния существующей осушительной сети, обоснование направления использования, основной состав работ: предварительное мелиоративное обустройство, строительство или реконструкция осушительной сети, планировка, особенности биологической рекультивации для создания земель сельскохозяйственного и лесохозяйственного назначения. Рекультивация земель, нарушенных при строительстве линейных сооружений: дорог, трубопроводов, каналов, особенность рекультивации нарушенных земель при подвижном характере производства основных строительных работ и в полосе землеотвода, основной состав работ: ликвидация временных сооружений, планировка и обустройство выемок и насыпей, противоэрозионные мероприятия, землевание (торфование), создание рекультивационного слоя, посев зональных дикорастущих трав, создание условий для производства сельскохозяйственных культур. Рекультивация и обустройство свалок и полигонов: выбор места под организацию свалок, конструкции свалок, строительство, обустройство и рекультивация свалок в соответствии с направлением их последующего использования, озеленение, контроль за

биогеохимическими процессами в складываемых отходах и химическим составом дренажных и поверхностных вод.

Рекомендуемая литература: [1], [2], [3], [7], [9], [10], [11].

Тема 4. Рекультивация загрязненных земель

Химическое загрязнение геосистем и принципы рекультивации: виды и источники загрязнения, объекты рекультивации, состав инженерно-экологических исследований, экологическая оценка загрязненных земель, причины загрязнения, направления использования загрязненных земель, биологические, геохимические, технологические и механические барьеры, нейтрализация, удаление, разложение и консервация загрязняющих веществ, инженерно-экологические системы на загрязненных землях, состав, способы создания и управления. Рекультивация земель, загрязненных тяжелыми металлами: фиторекультивация, регулирование подвижности тяжелых металлов в почве, сорбенты, регулирование соотношения химических элементов в почве, создание рекультивационного слоя. Рекультивация земель, загрязненных нефтью и нефтепродуктами: активная аэрация почвы, дегазация подпочвенных горизонтов, активизация почвенных деструкторов углеводов, мульчирование, культивирование нефтетолерантных растений, агрономические мероприятия, внесение биодеструкторов. Рекультивация земель, загрязненных пестицидами: внесение биодеструкторов, ультрафиолетовое облучение почв и растений, регулирование питательного режима почв, агротехнические и агрономические мероприятия, регулирование кислотности, внесение сорбентов, культивирование специальных видов растений для очистки почвы.

Рекомендуемая литература: [1], [2], [3], [10], [11].

Тема 5. Восстановление сельскохозяйственных земель

Мероприятия по борьбе с опустыниванием, восстановление нарушенных земель в результате засоления, заболачивания, подтопления и затопления.

Рекомендуемая литература: [1], [2], [3], [10], [11].

Тема 6. Мониторинг и охрана земель

Основные направления деятельности в области охраны земель и почв. Нормативно-правовое регулирование использования и охраны земель. Учет земель и ведение государственного земельного кадастра.

Рекомендуемая литература: [4], [5], [6], [8].