

ЛЕКЦИЯ 10. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ЗЕМЕЛЬ

1. *Виды нарушенных земель*
2. *Техническая и биологическая рекультивация*
 - 2.1. *Этапы рекультивации и использование рекультивируемых земель*
 - 2.2. *Очередность выполнения работ*

1. Виды нарушенных земель

Объектами рекультивации являются *нарушенные земли* – это территории, на которых нарушены, разрушены или полностью уничтожены компоненты природы: растительный и почвенный покров, грунты, подземные воды, местная гидрографическая сеть (ручьи, родники, малые реки, озера и т.д.), изменен рельеф местности. К нарушенным землям относятся также *загрязненные земли*, т. е. земли, на которых в компонентах природы произошло увеличение содержания веществ, вызывающих негативные токсико-экологические последствия (радиоактивными и отравляющими веществами, нефтью и нефтепродуктами, аэрозолями и пылевыми выбросами, органическими и неорганическими веществами, остаточным количеством пестицидов, дефолиантами, сточными водами и удобрениями).

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, коьматаж при очистке гидросооружений, солеотвалы, отвалы шахт, карьеры, золоотвалы энергостанций и котельных и др.; *загрязнен нефтепродуктами* – при геолого-разведочных и других работах, в местах стоянки машин и механизмов, *солевыми растворами* – при добыче солей (засоление), *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 торфорощдений. При этом выработанные торфяники классифицируют как фрезерные поля, карьеры гидроторфа и др.

Землевладельцы, землепользователи и прочие объекты хозяйствования, осуществляющие промышленное или иное строительство, разрабатывающие месторождения полезных ископаемых, а также проводящие другие работы, связанные с нарушением почвенного покрова, обязаны снимать, хранить и рационально использовать плодородный слой почвы на землях всех категорий.

2. Техническая и биологическая рекультивация

2.1. Этапы рекультивации и использование рекультивируемых земель

Рекультивация нарушенных земель заключается в:

анализе эволюции нарушенных земель с целью изучения природной трансформации компонентов в измененных геосистемах и разработки способов управления геологическими и биологическими процессами в рекультивационный период;

анализе природных, технологических и социально-экономических условий для обоснования направления использования нарушенных земель;

разработке способов рекультивации по отдельным видам нарушенных земель, создания специальных инженерно-экологических систем по оптимизации функционирования техноприродных геосистем.

Работы по рекультивации земель, как правило, выполняются последовательно в три этапа: а)подготовительный;б)технический; в)биологический.

Подготовительный этап заключается в разработке рабочей документации, в т.ч. проведение инвестиционного обоснования мероприятий по рекультивации нарушенных земель

Целью технической рекультивации является подготовка нарушенной поверхности для последующей биологической рекультивации.

Техническая рекультивация включает снятие плодородного слоя почвы до начала работ, связанных с нарушением почвенного покрова, формирование оптимальных по геометрическим параметрам отвалов, карьеров и других объектов, раздельную разработку и отвалообразование вскрышных пород и отходов обогащения, планировку поверхности, выполаживание и террасирование откосов отвалов, бортов карьеров, шахтных провалов, устройство въездов и дорог; нанесение плодородного слоя почвы.

Земли, прошедшие техническую рекультивацию, возвращаются прежним пользователям или другим хозяйствам для выполнения комплекса работ по биологической рекультивации. Биологическая рекультивация включает мероприятия по восстановлению плодородия нарушенных земель, прошедших техническую рекультивацию, для последующего целевого использования нарушенных земель в сельскохозяйственном, лесохозяйственном, рыбохозяйственном, водохозяйственном, рекреационном, природоохранном и строительном направлениях(рис. 12.1). При этом обычно использование рекультивируемых карьеров нерудных материалов в народном хозяйстве намечают аналогично использованию окружающей его территории.

Виды использования рекультивированных земель определяются на стадии проектирования с учетом качественных характеристик нарушенных земель по техногенному рельефу, горным породам или искусственным грунтам, образующим корнеобитаемый слой, или по характеру обводнения(увлажнения),с учетом географических и экономических условий зоны размещения нарушенных земель, технико-экономических, экологических и социальных факторов.

Рекультивация земель для использования в сельском хозяйстве

проводится, как правило, на участках с нанесенным плодородным слоем почвы или участках, сложенных потенциально-плодородными породами. Уровень грунтовых вод должен обеспечивать оптимальные условия для произрастания сельскохозяйственных и лесохозяйственных культур.

Для сельскохозяйственного использования пригодны выработанные торфяные месторождения низинного типа, залежи, где возможно обеспечение соответствующей нормы осушения при самотечном сбросе воды.

Не пригодны для сельскохозяйственного использования торфяные месторождения низинного типа, подстилаемые сапропелем или залегаемые в замкнутых котлованах, где невозможно регулирование водного режима самотечным сбросом воды. Механический отвод воды с рекультивируемых земель возможен при его экономическом обосновании.

Рекультивация земель для использования в лесном хозяйстве проводится на малопродуктивных землях, в основном, песчаных, супесчаных, когда на породу по тем или иным причинам не наносится перегнойный гумусовый горизонт, а также на территориях, где тщательное выравнивание и планирование являются экономически нецелесообразными.

Для водного и рыбного хозяйства, в основном. Используются глубокие карьеры после выработок из под глин и суглинков, а также в местах, где необходимо иметь водоемы для хозяйственных целей.

Для создания природоохранных объектов используются выработанные торфяные месторождения, которые до освоения (разработки) выполняли важные природоохранные функции, а также оставляемые (при наличии обоснования специализированной организацией) для болотообразовательных процессов и естественного лесовозобновления.

Нарушенные земли, рекультивация которых нецелесообразна, подлежат консервации с использованием технических, химических и биологических методов.

2.2. Очередность выполнения работ

Выполнение работ по рекультивации осуществляется в соответствии с утвержденными проектами. Рекультивация карьеров нерудных материалов (песок, гравий, глина), срок действия, которых ограничивается сроком стройки объекта (дорога, дамба, сооружение), выполняют по разделу проекта строящегося объекта, так называемому проекту горного отвода для разработки месторождений общераспространенных полезных ископаемых.

При длительном использовании карьера, равно как и для карьеров давнишней выработки, после проведения необходимого объема изыскательских работ, которые выполняют сразу же после закрытия карьера, разрабатывают проект двух этапов рекультивации – технического и биологического. При этом устанавливается следующая очередность: подготовительные и полевые работы; топографические и почвенно-обследовательские работы; проектные работы и изготовление документов.

В процессе подготовительных и полевых работ производятся:

- инвентаризация, подбор и изучение материалов почвенно-грунтового обследования, схемы рекультивации нарушенных земель, планово-картографической основы и других данных, которые могут оказаться полезными при разработке проекта;

- уточнение расположения объекта и соответствия фактических границ нарушенных земель землеотводным документам; использование земель, прилегающих к рекультивируемому участку и их агрономические показатели (гумусовый горизонт, кислотность, обеспеченность фосфором и калием, процент гумуса, урожайность в кормовых единицах и т.д.);

- выявление пожелания землепользователей;

По результатам изысканий составляется акт и характеристика нарушенных земель.

На основании материалов изысканий разрабатывается задание, которое утверждается руководителем.

Топографические и почвенно-обследовательские работы выполняются с целью получения на участки нарушенных и примыкающих к ним земель доброкачественной топографической основы, а также материалов почвенно-грунтового обследования.

По результатам почвенно-обследовательских работ составляются: почвенно-грунтовая карта нарушенных территорий; заключение о составе и свойствах пород объектов обследования и рекомендации по биологической рекультивации.

В заключении указываются местоположение и площадь объекта обследования, природные особенности территории, даётся характеристика физико-химических свойств почв, отражаются целесообразность нанесения плодородного слоя почв на поверхность нарушенных земель с учетом их дальнейшего хозяйственного использования, виды основных сельскохозяйственных культур, агротехническое их возделывание в период биологической рекультивации, прогноз уровня их продуктивности.

Проектную документацию на стадии инвестиционного обоснования или рабочего проекта разрабатывают на основе задания заказчика на проектирование рекультивации нарушенных земель. Инвестиционное обоснование представляет собой исследование вариантов проектных решений с целью выбора оптимального, имеющего наилучшее сочетание коммерческого, социального и экологического эффектов.

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.);

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

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).

Проективные 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.

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).

Рассмотрим подробно сущность первого способа и методику его проектирования.

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 них 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.

Очередность работ по вертикальной планировке изложена в учебном пособии [2].

С учетом принятых технологических схем производства работ составляют локальные и сводные сметы и технико-экономические показатели на техническую рекультивацию.

Биологический этап рекультивации

В проекте биологической рекультивации карьеров для с.-х. 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 с.-х. культур. Рассчитывают потребность в

удобрениях, извести, семенах и разрабатывают сметную документацию.

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 признаками:

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

С помощью биологической рекультивации удастся 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 запашкой на глубину 25–30 см;

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

- посев трав (вико-овсяной смеси, донника) с последующей их запашкой.

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 само-очищающей 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 благо-приятных 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 (табл. 6.1).

Таблица 6.1. 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.