**Введение**

Большая часть населения земного шара уже в настоящее время живет в окружении техногенных ландшафтов, они же энергично используются для нужд рекреации и массового кратковременного туризма - так называемые пригородные зоны. Свойственные им измененные биотические системы и сложные инженерно-технические структуры создают постоянную среду жизни людей. Но большинство техногенных ландшафтов в теперешнем их состоянии явно неблагоприятны и даже опасны для здоровья человека. Кроме того, все техногенные ландшафты из-за низкой биологической продуктивности и специфических биофизических и биохимических свойств образуют своеобразные провалы и барьеры на путях планетарной миграции веществ и энергии. Они искажают нормальный ход таких фундаментальных процессов, протекающих в биосфере, как биологический круговорот азота, газовый режим атмосферы и т. п., снижают их интенсивность (3).

Характерной чертой их является нарушение целостности и сплошности «пленки жизни» в биосфере, вплоть до полного уничтожения почвенного и растительного покровов в результате деятельности человека, сравнимой по значимости с геологическими процессами. Среди техногенных ландшафтов особое место по своему отрицательному воздействию на естественные природные комплексы (да и на здоровье человека) занимают так называемые промышленные отвалы. Они концентрируются в окрестностях большинства населенных пунктов и всех крупных городов (4).

Основная задача исследовательских, опытно-производственных и производственных работ по рекультивации - устранить вредоносное, загрязняющее воздействие этих земель на прилегающие территории, вернуть им биологическую и социально-экономическую ценность.

Таким образом, под рекультивацией земель понимается комплекс работ, направленных на восстановление биологической продуктивности и хозяйственной ценности нарушенных земель, а также на улучшение условий окружающей природной среды (3).

Целью данной работы является описание биологического метода рекультивации нарушенных земель.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Раскрыть сущность процесса рекультивации земель и требования к нему;

2. Рассмотреть порядок проведения биологического этапа рекультивации земель, нарушенных при капитальном и аварийном ремонте нефтепроводов;

3. Дать описание технологии биологической рекультивации нарушенных земель по четырем объединенным зонам: в полярно-тундровой зоне; в лесотундровой северотаежной и среднетаежной зонах; в южно-таежно-лесной и лесостепной зонах; в степной и сухостепной зонах.

4. Провести сравнение известных методов рекультивации и описать канадский метод биологической рекультивации нефтезагрязненных земель.

**Глава 1 Рекультивация нарушенных земель и требования к ней**

**1.1 Сущность процесса рекультивации земель**

Рекультивация земель - это комплекс работ, направленных на восстановление продуктивности и народнохозяйственной ценности нарушенных и загрязненных земель, а также на улучшение условий окружающей среды (1).

Рекультивации подлежат нарушенные земли всех категорий, а также прилегающие земельные участки, полностью или частично утратившие продуктивность в результате отрицательного воздействия нарушенных земель.

Рекультивация земель является составной частью технологических процессов, связанных с нарушением земель и должна проводиться с учетом местных почвенно-климатических условий, степени повреждения и загрязнения, ландшафтно-геохимической характеристики нарушенных земель, конкретного участка, требований инструкции.

Рекультивируемые земли и прилегающая к ним территория после завершения всего комплекса работ должны представлять собой оптимально организованный и экологически сбалансированный устойчивый ландшафт (1).

В проведении исследований по проблеме биологической рекультивации ясно выделяются несколько этапов. На первом этапе (с 1959 до конца 1970-х годов) по хозяйственным договорам с промышленными предприятиями разрабатывались способы биологической рекультивации нарушенных промышленностью земель. Результатом исследований были рекомендации, которые использовались при составлении проектов и практическом проведении биологической рекультивации. Как правило, учет конкретных экологических условий позволял значительно удешевить проектные и практические работы по биологической рекультивации изученных техногенных образований и даже выделить группу площадей, не требующих биологической рекультивации. Это старые отвалы с хорошим восстановлением растительного и почвенного покровов (3).

При проведении биологического этапа рекультивации должны быть учтены требования к рекультивации земель по направлениям их использования.

Земельные участки в период осуществления биологической рекультивации в сельскохозяйственных и лесохозяйственных целях должны проходить стадию мелиоративной подготовки, т.е. биологический этап должен осуществляться после полного завершения технического этапа.

Для успешного проведения биологической рекультивации важное значение имеют исследования флористического состава формирующихся сообществ, процессов восстановления фиторазнообразия на нарушенных промышленностью землях, когда катастрофически уничтожены почвенный и растительный покровы.

Важным направлением исследований на нарушенных промышленностью землях является изучение динамики ценопопуляций культурных видов в фитоценозах, созданных при биологической рекультивации, и видов – доминантов растительных сообществ, возникших в процессе самозарастания.

Исследования авторов показали, что на формирование сообществ идет по типу первичных сукцессий на открытом, практически безжизненном пространстве, часто в экстремальных эдафических (своеобразных по химическим и физическим свойствам) и микроклиматических условиях. На первых этапах формирования осуществляется жесткий экотопический отбор и интенсивная элиминация растений, особенно в фазе проростков и всходов. Виды, имеющие преимущества по любому из жизненных параметров, обладают более высоким потенциалом для выживания и формирования жизнеспособной ценопопуляции. В этих условиях определяющее значение в формировании растительных сообществ играет процесс дифференциации ниш (4).

**1.2 Требования к рекультивации земель при различных направлениях использования**

Требования к рекультивации земель при сельскохозяйственном направлении должны включать:

— формирование участков нарушенных земель, удобных для использования по рельефу, размерам и форме, поверхностный слой которых должен быть сложен породами, пригодными для биологической рекультивации;

— планировку участков нарушенных земель, обеспечивающую производительное использование современной техники для сельскохозяйственных работ и исключающую развитие эрозионных процессов и оползней почвы;

— нанесение плодородного слоя почвы на малопригодные породы при подготовке земель под пашню;

— использование потенциально плодородных пород с проведением специальных агротехнических мероприятий при отсутствии или недостатке плодородного слоя почвы;

— выполнение ремонта рекультивируемых участков;

— проведение интенсивного мелиоративного воздействия с выращиванием однолетних, многолетних злаковых и бобовых культур для восстановления и формирования корнеобитаемого слоя и его обогащения органическими веществами при применении специальных агрохимических, агротехнических, агролесомелиоративных, инженерных и противоэрозионных мероприятий;

— получение заключения агрохимической и санитарно-эпидемиологической служб об отсутствии опасности выноса растениями веществ, токсичных для человека и животных (1).

Требования к рекультивации земель при лесохозяйственном направлении должны включать:

— создание насаждений эксплуатационного назначения, а при необходимости, лесов защитного, водорегулирующего и рекреационного назначения;

— создание рекультивационного слоя на поверхности откосов и берм отвалов из мелкоземистого нетоксичного материала, благоприятного для выращивания леса;

— определение мощности и структуры рекультивационного слоя в зависимости от свойств горных пород, характера водного режима и типа лесонасаждений;

— планировку участков, не допускающую развитие эрозионных процессов и обеспечивающую безопасное применение почвообрабатывающих, лесопосадочных машин и машин по уходу за посадками;

— создание в неблагоприятных почвенно-грунтовых условиях лесонасаждений, выполняющих мелиоративные функции;

— подбор древесных и кустарниковых растений в соответствии с классификацией горных пород, характером гидрогеологического режима и других экологических факторов;

— организация противопожарных мероприятий (1).

Требования к рекультивации земель при водохозяйственном направлении должны включать:

— создание водоемов различного назначения в карьерных выемках, траншеях, деформированных участках шахтных полей;

— комплексное использование водоемов преимущественно для водоснабжения, рыбоводческих и рекреационных целей, орошения;

— строительство соответствующих гидротехнических сооружений, необходимых для затопления карьерных выемок и поддержания в них расчетного уровня воды;

— мероприятия по предотвращению оползней и размыва откосов водоемов;

— экранирование токсичных пород, ложа и бортов водоемов и пластов, склонных к самовозгоранию, в зоне переменного уровня и выше уровня воды;

— защиту дна и берегов от возможной фильтрации;

— мероприятия по предотвращению попадания в водоемы кислых или щелочных подземных вод и поддержанию благоприятного режима и состава воды в соответствии с санитарно-гигиеническими нормами;

— мероприятия по благоустройству территории и озеленению откосов (1).

Требования к рекультивации земель при санитарно-гигиеническом направлении должны включать:

— выбор средств консервации нарушенных земель в зависимости от состояния, состава и свойств слагаемых пород, природно-климатических условий, технико-экономических показателей;

— согласование всех мероприятий по технической и биологической рекультивации при консервации нарушенных земель с органами санитарно-эпидемиологической службы;

— применение вяжущих материалов для закрепления поверхности нарушенных земель, не оказывающих отрицательного воздействия на окружающую среду и обладающих достаточной водопрочностью и устойчивостью к температурным колебаниям;

— нанесение экранирующего слоя почвы из потенциально плодородных пород на поверхность промышленных отвалов, сложенных непригодным для биологической рекультивации субстратом;

— выполнение мелиоративных работ;

— консервацию шламоотстойников, хвостохранилищ, золоотвалов и других промышленных отвалов, содержащих токсичные вещества, с соблюдением санитарно-гигиенических норм;

— закрепление промышленных отвалов техническими, биологическими или химическими способами (1).

Требования к рекультивации земель при рекреационном направлении должны включать:

— вертикальное планирование территории с минимальным объемом земляных работ, сохранение существующих или образованных в результате производства работ форм рельефа на стадии технического этапа;

— обеспечение стабильности грунтов при строительстве сооружений для отдыха и занятий спортом;

— проектирование, строительство и эксплуатация зон рекреации водных объектов для организованного массового отдыха и купания должны проводиться в соответствии с требованиями ГОСТ 17.1.5.02-80 и с учетом требований стандарта (1) .

**Глава 2 Биологическая рекультивации земель, нарушенных при капитальном и аварийном ремонте нефтепроводов**

**2.1 Биологическая рекультивации земель, нарушенных при капитальном ремонте нефтепроводов**

К общим требованиям к рекультивации земель, нарушенных при капитальном ремонте нефтепроводов относятся следущие:

При капитальном ремонте нефтепроводов рекультивация для сельскохозяйственных, лесохозяйственных и других целей, требующих восстановления плодородия почв, осуществляется последовательно в два этапа: технический и, при необходимости, биологический.

Технический этап предусматривает планировку, формирование откосов, снятие и нанесение плодородного слоя почвы, устройство гидротехнических и мелиоративных сооружений, а также проведение других работ, создающих необходимые условия для дальнейшего использования рекультивированных земель по целевому назначению или для проведения мероприятий по восстановлению плодородия почв (биологический этап).

Нормы снятия плодородного слоя почвы, потенциально плодородных слоев и пород (лесс, лессовидные и покровные суглинки и др.) устанавливаются при проектировании в зависимости от уровня плодородия нарушаемых почв с учетом заявок и соответствующих гарантий со стороны потребителей на использование потенциально плодородных слоев и пород. Снятый верхний плодородный слой почвы используется для рекультивации нарушенных земель или улучшения малопродуктивных угодий.

Биологический этап включает комплекс агротехнических и фитомелиоративных мероприятий, направленных на улучшение агрофизических, агрохимических, биохимических и других свойств почвы. Биологический этап выполняется после завершения технического этапа и заключается в подготовке почвы, внесении удобрений, подборе трав и травосмесей, посеве, уходе за посевами.

Биологический этап направлен на закрепление поверхностного слоя почвы корневой системой растений, создание сомкнутого травостоя и предотвращение развития водной и ветровой эрозии почв на нарушенных землях.

В целях конкретизации приемов рекультивации нарушенность почвенно-растительного покрова сгруппирована в пять степеней:

1-я - растительный и почвенный покровы уничтожены полностью;

2-я - растительный покров уничтожен полностью, а почвенный слой сохранен на 50% площади;

3-я - растительность уничтожена на 50 - 80% площади, почвенный покров сохранен;

4-я - растительность уничтожена на 20 - 50% площади, почвенный покров сохранен;

5-я - растительный покров уничтожен на площади менее 20%, почвенный покров сохранен (2).

На рекультивируемых участках трасс обычно присутствуют одновременно 3 - 4 типа нарушенности и это обстоятельство необходимо учитывать при выборе способов выполнения почвовосстановительных работ.

Виды трав посева и их возможное сочетание должны соответствовать рекомендуемым зональной системой земледелия субъектов Российской Федерации. Травы местного происхождения более приспособлены к местным почвенно-климатическим условиям, поэтому более устойчивы к неблагоприятным воздействиям. Высеваемые травы должны обладать способностью быстро создавать сомкнутый травостой и прочную дернину, устойчивую к смыву и выпасу скота, быстро отрастать после скашивания. Семена трав, предназначенные для посева, должны соответствовать требованиям стандарта и по посевным качествам быть не ниже II класса. Семена бобовых трав следует по возможности скарифицировать. Перед посевом семена бобовых желательно подвергнуть инокуляции, обработке бактериальными удобрениями (нитрагин) (2).

Слежавшиеся минеральные удобрения перед внесением в почву необходимо измельчить и просеять через сито. В случае припосевного внесения удобрений смешивание их с семенами производится непосредственно перед посевом. Сульфат аммония, аммиачную селитру нельзя смешивать, рассеивать и заделывать в почву одновременно с известью. Суперфосфат и калийные удобрения целесообразно вносить вместе с известью.

Перед проведением биорекультивации нарушенных земель на кислых почвах предварительно проводят мелиоративные мероприятия, в том числе известкование почв. Дозы извести устанавливаются по справочным и нормативным документам, действующим в конкретной почвенно-климатической зоне. В зависимости от дозы извести определяют способ ее заделки в почву. При внесении извести необходимо равномерно распределить ее по полю, лучше перемешать со всем пахотным слоем почвы. Это может быть достигнуто при заделке извести под культивацию. При поверхностном внесении извести дозы должны быть уменьшены до 1/2 - 1/5 от полной дозы. Малые дозы извести действуют на процесс нормализации кислотности почвы более эффективно в первый год после внесения. Для известкования почв рекомендуется применять молотый известняк (известковая мука), известковый туф (ключевая известь), торфотуф.

В местах перехода нефтепроводов через ручьи и овраги наиболее приемлемым является выравнивание поверхности бульдозером вслед за укладкой нефтепровода или заравнивание образовавшихся неровностей. Процесс выравнивания должен сочетаться с формированием водоотводящих земляных валиков и созданием бетонированных водоотводов или канав с постепенным уклоном и укреплением дерниной и другими средствами, особенно на склонах с уклоном более 3 град. После выравнивания участка бульдозером создаются условия, вполне достаточные для проведения предпосевной обработки земель, внесения удобрений и мелиорантов.

На крутых склонах и труднодоступных участках наиболее приемлемым является гидропосев. При отсутствии гидросеялки ее может заменить автомобиль-вездеход для пожаротушения водой. В этом случае смесь воды с семенами необходимо регулярно перемешивать (2).

Расчет необходимого количеств семян, входящих в травосмесь для рекультивации, производится по формуле:

X = H x П / D (кг/га), (1)

где:

X - норма посева семян, входящих в травосмесь, кг/га;

H - процент содержания данного вида в смеси, %;

П - расчетная норма высева кондиционных семян в чистом виде,кг/га;

D - хозяйственная годность семян, % (2).

**2.2 Рекультивация земель, нарушенных и загрязненных при аварийном ремонте нефтепроводов**

Процесс рекультивации земель, нарушенных и загрязненных при авариях на нефтепроводах, включает: удаление из состава почвы нефти; рекультивацию земель (технический и биологический этап).

Рекультивация загрязненных нефтью земель проводится в несколько стадий, сроки проведения которых должны быть указаны в проекте. Сроки и стадии рекультивации намечаются в соответствии с уровнем загрязнения, климатическими условиями данной природной зоны и состоянием биогеоценоза (2).

Выделяются два уровня загрязнения:

умеренное загрязнение, которое может быть ликвидировано путем активизации процессов самоочищения агротехническими приемами (внесением удобрений, поверхностной обработкой и глубоким рыхлением и т.д.);

сильное загрязнение, которое может быть ликвидировано путем проведения специальных мероприятий, способствующих созданию аэробных условий и активизации углеводородоокисляющих процессов.

На сильно загрязненных нефтью участках для ускорения процесса биодеградации нефти могут вноситься биологические препараты, имеющие разрешение государственных служб к применению. Применять препараты следует согласно инструкции по их применению и по технологии, согласованной с местными органами Госкомзема.

На техническом этапе происходит выветривание нефти, испарение и частичное разрушение легких фракций, фотоокисление нефтяных компонентов на поверхности почвы, восстановление микробиологических сообществ, развитие нефтеокисляющих микроорганизмов, частичное восстановление сообщества почвенных животных. Часть компонентов превращается в твердые продукты, что улучшает водно-воздушный режим почвы. Аэрация и увлажнение почвы в значительной мере способствуют интенсификации этих процессов, снижению концентрации нефти и более равномерному ее рассеиванию (2).

Биологический этап включает 2 стадии - пробный посев трав и фитомелиоративный с внесением минеральных удобрений и посевом устойчивых к загрязнению многолетних трав. При умеренном загрязнении достаточно проводить только технический этап рекультивации в расчете на самоочищение почвы. В южно-таежно-лесной и лесостепной зонах с тяжелыми суглинистыми почвами, для которых опасность ветровой эрозии невелика, необходимо провести рыхление, преимущественно отвальную обработку на глубину до 20 см. Эти участки остаются в течение технического этапа рекультивации в виде пара (пахотный участок без посева). Там, где рыхление может привести к появлению эрозии, на загрязненных нефтью участках проводится поверхностная обработка на глубину 8 - 10 см с оставлением необработанных полос шириной 2 - 3 м поперек склонов или направлений господствующих ветров.

В течение технического этапа необходимо периодически проводить увлажнение загрязненных участков. Это, в первую очередь, касается природных зон - степной и сухостепной. В зимний период в этих зонах необходимо проводить снегозадержание. Время окончания технического этапа зависит от степени загрязнения и климатических условий

На биологическом этапе рекультивации вначале проводится пробный посев трав. Цель этого мероприятия - оценить остаточную фитотоксичность почвы, интенсифицировать процессы биодеградации нефти и улучшения агрофизических свойств почвы, уточнить сроки перехода к заключительной стадии рекультивации. Перед пробным посевом трав проводится вспашка (на глубину загрязнения), рыхление и дискование. В подготовленную почву высеваются бобовые культуры, возделываемые в данной зоне (горох, люпин, донник, сераделла и др.). Посев и уход за посевами осуществляются по технологии, принятой для данной почвенно-климатической зоны.

На второй стадии биологического этапа спустя 1,5 - 2,5 года после загрязнения проводится посев многолетних трав. Он начинается, если пробный посев трав дал всходы не менее чем на 75% площади. Перед посевом многолетних трав проводится боронование, внесение минеральных удобрений, культивация почвы. Внесение удобрений проводится с целью интенсификации жизнедеятельности микробных сообществ в почве и увеличения биомассы растений, что, в свою очередь, способствует усилению процессов восстановления плодородия земель.

На почвах с повышенной естественной кислотностью (pH < 6) после завершения технического этапа рекультивации следует провести известкование. Необходимо учитывать, что органические вещества и микроэлементы, содержащиеся в составе нефти, при определенной трансформации и снижении концентрации до 300 мг нефти на 1 кг почвы могут быть стимуляторами роста растений и пищевыми компонентами для почвенного биогеноценоза.

На подготовленных участках проводится посев многолетних трав. Выбор видов трав проводится исходя из местных почвенно-климатических условий и рекомендаций зональной системы земледелия субъектов Российской Федерации.

Для контроля за восстановлением земель и качеством выращенной биомассы одновременно проводится посев тех же культур по аналогичной технологии на контрольном (незагрязненном) участке в буферной зоне между зоной загрязнения и землями, используемыми для хозяйственных целей. Если зарастание на загрязненном участке составляет не менее 75% площади земель по сравнению с зарастанием на контрольном участке, то рекультивационные работы считаются законченными и участок следует передать землевладельцу. Зеленую массу возделываемых трав по окончании рекультивации использовать в кормовых целях не рекомендуется. Ее оставляют на рекультивируемом участке и используют в качестве сидерального удобрения (после обработки дисковыми лощильщиками зеленую массу запахивают) (2).

Рассмотрим описание технологии биологической рекультивации нарушенных земель по четырем объединенным зонам: в полярно-тундровой зоне; в лесотундровой северотаежной и среднетаежной зонах; в южно-таежно-лесной и лесостепной зонах; в степной и сухостепной зонах.

**2.3 Технология биологической рекультивации в полярно-тундровой зоне**

Если нарушенность почвенно-растительного покрова соответствует 1 или 2 степени, планировку поверхности можно проводить бульдозером методом срезки. Для засыпки крупных термокарстовых образований и других пониженных участков трассы используется привозной мелкодисперсный грунт. Затем участок подготавливается для предстоящей засыпки плодородным слоем почв или торфяной крошкой. Для этого необходимо участок перепахать на глубину 20 - 30 см и прикатать катками весом 150 - 200 кг. На подготовленный таким образом участок наносится плодородный слой почвы или торфяно-песчаная смесь равномерным слоем не менее 10 см. Торфяную крошку целесообразно первоначально компостировать с известью, а затем готовить торфяно-песчаную смесь(2).

Вспашка и дальнейшая обработка почвы проводятся при помощи малогабаритных тракторов, используя зубово-дисковые бороны, культиваторы и зубовые бороны типа "Зиг-заг". В верхнем слое почвы должна быть измельчена до гранул (комков) размеров не более кукурузного зерна, что достигается перекрестной обработкой легкими боронами и прикатыванием катками весом 75 - 100 кг.

При нарушениях почвенно-растительного покрова 3 степени планировку методом срезки проводить нельзя во избежание уничтожения оставшегося почвенного слоя. Сначала проводится подготовка участка для нанесения плодородного слоя почвы (торфяно-песчаной смеси) и выполняются работы, рекомендованные при рекультивации участков с 1 и 2 степенями нарушенности.

При проведении рекультивационных работ на территории с 4 и 5 степенями нарушенности планировка проводится только подсыпкой плодородного слоя или торфяно-песчаной смеси. Предпосевная обработка в этом случае сводится к разделке вновь внесенной почвы и прикатыванию катками (75 - 100 кг). После предпосевной подготовки участки с различной степенью нарушенности практически оказываются в одинаковых условиях, и дальнейшие работы проводятся по единому принципу.

Посев или подсев лучше всего проводить осенью, в сентябре (предснежный). Рекомендуемые растения указаны в Приложении. Перед посевом недостаточно влажные почвы следует увлажнить на глубину 10 см. Посев следует проводить в безветренную погоду сеялками или вручную. На протяженных трассах и склонах можно рекомендовать гидропосев или посев с использованием авиации. При посеве сеялками семена мельче 1 мм должны высеиваться в смеси с сухим песком в соотношении 1:1 по объему. Семена заделываются на глубину 0,5 - 1,0 см. После посева почва прикатывается катками весом 75 - 100 кг. На почвах, образующих корку, прикатывание не производится. Норма высева семян - 50 - 60 кг/га. На участках с 4 и 5 типами нарушенности необходимо проводить подсев семян с нормой высева от 20 до 50% от полной нормы. В случае изреживания растительности на рекультивируемых участках проводится дополнительный подсев.

После схода снега необходимо по мере высыхания засеянной почвы производить регулярные поливы с увлажнением почвы на глубину до 20 см. В среднем расход воды 20 - 30 куб.м на 1 га. В жаркие солнечные дни полив производят утром (до 10 ч) или вечером (после 19 часов). Полив производят при помощи дождевальных установок (2).

**2.4 Технология биологической рекультивации в лесотундровой северотаежной и среднетаежной зонах**

Перед проведением рекультивации нарушенных земель в этих зонах проводят мелиоративные мероприятия: отвод поверхностных вод, планировку поверхности и, при необходимости, известкование (pH < 6).

Порядок подготовки участка к посеву определяется его размерами, конфигурацией и крутизной склона. Планировка производится бульдозером. После планировки создаются условия, достаточные для предпосевной подготовки почвы и проведения посевов. В этих случаях наиболее приемлемым является гидропосев, который предусматривает подбор таких обязательных компонентов, как удобрения, мульчирующие и стабилизирующие вещества, что позволяет получить травостой высоких противоэрозионных качеств в сезон посева без предварительного нанесения плодородного слоя. Посев может выполняться и сеялками различных модификаций для посева трав. Посев производится рано весной, летом или осенью под зиму.

Для указанных зон рекомендуются повышенные дозы органических 50 - 60 т/га и минеральных удобрений 60 - 80 кг/га (азота, фосфора и калия).

При посеве на рекультивируемых участках и особенно на склонах с учетом смыва и неблагоприятных условий для прорастания норма высева семян должна быть повышена на 20%.

Посев сеялкой производится вдоль участка, начиная с края или середины. Первый проход для соблюдения прямолинейности рядков следует осуществлять по провешенной линии. Гидропосев трав осуществляется гидросеялкой. В качестве мульчирующего и стабилизирующего материала могут использоваться отходы целлюлозно-бумажного производства: скоп и шламовая масса (2).

**2.5 Технология биологической рекультивации в южно-таежно-лесной и лесостепной зонах**

Мелиоративные мероприятия в этих зонах сводятся к культурно-техническим: уборке мусора, камней, устранению просадочных трещин и замкнутых понижений, выполаживанию неровностей и т.д.

Известкование или гипсование почв проводится на небольших площадях при pH < 6. Подготовка участка к посеву сводится к тщательной обработке почвы. При возможности обрабатывают ее по типу полупара, чтобы вызвать массовое прорастание сорняков с тем, чтобы уничтожить их при последующих обработках. После планировки нарушенных земель на участках проводят, по мере необходимости, боронование, дискование, культивацию, прикатывание и посев. Перед предпосевной обработкой вносят удобрения в следующих дозах: органических 20 - 30 т/га, минеральных 50 - 60 кг/га (азота, фосфора, калия).

Нормы высева семян трав на нарушенных землях увеличивают в полтора раза по сравнению с обычными. В двухвидовых смесях компоненты травосмеси берутся в равных соотношениях, а норма высева каждого компонента уменьшается на 20 - 25% по сравнению с одновидовыми. В трехвидовых смесях бобовые компоненты занимают 30 - 40% от общего веса, злаковые - 70 - 60%. В случае гидропосева и посева на склонах норма высева семян с гидросмесью повышается еще в 1,5 раза. Основной способ посева - посев зернотравяными сеялками рядовым способом. На крутых склонах и труднодоступных участках необходимо применять гидропосев (2).

**2.6 Технология биологической рекультивации в степной и сухостепной зонах**

Отличительной особенностью степной и сухостепной зон является недостаточная увлажненность территории и высокоплодородные почвы. Обе зоны хорошо обеспечены теплом. В этих зонах распространены солонцовые почвы, требующие гипсования (для нейтрализации щелочности и избытка натрия). Повышенная щелочная реакция почвенного раствора и избыток натрия вызывают образование почвенной корки, снижают продуктивность почв. Поэтому избыточную щелочность необходимо нейтрализовать гипсованием, т.е. химической мелиорацией, при которой щелочные соли устраняются из почвы. Дозы гипса определяются по справочной и нормативной документации, действующей на данной территории.

При подготовке почвы для посева трав особое внимание должно быть обращено на сохранение влаги в почве, придание поверхностному слою мелкокомковатого сложения, выравнивание поверхности. Это достигается планировкой, обработкой дисковыми орудиями, боронованием и прикатыванием.

Эффективность органических и минеральных удобрений в указанных засушливых зонах снижается из-за низкой увлажненности почвы, а повышенные дозы могут оказать даже отрицательный эффект на продуктивность почв. Поэтому в этих зонах рекомендуются следующие дозы органических 30 - 40 т/га и минеральных 40 - 60 кг/га удобрений.

Норма высева семян аналогична нормам высева в лесостепной зоне. Посев многолетних трав в данном регионе - преимущественно зернотравяной сеялкой. Лишь на крутых склонах (более 10 град.) необходимо применять гидропосев (2).

Таким образом, технологическая схема (карта) работ по биологической рекультивации нарушенных и загрязненных нефтью земель включает:

* планировку поверхности;
* внесение химического мелиоранта, органических и минеральных удобрений, бактериального препарата;
* отвальную или безотвальную вспашку, плоскорезную обработку;
* лущение дисковой бороной или дисковым лущильником;
* кротование, щелевание с кротованием;
* лункование, прерывистое бороздование;
* снегозадержание и задержание талых вод;
* предпосевную подготовку почвы;
* буртование сильнозагрязненной почвы с устройством воздухоотводов;
* распределение почвы из бугров по поверхности участка;
* посев семян фитомелиоративных растений;
* уход за посевами;
* контроль за ходом рекультивации (2).

## Глава 3 Канадский метод биологической рекультивации нефтезагрязненных земель

Применяемые в России методы технической и биологической рекультивации земель имеют недостатки, которые делают их или неэффективными или дорогостоящими.

На практике наиболее часто используются следующие методы:

1. Техническая рекультивация с засыпкой грунтом и высеиванием трав – способ дает косметический эффект, поскольку нефть остается в грунте. Кроме того, необходим большой объем земляных работ.
2. Техническая рекультивация с вывозом нефтезагрязненного грунта на полигоны отходов. Способ практически нереальный с экономической точки зрения, так как большие обьемы нефтезагрязненного грунта и высокая стоимость транспортировки и размещения отходов могут многократно перекрыть прибыли компании.
3. Засыпка сорбентом (торфом) с последующей вывозкой на полигоны отходов. Недостатки те же, что и в предшествующем методе.
4. Использование нефтеэкстрагирующих установок импортного производства. Производительность этих установок 2-6 м3 в сутки, что при стоимости установки в 150000 $ и персонале 3 человека делают ее крайне неэффективной. Зарубежные компании уже не используют такие установки и пытаются продать их в России, выдавая за последнее слово науки и техники.
5. Использование микробиологических препаратов типа «путидойл» и им подобных. Препараты активны только на поверхности, поскольку необходим контакт с воздухом, и во влажной среде при относительно высокой температуре. Очень хорошо себя зарекомендовал при рекультивации летом морских побережий Кувейта, загрязненных во время военных действий. В Сибири популярен за счет легкости и дешевизны применения. Очень хорош для отчетности, когда нет проверки результата на месте (5).

Авторами рекомендуется канадский способ рекультивации грунта, который не капризен к температуре, не требует транспортировки грунта и полигонов отходов, не требует инвестиций в специальную технику и постоянного технического персонала. Способ очень гибкий, позволяет модифицировать, используя различные материалы, микробиологические препараты, удобрения (5).

Условное назвали метода - «парниковая гряда», потому что в основе метода лежит микробиологическое окисление с естественным повышением температуры - как «горит» навозная куча. Устройство гряды представлено на рис.1.

На грунтовую подушку шириной 3 метра укладываются змейкой перфорированные пластиковые трубы, которые затем засыпаются слоем гравия, щебня или керамзита, или материала типа «дорнит». На эту пористую подушку сэндвичем укладываются чередующиеся слои нефтезагрязненного грунта и удобрений. В качестве последнего используется навоз, торф, опил, солома и минеральные удобрения, можно добавлять микробиологические препараты. Гряда укрывается полиэтиленовой пленкой, в трубы подается воздух от компрессора соответствующей мощности. Компрессор может работать или на топливе, или на электричестве – если есть подключение. Воздух распыляется в пористой подушке и способствует быстрому окислению. Трубы можно использовать многократно. Пленка предотвращает охлаждение; если подавать нагретый воздух и дополнительно утеплить гряду торфом или «дорнитом», то способ будет эффективен и зимой. Нефть окисляется практически полностью за 2 недели, остаток нетоксичен и на нем прекрасно растут растения. Эффективно, экономично, производительно (5).

**Рис. 1. Схема рекультивации нефтезагрязненных земель**

**Выводы**

Таким образом, под рекультивацией земель понимается комплекс работ, направленных на восстановление биологической продуктивности и хозяйственной ценности нарушенных земель, а также на улучшение условий окружающей природной среды.

Земельные участки в период осуществления биологической рекультивации в сельскохозяйственных и лесохозяйственных целях должны проходить стадию мелиоративной подготовки, т.е. биологический этап должен осуществляться после полного завершения технического этапа.

Для успешного проведения биологической рекультивации важное значение имеют исследования флористического состава формирующихся сообществ, процессов восстановления фиторазнообразия на нарушенных промышленностью землях, когда катастрофически уничтожены почвенный и растительный покровы.

Биологический этап рекультивации нефтезагрязненных земель включает комплекс агротехнических и фитомелиоративных мероприятий, направленных на улучшение агрофизических, агрохимических, биохимических и других свойств почвы. Биологический этап заключается в подготовке почвы, внесении удобрений, подборе трав и травосмесей, посеве, уходе за посевами. Он направлен на закрепление поверхностного слоя почвы корневой системой растений, создание сомкнутого травостоя и предотвращение развития водной и ветровой эрозии почв на нарушенных землях.

Таким образом, технологическая схема (карта) работ по биологической рекультивации нарушенных и загрязненных нефтью земель включает:

* планировку поверхности;
* внесение химического мелиоранта, органических и минеральных удобрений, бактериального препарата;
* отвальную или безотвальную вспашку, плоскорезную обработку;
* лущение дисковой бороной или дисковым лущильником;
* кротование, щелевание с кротованием;
* лункование, прерывистое бороздование;
* снегозадержание и задержание талых вод;
* предпосевную подготовку почвы;
* буртование сильнозагрязненной почвы с устройством воздухоотводов;
* распределение почвы из бугров по поверхности участка;
* посев семян фитомелиоративных растений;
* уход за посевами;
* контроль за ходом рекультивации.

Рекомендуется канадский способ рекультивации грунта, который не капризен к температуре, не требует транспортировки грунта и полигонов отходов, не требует инвестиций в специальную технику и постоянного технического персонала. Способ очень гибкий, позволяет модифицировать, используя различные материалы, микробиологические препараты, удобрения. Условное назвали метода - «парниковая гряда», потому что в основе метода лежит микробиологическое окисление с естественным повышением температуры.

**Список использованной литературы**

1.ГОСТ 17.5.3.04-83. Охрана природы. Земли. Общие требования к рекультивации земель.

2. Инструкция по рекультивации земель, нарушенных и загрязненных при аварийном и капитальном ремонте нефтепроводов от 6 февраля 1997 г. N РД 39-00147105-006-97.

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

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

5. Интернет-ресурс: www.oilnews.ru

**Приложение 1**

Рекомендуемые виды растений по зонам:

1. Полярно-тундровая, лесотундровая, северотаежная, среднетаежная зона:

Злаковые: щучка дернистая, северолюбка рыжеватая, дюпонция Фишера, вейник пурпурный, вейник наземный, овсяница красная, листохвост альпийский, мятлик живородящий, вейник Хольма.

Осоковые: осока кругловатая, пушица узколистная, пушица Шейхцера, пушица рыжеватая, осока арктосибирская, осока прямостоячая.

Разнотравье: крестовник скученный, щавель арктический, камнеломка поникающая, лютик Геперборейский, ожика путанная, трехреберник темноголовый, синюха северная, гвоздика ползучая, пижма дваждыперистая, армерия морская, песчанка злаколистная, горец Лаксмана, ясколка луговая, кошачья лапка верноносная.

2. Южно-таежно-лесная и лесостепная зона

Травосмеси: овсяница луговая, тимофеевка луговая, клевер красный; тимофеевка луговая, овсяница луговая, костер безостый, клевер красный; ежа сборная, овсяница луговая, клевер красный; регнерия волокнистая, люцерна синегибридная или донник белый; тимофеевка луговая, лисохвост луговой, люцерна синегибридная; костер безостый, пырей сизый, люцерна синегибридная; костер безостый, пырей бескорневищный, эспарцет песчаный.

3. Степная и сухостепная зона

Разнотравье: житняки, костер безостый, люцерна желтая и желтогибридная, эспарцет, пырей бескорневищный, волоснец сибирский, донники, регнерия.

Травосмеси: житняк гребенчатый, эспарцет песчаный; костер безостый, эспарцет песчаный или люцерна желтогибридная.