



**ДИРЕКЦИЯ ПРОЕКТА ЮНЕП/ГЭФ «РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ –
ПОДДЕРЖКА НАЦИОНАЛЬНОГО ПЛАНА ДЕЙСТВИЙ
ПО ЗАЩИТЕ АРКТИЧЕСКОЙ МОРСКОЙ СРЕДЫ»**

ООО «НАВЭКОСЕРВИС»

РУКОВОДСТВО

**по проведению биологической очистки почвы,
загрязненной нефтепродуктами,
в Арктических условиях**



ОГЛАВЛЕНИЕ

	<i>Стр.</i>
1 Назначение и область применения.....	3
2 Общие положения.....	3
3 Выбор способа биологической рекультивации нефтезагрязненных почв с применением биопрепаратов.....	4
4 Наиболее значимые компоненты экосистем и их чувствительность к нефтяным загрязнениям.....	5
5 Планирование и конструктивные требования к площадке под полигон. Оборудование полигона.....	5
6 Технология применения биопрепаратов.....	13
Приложение.....	16

1. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1. Настоящее Руководство по проведению биологической очистки почвы, загрязненной нефтепродуктами, в Арктических условиях (далее - Руководство) разработано в соответствии со статьей 19 Федерального закона от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (Собрание законодательства Российской Федерации, 2002, № 2, ст. 133). Руководство содержит основные положения и требования по применению биопрепаратов при ликвидации последствий нефтяного загрязнения почвы.

1.2. Руководство предназначено для лиц, организующих мероприятия по ликвидации последствий разливов нефти на почве и биологической рекультивации почвы.

2. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

2.1. Мероприятия по рекультивации почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами, должны базироваться на следующих подходах:

- соблюдение требований законодательства Российской Федерации в области охраны окружающей среды;
- сокращение времени воздействия нефтяного загрязнения на окружающую среду и, соответственно, негативных последствий воздействия на наземные и прибрежные экосистемы и здоровье человека.

2.2. При ликвидации последствий разливов нефти и нефтепродуктов на почве, независимо от применяемых методов очистки (механический, химический, адсорбционный и др.), остается слой почвы, пропитанный нефтепродуктом и требующий специальной очистки (биологической рекультивации).

2.3. Опасность загрязнения почвы нефтепродуктами обусловлена нарушением процессов фотосинтеза, кислородного и углеродного обмена, естественного круговорота органических и минеральных веществ, гибелью отдельных звеньев экосистемы.

2.4. Благодаря содержанию в почвах аборигенных углеводородокисляющих бактерий, они обладают способностью к самовосстановлению. Бактерии данного вида используют углеводороды нефтепродуктов в качестве источника питания и разлагают их на безвредные компоненты в процессе своей жизнедеятельности. Однако, процесс естественного восстановления занимает, как правило, многие годы и даже десятилетия. Особенно медленно данный процесс протекает в почвах, обедненных микроэлементами. Такие виды почв наиболее характерны для северных регионов.

2.5. Биологическая рекультивация нефтезагрязненных почв подразумевает применение биопрепаратов-деструкторов углеводов нефти.

2.6. Биопрепараты представляют собой натуральный биологический деструктор нефтяных углеводов, предназначенный для экологически безопасной очистки почвы от нефтяного загрязнения путем искусственно стимулированного биологического разложения нефтяного загрязнителя (нефти и нефтепродукта) в почве на безопасные продукты метаболизма, не препятствующие росту растений, плодородию и самоочищению почв.

2.7. Применение биопрепаратов имитирует процесс естественного самовосстановления загрязненных нефтепродуктами почв и заметно сокращает сроки их рекультивации.

Согласно опыту специалистов, участвовавших в ликвидации разлива нефти Усинского района Республики Коми, для устранения нефтяного загрязнения в песчаной почве при уровне загрязнения 1-5% и в торфянистой почве при уровне загрязнения 3-10%, период самовосстановления почв составляет 10-15 лет, в то время как применение метода биологической ремедиации почв сокращает этот период до 4 лет.

2.8. Предельно допустимые концентрации нефтепродуктов в почве для Мурманской области не разработаны. В настоящее время очищенной считается почва, не содержащая компонентов нефти и нефтепродуктов.

2.9. Результаты рекультивационных работ предъявляются специально уполномоченным органам за использованием и охраной земель в соответствии с «Положением о государственном земельном контроле», утвержденным постановлением Правительства РФ от 19.11.2002 г. № 833.

3. ВЫБОР СПОСОБА БИОЛОГИЧЕСКОЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ С ПРИМЕНЕНИЕМ БИОПРЕПАРАТОВ

3.1. Применение метода биологической рекультивации почв имеет ряд требований:

- глубина загрязнения почвы нефтепродуктами не более 0,5 м;
- допустимый уровень загрязнения почвы нефтепродуктами определяется в зависимости от применяемого биопрепарата (в среднем допустимый уровень загрязнения почвы составляет 10-15%);
- температура окружающей среды выше +5°C.

3.2 В зависимости от места происхождения разлива нефтепродуктов возможно использование следующих способов биологической рекультивации почв:

- а) в естественных условиях;
- б) с применением инженерных технологий (поддержание температуры почвы в диапазоне, необходимом для активной работы бактерий, искусственной аэрации, увлажнения).

3.3. При выборе способа биологической рекультивации рекомендуется учитывать следующее:

- при глубине проникновения нефтепродукта в почву более 0,5 м необходимо изъятие грунта на специальную площадку (превышение указанной глубины затрудняет доступ кислорода в толщу почвы, что препятствует росту колоний нефтеокисляющих бактерий);
- при загрязнении почвы выше 10% (100 г нефтепродукта на килограмм сухой почвы) необходимо снизить концентрацию нефти путем перемешивания с чистой почвой, песком либо торфом;
- при расположении загрязненного участка вблизи водоемов необходимо изъятие и перемещение почвы в места, исключающие процесс вымывания биопрепаратов, либо изоляция загрязненного участка от доступа воды другими средствами.
- при температуре окружающей среды ниже +5°C рекомендуется применение метода биологической рекультивации при наступлении следующего теплого сезона, либо проведение мероприятий биологической рекультивации на специально обустроенном полигоне, обеспечивающем подогрев и аэрацию почвы.

3.4. Для применения метода биологической рекультивации почв необходимо собрать следующие исходные данные для участка, готовящегося к рекультивации:

- степень экологической опасности загрязнения и необходимость принятия срочных мер по очистке почвы (особо чувствительная зона, промышленная территория и т.п.);
- площадь загрязнения почвы;
- глубина проникновения нефтепродукта в почву и его концентрация;
- вид разлитого нефтепродукта;
- концентрация нефтепродукта в почве;
- оценка агробиологического состояния почв и степени активности субстратной биоты.

На основании полученных данных принимается решение о применении биопрепаратов и способе рекультивации почвы, осуществляется выбор биопрепаратов с учетом типа разлитого нефтепродукта и климатических условий.

3.5. На основании проведенных в Мурманской области экспериментальных исследований в настоящем Руководстве рекомендуются следующие биопрепараты: Микрозим(tm) «ПЕТРО ТРИТ», «Деворойл», «Родер»TM. Однако данные рекомендации не исключают возможности применения других биопрепаратов, представленных в настоящее время на рынке услуг.

4. НАИБОЛЕЕ ЗНАЧИМЫЕ КОМПОНЕНТЫ ЭКОСИСТЕМЫ И ИХ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ К НЕФТЯНЫМ ЗАГРЯЗНЕНИЯМ

4.1. В число значимых компонентов экосистемы (далее - ЗКЭ) обязательно включаются редкие виды живой природы, занесенные в Красную книгу Российской Федерации или субъектов Российской Федерации, а также особо охраняемые природные территории. Они отражаются на картах потенциальной чувствительности ресурсов рассматриваемого района к нефтяным загрязнениям. Карты составляются специализированными организациями и одобряются федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим государственное управление и контроль в области охраны окружающей среды, или их территориальными подразделениями, при согласовании планов ликвидации разливов нефти (далее – ЛРН), неотъемлемой частью которых эти карты являются.

4.2. На картах должно быть указано сезонное распределение ЗКЭ. В пояснениях к карте приводятся чувствительность ЗКЭ к воздействию загрязнения почвы и приоритетность их защиты от нефтяных загрязнений.

5. ПЛАНИРОВАНИЕ И КОНСТРУКТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПЛОЩАДКЕ ПОД ПОЛИГОН. ОБОРУДОВАНИЕ ПОЛИГОНА.

5.1. Организации работ по рекультивации земель предшествует этап проведения инженерных геодезических, геологических, гидрометеорологических и экологических изысканий.

5.2. При инженерно-геодезических изысканиях получают данные об аварийном разливе нефти или нефтепродукта на рельефе местности в цифровой, графической, фотографической и иных формах. Они необходимы для комплексной оценки местных природных и техногенных условий и обоснования выбора технологии производства работ по ликвидации экологических последствий разлива нефти.

5.3. Существуют следующие технологии производства работ в контексте использования биотехнологии:

- В естественных условиях - с применением биопрепаратов без выемки грунта и закладки дополнительных инженерно-технических решений;
- В условиях специализированного полигона:
Вариант А1. С учетом прокладки инженерно-технических мероприятий по интенсификации процессов биодеструкции нефти и нефтепродуктов;
Вариант А2. Без учета применения вышеупомянутых инженерно-технических условий.

5.4. Инженерно-геологические изыскания выполняются в соответствии с установленными требованиями СНиП и, в частности, предусматривают: изучение инженерно-геологических условий района аварии, сбор и обработку материалов изысканий прошлых лет, рекогносцировочное обследование, гидрогеологические исследования, полевые и лабораторные исследования почвы, составление технического отчета.

5.5. Проведение пробной оценки состояния земель. Пробная оценка состояния земель перед началом работ позволяет дифференцировать объекты по технологиям производства работ и определить экономические затраты на их проведение.

5.6. В случае существования достаточных оснований, препятствующих вывозу загрязненной нефтью и нефтепродуктами почвы, целесообразно производить работы по рекультивации на месте разлива (в естественных условиях).

5.7. Организация полигона на месте разлива требует проведения следующих мероприятий, позволяющих эффективно производить биологическое разложение нефти и нефтепродуктов:

5.7.1. На разных типах почв глубина проникновения загрязнения и его концентрации варьируют. Для выравнивания градиента загрязнения по всему объему почвы, увеличения количества доступной микрофлоре влаги, повышения уровня растворенного кислорода, следовательно, интенсификации биодеструктивных свойств почвы, необходимо применять фрезерование. В работах по фрезерованию рекомендуется использовать малую гусеничную технику.

5.7.2. С учетом мощности нефтезагрязненного дернового слоя, вида и густоты растительного покрова, выполняют либо фрезерование верхнего нефтезагрязненного почвенного слоя, либо обработку тяжелыми тракторными боронами.

5.7.3. После первичной вспашке проводят разделку пласта для создания однородного структурного рыхлого слоя почвы путем обработки вспаханной поверхности поля тяжелыми дисковыми боронами (дискование). Закустаренные нефтезагрязненные почвы обрабатываются машинами глубокого фрезерования. Установленные на них ножи тарельчатой формы размельчают нефтезагрязненную почву вместе с кустарником, корневыми остатками и хорошо перемешивают всю массу при отбросе ее назад.

5.8. В случае близости разлива к особо чувствительным зонам, а также зонам уязвимым к нефтеразливам нефти и нефтепродуктов, целесообразно отнесение полигона на удаление от места разлива, т.е. проведение работ по рекультивации в условиях специализированного полигона.

5.8.1. Полигоны следует размещать:

- на площадках, на которых возможно осуществление мероприятий и инженерных решений, исключающих загрязнение окружающей среды;
- с подветренной стороны (для ветров преобладающего направления) по отношению к населенным пунктам и зонам отдыха;
- ниже мест водозаборов питьевой воды, рыбоводных хозяйств, мест нереста, массового нагула и зимовальных ям рыбы;
- на землях несельскохозяйственного назначения или непригодных для сельского хозяйства, либо на сельскохозяйственных землях худшего качества;
- в соответствии с гидрогеологическими условиями, как правило, на участках со слабофильтрующими грунтами (глиной, суглинками, сланцами), с залеганием грунтовых вод при их наибольшем подъеме, с учетом подъема воды при эксплуатации полигона, не менее 2 м от нижнего уровня размещения нефтезагрязненной почвы.

5.8.2. При неблагоприятных гидрогеологических условиях на выбранной площадке необходимо предусматривать инженерные мероприятия, обеспечивающие требуемое снижение уровня грунтовых вод.

5.8.3. Размер участка под полигон устанавливается исходя из: объема накопления и сроков обезвреживания почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами; размеров откосов полигона. Максимально возможный разлив нефти или нефтепродукта на территории и в прибрежной части Кольского полуострова составляет 50 000 м³. Зависимость размеров рабочей зоны полигона от объема разлива представлена в таблице 1.

Таблица 1

Зависимость площади рабочей зоны полигона по обезвреживанию загрязненных почв и грунтов от объемов разлитой нефти или нефтепродуктов (от локального до федерального значения).

Объем аварийного разлива нефти или нефтепродуктов, м³	Площадь рабочей зоны полигона под загрузку, м²	Объем аварийного разлива нефти или нефтепродуктов, м³	Площадь рабочей зоны полигона под загрузку, м²
50	343,67	2750	1314,55
100	435,51	2800	1322,47
150	498,54	2850	1330,29
200	550,71	2900	1338,03
250	591,08	2950	1345,67
300	628,12	3000	1353,23
350	661,23	3100	1360,71
400	691,33	3150	1368,11
450	719,01	3200	1375,42
500	744,71	3250	1382,66
550	768,75	3300	1389,83
600	791,38	3350	1396,92
650	812,77	3400	1403,94
700	833,10	3450	1410,87
750	852,48	3500	1417,8
800	871,02	3550	1424,58
850	888,80	3600	1434,33

900	905,89	3650	1438,03
950	922,38	3700	1444,65
1000	938,28	3750	1451,22
1050	953,66	3800	1457,72
1100	968,57	3850	1464,18
1150	983,03	3900	1470,58
1200	997,07	3950	1476,91
1250	1010,73	4000	1483,19
1300	1024,03	4050	1489,43
1350	1036,99	4100	1501,74
1400	1049,64	4150	1507,82
1450	1061,99	4200	1513,85
1500	1074,06	4250	1519,83
1550	1085,87	4300	1525,77
1600	1097,42	4350	1531,66
1650	1108,79	4400	1537,51
1700	1119,82	4450	1543,31
1750	1130,70	4500	1549,07
1800	1141,36	4550	1554,79
1850	1151,83	4600	1560,46
1900	1162,12	4650	1566,09
1950	1172,22	4700	1571,69
2000	1182,16	4750	1577,24
2050	1191,93	4800	1582,75
2100	1201,54	4850	1588,23
2150	1211,00	4900	1593,67
2200	1220,32	4950	1599,07
2250	1229,49	5000	1604,44
2300	1238,53	10000	2021,46
2350	1247,47	15000	2313,99
2400	1256,23	20000	2546,88
2450	1264,89	25000	2743,58
2500	1273,44	30000	2915,45
2550	1281,87	35000	3069,18
2600	1290,12	40000	3208,87
2650	1298,41	45000	3337,36
2700	1306,53	50000	3456,65

5.8.4. В состав исходных данных для проектирования полигона должны входить рекомендации по защите зоны размещения загрязненной нефтью и нефтепродуктами почвы от грунтовых и поверхностных вод, сведения об отведенных местах сброса вод и материалы инженерных изысканий (СНиП 11-9-78).

5.8.5. На участке размещения нефтезагрязненной почвы по периметру, начиная от ограждения, должны последовательно размещаться:

- кольцевой канал;
- кольцевое обвалование высотой 0,5 м и шириной по верху 0,5 м;
- кольцевая автодорога с покрытием и въездами на карты;
- ливнеотводные лотки вдоль дороги или кюветы с облицовкой.

5.8.6. В проекте следует предусматривать разделение участка под полигон на производственную и вспомогательную зоны.

5.8.7. В производственной зоне участка размещаются нефтезагрязненные почвы.

5.8.8. Во вспомогательной зоне следует предусматривать:

- административно-бытовые помещения, лабораторию;
- сооружения для чистки, мойки и обезвреживания спецмашин;
- специализированные помещения для энергоустановки со вспомогательными механизмами (Вариант А1).

5.8.9. На участке складирования проектируется устройство котлована с целью получения грунта для пересыпки нефтезагрязненной почвы и организации ровной площадки для размещения полигона. Средняя глубина котлована не превышает 1 м. Уровень грунтовых вод должен быть на 1 м ниже днища котлована. Днище котлована проектируется, как правило, горизонтальным, обеспечивая равномерное распределение почвы по всей площади основания полигона.

5.8.10. На всем участке складирования загрязненной почвы проводятся противофильтрационные мероприятия с использованием специальных материалов. Рекомендуется применять гидроизолирующие материалы из HDPE (полиэтилена высокой плотности), VLDPE (полиэтилена низкой плотности), AGRUFLEX (гибкого полипропилена) для герметизации поверхностного слоя полигона.

5.8.11. После проведения комплекса первичных работ производится закладка коммуникаций в количестве необходимом и достаточном для выполнения работ по рекультивации заданного объема почвы; загрузки загрязненной почвы; укладки загрязненной почвы (Вариант А1). Коммуникации включают: греющую кабельную систему совместно с подачей увлажненного воздуха; либо систему подачи подогретого влажного воздуха.

5.8.12. С целью предотвращения потери тепла на обогрев почвы необходимо применять теплоизолирующие материалы. Рекомендуется применять теплоизолирующие пленки сельскохозяйственные AGROERG, либо плиты из экструдированного пенополистирола (XPS), либо иные теплоизолирующие материалы, инертные к воздействию нефти и нефтепродуктов, с максимальным коэффициентом теплоизоляции (Вариант А1).

5.8.13. Для предотвращения выхода из строя греющей кабельной системы следует произвести закладку грунта, изъятую при организации траншеи, на теплоизолирующий слой. Слой грунта не должен превышать 0,05 – 0,1 м (Вариант А1).

5.8.14. Поверх слоя грунта, нанесенного на теплоизоляцию, следует уложить стекловолоконную сетку, за которую будет происходить зацепление греющего кабеля. Выбор сетки определен рекомендациями производителя греющего кабеля (Вариант А1).

5.8.15. В качестве системы подогрева почвы рекомендуется применять либо кабельные системы, инертные к воздействию нефти и нефтепродуктов, либо системы подачи увлажненного подогретого воздуха. Использование совместной системы подогрева,

аэрации и увлажнения воздушным способом позволит сократить число подводимых к полигону коммуникаций.

5.8.16. Система подогрева, увлажнения и подачи воздуха на полигон включает: компрессорную установку, установку по увлажнению воздуха, установку по подогреву увлажненного воздуха, кабельную систему подачи подогретого и увлажненного воздуха на полигон.

5.8.17. Выбор типов установок системы подогрева, увлажнения воздуха и его подачи на полигон производится исходя из: мощности полигона (объемов разлива), а также прогрева слоя почвы толщиной 0,5 м. до оптимальной температуры, согласно рекомендациям производителя оборудования (Вариант А1).

5.8.18. Рекомендуется использовать промышленные системы увлажнения и подогрева воздуха высокого давления. На диаграмме приведены энергозатраты на распыление 1 литра воды в системах увлажнения различного типа: 1 - паровые увлажнители; 3 - ультразвуковые системы; 4 - вакуумные системы; 5 - высоконапорные системы.



5.8.19. В случае выбора отдельного подогрева и аэрации почвы рекомендуется использовать «кабельную систему» Nexans совместно с компрессорной установкой.

Рекомендуемая к закладке кабельная система Nexans состоит из:

- нагревательного кабеля (саморегулирующий или резистивный TXLP);
- шкафа управления, в который входят: терморегулятор или метеостанция, автоматы защиты, УЗО, модульный контактор;
- арматуры для крепления секций из нагревательного кабеля;
- подводящих питание силовых и сигнальных кабелей и соединительных коробок;
- термодатчиков;
- термостата.

5.8.20. Мощность греющего кабеля, его линейные характеристики, характеристики терморегулирующего оборудования, систем монтажа, а также компрессорной установки следует производить исходя из: мощности полигона (объемов разлива), а также прогрева слоя почвы толщиной 0,5 м. до оптимальной температуры, согласно рекомендациям производителя оборудования (Вариант А1).

5.8.21. Поверх систем подогрева и увлажнения, в зависимости от их типа, необходимо нанести слой незагрязненного грунта толщиной 0,1 м.

5.8.22. На слой грунта следует уложить армированную сетку с диаметром прутьев и размером ячеей, подобранным для предотвращения повреждения систем подогрева и аэрации, в том числе, малой техникой.

5.8.23. Поверх армированной сетки необходимо нанести слой нефтезагрязненной почвы, не превышающий 0,5 м. Общая схема закладки греющей системы представлена на рисунке 1 (Вариант А1).

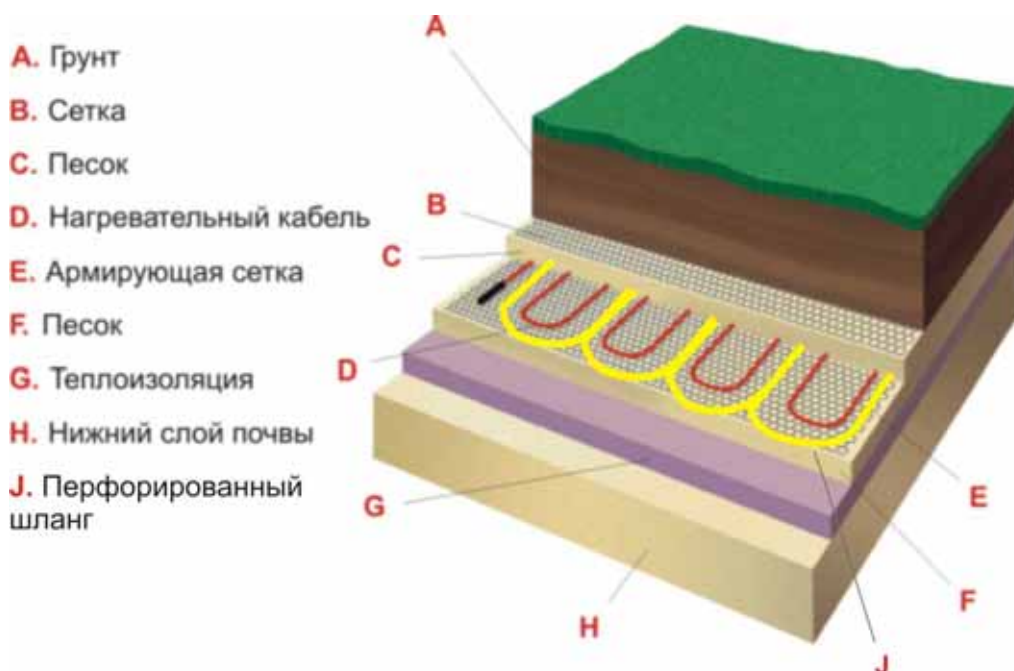


Рис. 1 Схема закладки греющей системы

5.8.24. В случае недостаточной влажности почвы возможна установка дополнительной системы увлажнения поверхностного слоя почвы. Для этого применяют поверхностные воздушные системы увлажнения высокого давления, способные работать при низких температурах, устанавливаемые на рекомендованном производителем расстоянии от поверхности почвы.

5.8.25. Для предотвращения потерь тепла полигон необходимо накрыть тепло- и гидроизолирующими слоями специальных материалов, предложенных в п. 7.10.

Общая схема организации полигона представлена на рисунке 2.

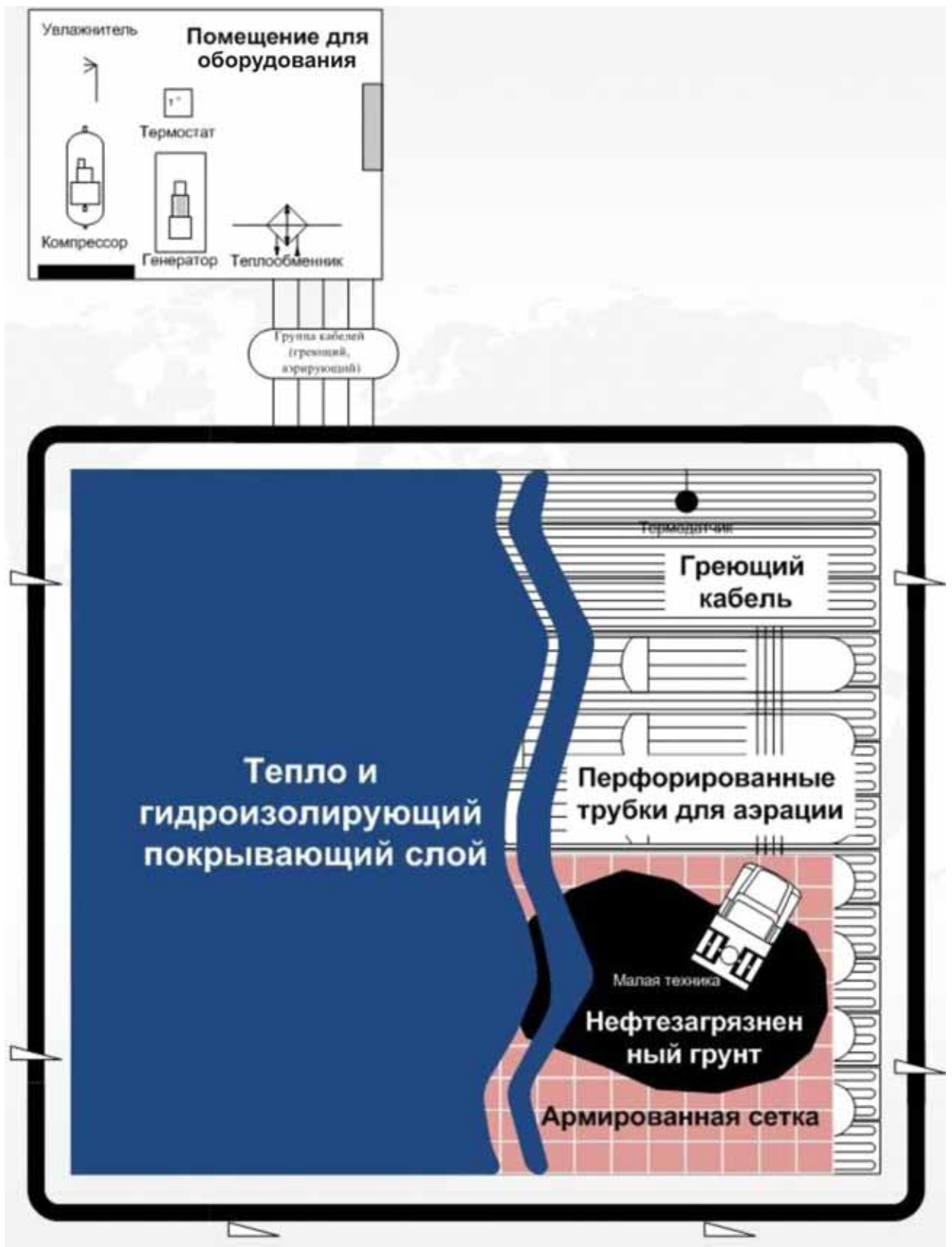


Рис. 2 Схема организации полигона

6. ТЕХНОЛОГИЯ ПРИМЕНЕНИЯ БИОПРЕПАРАТОВ

6.1. Эффективность действия биопрепаратов определяется следующими показателями:

- температурой окружающей среды;
- глубиной проникновения нефтепродукта в почву;
- уровнем загрязнения почвы (концентрацией нефтепродуктов в почве);
- рН почвы.

6.2. Наибольшую активность биопрепараты проявляют при уровнях концентрации загрязнителя (нефти и нефтепродуктов) от 0,05 до 10%.

6.3. При применении биопрепаратов следует учитывать температуру окружающей среды (выше +5°C), а также предполагаемый период постоянных положительных температур (не менее 1 месяца). В случае несоответствия указанных показателей рекомендуется перенести работы по биорекультивации почв на следующий теплый сезон либо применять инженерные технологии по поддержанию требуемых температур почвы.

6.4. Глубина проникновения нефтепродукта в почву не должна превышать 0,5 м. В ином случае необходимо изъятие почвы и перемещение на специальный полигон.

6.5. Для определения возможности применения биопрепаратов по степени загрязнения почвы необходимо основываться на характеристиках биопрепаратов, приведенных в паспортах к ним.

Как правило, при концентрации уровня загрязнения почвы более 10% рекомендуется перемешивание загрязненной почвы с чистым песком, торфом, опилками и т.п. для снижения концентрации нефтепродукта.

6.6. При применении биопрепаратов необходимо учитывать допустимый диапазон кислотности почвы, указанный в паспорте к биопрепарату.

6.7. В случае принятия положительного решения на применение биопрепаратов для очистки нефтезагрязненной почвы перед внесением препарата необходимо провести ее рыхление (вспашку, боронование, фрезерование) для равномерного распределения нефтепродукта в толще почвы, обеспечения доступа кислорода в очищаемую среду.

Также следует провести увлажнение почвы. Оптимальная влажность почвы должна составлять 40-70%.

6.8. Для подкормки и активизации бактерий рекомендуется внесение минеральных удобрений, содержащих соли азота, фосфора и калия. Как правило, внесение удобрений осуществляется одновременно с биопрепаратом, если иное не указано в инструкции по биопрепарату.

6.9. Количество минеральных удобрений зависит от насыщенности почв минеральными компонентами и определяется на основе данных агрохимического анализа почвы либо по картам биогенности почв.

Для расчета норм внесения удобрений могут быть использованы рекомендации, приведенные в «Справочнике агронома нечерноземной зоны» (под ред. Г.В. Гуляева, Москва ВО «Агропромиздат», 1990).

В ходе работ по рекультивации нефтезагрязненной почвы рекомендуется проведение анализа проб почвы на содержание подвижных форм азота (аммоний, нитраты, нитриты) и фосфора (P-PO₄). Результаты указанных анализов дают основание для проведения дополнительной подкормки минеральными удобрениями.

При концентрации нефтезагрязнителя в почве до 5% вторичное внесение минеральных удобрений не производится.

6.10. Избыточные дозы минеральных удобрений, а также раскисление почв, снижает потенциал самовосстановления почв.

6.11. Дополнительное внесение органических материалов в почву, таких как навоз сельскохозяйственных животных (конский, коровий, свиной), птичий помет, торф, древесные опилки, также способствует ускорению процессов очистки почвы. Кроме того, данные наполнители улучшают структуру почвы, оптимизируют ее биологические, химические и физические свойства.

6.12. Количество биопрепарата, необходимого для обработки участка нефтяного загрязнения, и повторность его внесения зависят от следующих факторов:

- площади загрязнения;
- глубины проникновения нефти в почву;
- концентрации нефти в почве.

Расчет норм внесения биопрепарата производится согласно инструкции на используемый биопрепарат (пример, Приложение 1).

6.13. Внесение биопрепаратов и минеральных удобрений осуществляется равномерно по всей площади загрязненного участка.

6.14. В зависимости от выбранного биопрепарата возможно его применение в сухом, порошковом виде либо в виде суспензии, подготовленной в соответствии с инструкцией по применению биопрепарата.

В условиях Крайнего Севера предпочтительно приготовление жидких суспензий, если иное не установлено инструкцией по биопрепарату.

Использование жидкой суспензии сокращает время, необходимое для активизации бактерий и исключает улетучивание сухого препарата ветром.

6.15. Биопрепараты (как в сухом виде, так и в виде суспензий) могут наноситься как вручную, так и с применением распылительных агрегатов.

6.16. При применении биопрепаратов необходимо соблюдать соответствующие требования безопасности и использовать индивидуальные средства защиты рук, органов зрения, дыхания (Приложение 1).

6.17. Для обеспечения эффективной работы бактерий в естественных условиях необходимо проведение рыхления (вспашки, боронования, фрезерования) не реже трех раз в месяц, если иное не установлено инструкцией по биопрепарату, и увлажнение почвы до оптимального значения (40-70%). При увлажнении почвы необходимо учитывать выпадение атмосферных осадков.

6.18. Использование инженерных технологий позволяет проводить круглогодичную биологическую очистку почв (независимо от температуры окружающей среды), и обеспечивает принудительный доступ кислорода и влаги в очищаемую среду (т.е. исключает необходимость ручного рыхления и полива).

6.19. В ходе работ по биорекультивации почв необходимо проводить оценку степени эффективности очистки почвы.

6.20. Анализ проб на содержание нефтепродуктов в почве осуществляется в специализированных лабораториях, имеющих необходимые для этого лицензии или аттестаты аккредитации.

Как правило, работы по определению загрязнения проводятся дважды за рабочий сезон (в начале работ и по окончании полевого сезона, т.е. при снижении температуры ниже +5°C, но до промерзания почвы).

6.21. При использовании населением почв после их очистки от углеводородного загрязнения должна быть подтверждена их санитарно-эпидемиологическая безопасность в соответствии с СП 2.1.5.1059-01, а также СанПин 2.1.5.980-00 и СанПин 2.1.7.573-96.

6.22. Как правило, работы по биорекультивации почв с применением биопрепаратов составляют не менее 3-4 лет в зависимости от первоначального уровня загрязнения почвы.

6.23. Работы по биорекультивации почв рекомендуется оканчивать этапом фиторемедиации, т.е. высевом устойчивых к загрязнению однолетних и многолетних трав и злаков. Рост и развитие трав способствуют закреплению грунта и ускоряет разложение остаточного углеводородного загрязнения в более глубоких слоях почвы.

Проективное покрытие почв (зарастание) всходами однолетних и многолетних трав позволяет оценить воздействие остаточных уровней загрязнения почвы нефтью и нефтепродуктами на растительность.

Посев трав осуществляется из расчета 30-40 кг/га смеси многолетних и 100 кг/га однолетних (например, овес посевной).

В ассортимент трав можно включить любые районированные сорта трав и злаков, устойчивых к нефтяным загрязнениям.

Развитие трав находится в прямой зависимости от нормы посева и ассортимента трав.

Мероприятия по уходу за посевами включают подкормку минеральными удобрениями.

Подкормку азото-фосфоро-калийными удобрениями производят весной через год после посева. Также осуществляют дополнительный посев на участках, где высеянные травы не прижились.

Приложение к «Руководству по проведению биологической очистки почвы, загрязненной нефтепродуктами, в Арктических условиях»

Описание, подготовка и внесение биопрепаратов для рекультивации почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами.

В настоящем Приложении описаны характеристики, подготовка к применению и технология внесения биопрепаратов Микрозим(tm) «ПЕТРО ТРИТ», «Деворойл», «Родер»™, прошедших исследования в ходе экспериментальных работ по очистке нефтезагрязненных почв Мурманской области.

1. Описание и состав биопрепаратов.

Биопрепарат Микрозим(tm) «ПЕТРО ТРИТ».

Препарат-биодеструктор Микрозим(tm) «ПЕТРО ТРИТ» выпускается ООО «РСЭ-трейдинг».

Предназначен для биологической очистки почвы, водоемов, сточных вод и других неагрессивных сред от загрязнения нефтепродуктами (соляровкой, бензином, дизтопливом, мазутом, моторными маслами, нефтью), биологической утилизации и обезвреживания нефтяных отходов, нефтешламов.

Внешне представляет собой однородный сухой порошок от желтого до светло-коричневого цвета с ярко выраженным характерным запахом хорошо удобренной почвы или навоза.

Препарат содержит 12 штаммов живых углеводородокисляющих микроорганизмов с концентрацией $4 \cdot 10^{12}$ КОЕ/гр., набор натуральных микробных углеводородрасщепляющих ферментов, минеральные соли азота, калия, фосфора, натуральные биосурфактанты, натуральный питающий носитель (кукурузная мука).

Биопрепарат относится к веществам 5 класса опасности /Приказ МПР РФ №511 от 15.06.2001 г./, не патогенен, не токсичен, не горюч, не взрывоопасен, не едок, не коррозивен, не является канцерогеном. Безопасен для окружающей среды, человека, теплокровных животных, земноводных, рыб, зоопланктона, микроорганизмов. Не является загрязнителем воды, почвы, воздуха, полностью биоразлагаем. Имеет Санитарно-Эпидемиологическое заключение №77.99.02.515.Д.001102.03.05 от 11.03.2005 г.

1.2. Бактериальный препарат «Деворойл» выпускается совместно ООО «Микробные технологии» и ООО «Сити Строй».

Применяется для биодеградации нефти и нефтепродуктов при загрязнении ими почв, водоемов, акваторий, сточных вод предприятий, утилизации нефтешламов и т.п.

Представляет собой сухой порошок светло-кремового цвета с мелкокристаллическими включениями минеральных солей и биологически активных добавок (дрожжевой, кукурузный, соевый экстракты, по действующей нормативно-технической документации). Препарат имеет запах, свойственный микробным препаратам.

В состав ассоциации входят вегетативные клетки непатогенных штаммов культур *Rhodococcus* sp., *Rhodococcus maris*, *Rhodococcus eritropolis*, *Pseudomonas stutzeri*, *Candida lipolytica*. Число живых клеток микроорганизмов не менее 100 000 000 клеток/грамм.

Штаммы микроорганизмов, входящих в состав препарата, токсигенностью не обладают, непатогенны. Препарат безопасен для жизни и здоровья человека, окружающей среды, пожаробезопасен, взрывобезопасен, не содержит наркотических и токсичных веществ.

1.3. Препарат-нефтедеструктор «Родер»TM разработан МГУ имени М.В. Ломоносова, Химический факультет. Выпускается ООО «Люмтек».

Применяется для микробиологической очистки пресных и минерализованных вод, болот и грунтов от загрязнения углеводородами нефти и нефтепродуктов, в том числе после применения механических, адсорбционных и химических методов, а также для биоремедиации нефтешламов.

Представляет собой сухой порошок розовато-коричневатого цвета со специфическим запахом.

Состоит из двух высокоактивных штаммов-деструкторов нефти. Клетки бактерий, входящие в состав препарата, обезвоженные, но живые и активные, стабилизированные специальными добавками, которые сохраняют активность препарата длительное время. Число жизнеспособных клеток не менее $1 \cdot 10^9$ КОЕ/гр.

Препарат не патогенен для людей, животных и растений. При снижении загрязнения ниже уровня ПДК теряет биологическую активность из-за отсутствия углеводорода как источника питания и энергии. Разрешен для масштабированного применения в природе: Гигиеническое Заключение №77.99.03.003.Д.003020.06.05 от 20.06.2005 г., Мин. здрав. РФ.

2. Условия применения биопрепаратов.

Для эффективной работы биопрепаратов необходимо контролировать соответствие условий, в которых они применяются, рекомендациям производителей.

2.1. Микрозим(tm) «ПЕТРО ТРИТ»:

- максимально допустимый уровень загрязнения почвы до 40%;
- допустимый pH почвы в пределах от 5 до 9;
- температура окружающего воздуха +10+50°C (по результатам микробиологических исследований, проведенных при очистке почв в Мурманской области, установлено устойчивое развитие колоний нефтеокисляющих бактерий при температуре воздуха +5°C);
- принудительный доступ воздуха в очищаемую среду;
- поддержание оптимальной влажности почвы (40-70%).

2.2. «Деворойл»:

- максимально допустимый уровень загрязнения почвы до 60%;
- при уровне загрязнения нефтью более 8% в почву необходимо внесение мелиоранта (опилки, стружка, торф, сухая листва и т.д.) и перемешивание полученного субстрата;
- допустимый pH почвы в пределах от 5,5 до 9,5;
- температура окружающего воздуха +5+40°C;
- принудительный доступ воздуха в очищаемую среду;
- поддержание оптимальной влажности почвы (40-70%).

2.3. «Родер»TM:

- максимально допустимый уровень загрязнения почвы до 25%. Наиболее эффективен при низком уровне загрязнения 1,0-0,5%.
- при концентрации нефтепродукта свыше 100 г/кг сухой почвы необходимо доведение уровня загрязнения до 50 г/кг путем разбавления чистым песком, торфом или почвой;
- допустимый pH почвы в пределах от 5,8 до 7,8;
- температура окружающего воздуха +8+30°C (по результатам микробиологических исследований, проведенных при очистке почв в Мурманской области, установлено устойчивое развитие колоний нефтеокисляющих бактерий при температуре воздуха +5°C);

- принудительный доступ воздуха в очищаемую среду;
- поддержание оптимальной влажности почвы (40-70%).

3. Нормы расхода биопрепаратов.

3.1. Биопрепарат Микрозим(tm) «ПЕТРО ТРИТ».

На очистку загрязненной нефтепродуктами почвы расход биопрепарата составляет 5-10 кг на 1 т разлитого нефтепродукта с двукратной обработкой загрязненного участка равными дозами биопрепарата в течение 1 теплого сезона. Повторная обработка препаратом производится через 14-25 дней.

Количество разлитой нефти в килограммах рассчитывается по формуле:

$$N = (K : 1000) * (G * P), \text{ где:}$$

N - количество разлитой нефти, кг;

K - концентрация нефти в почве, мг/кг (ppm);

G - глубина проникновения нефти в почву, м;

P - площадь загрязнения почвы, м².

Нормы расхода препарата-биодеструктора Микрозим(tm) «ПЕТРО ТРИТ»:

Концентрация нефти/нефтепродукта в почве, % (кг/т почвы)	Норма расхода препарата, кг/т нефти
1-5% (10-50 кг нефти в 1 т почвы)	3 кг
5-10% (50-100 кг нефти в 1 т почвы)	5 кг
10-20% (100-200 кг нефти в 1 т почвы)	7 кг
20-30% (200-300 кг нефти в 1 т почвы)	9 кг
30-40% (300-400 кг нефти в 1 т почвы)	10 кг

3.2. Биопрепарат «Деворойл».

Расход биопрепарата «Деворойл» для окисления 1 тонны нефти

N	S (%)	S (мг/кг)	S (кг/1 т)	D (кг/1 т)	N	S (%)	S (мг/кг)	S (кг/1 т)	D (кг/1 т)
1	1	10 000	10	2,0	4	31	310 000	310	10,2
	2	20 000	20	2,2		32	320 000	320	10,4
	3	30 000	30	2,5		33	330 000	330	10,6
	4	40 000	40	2,8		34	340 000	340	10,8
	5	50 000	50	3,0	5	35	350 000	350	11,0
	6	60 000	60	3,2		36	360 000	360	11,2
	7	70 000	70	3,4		37	370 000	370	11,4
2	8	80 000	80	3,6		38	380 000	380	11,6
	9	90 000	90	3,8		39	390 000	390	11,8
	10	100 000	100	4,0		40	400 000	400	12,0
	11	110 000	110	4,2		41	410 000	410	12,2
	12	120 000	120	4,5	42	420 000	420	12,4	
	13	130 000	130	5,0	43	430 000	430	12,6	
	14	140 000	140	5,5	44	440 000	440	12,8	
3	15	150 000	150	6,0	45	450 000	450	13,0	
	16	160 000	160	6,2	46	460 000	460	13,2	
	17	170 000	170	6,5	47	470 000	470	13,4	
	18	180 000	180	7,0	48	480 000	480	13,6	
	19	190 000	190	7,5	49	490 000	490	13,8	
	20	200 000	200	8,0	50	500 000	500	14,0	

	21	210 000	210	8,2		51	510 000	510	14,2
	22	220 000	220	8,4		52	520 000	520	14,4
	23	230 000	230	8,6		53	530 000	530	14,6
	24	240 000	240	8,8		54	540 000	540	14,8
4	25	250 000	250	9,0		55	550 000	550	15,0
	26	260 000	260	9,2		56	560 000	560	15,2
	27	270 000	270	9,4		57	570 000	570	15,4
	28	280 000	280	9,6		58	580 000	580	15,6
	29	290 000	290	9,8		59	590 000	590	15,8
	30	300 000	300	10,0		60	600 000	600	16,0

S (%) – степень загрязнения почвы;

N – количество обработок;

D (кг/1 т) – количество препарата (кг) на 1 тонну нефти в загрязненном грунте.

Необходимое количество препарата рассчитывают по формулам:

- Определить количество грунта для очистки:

$$\text{Грунт} = (\text{Площадь, м} * \text{Глубину, м}) - 10\,000 \text{ м} * 0,1 \text{ м}$$

- Определить количество нефти в грунте:

$$\text{Нефть} = (\text{Грунт} * S\%) / 100$$

- Определить количество препарата:

$$\text{Количество препарата} = \text{Нефть} * D$$

$$\text{Количество «Деворойл»} = \text{Грунт (т)} * S (\%) * D (\text{кг}) / 100$$

D (кг/т) – делится равномерно на все обработки. На первую обработку предпочтительно заложить больше препарата, чем на последующие.

3.3. Биопрепарат «Родер»TM.

Норма расхода препарата «Родер» для однократной обработки почвы

Концентрация УВ, г/кг сухой почвы	1-25	25-50	50-100	свыше 100
Расход препарата, г/м ² поверхности	0,1-2,5	2,5-5,0	5,0-10,0	доведение загрязнения до уровня 50 г/кг путем разбавления чистым песком, торфом или почвой

На грунтах при уровнях загрязнения от 5 г/кг и выше рекомендуется трех- или четырехкратное применение препарата. Повторные обработки загрязненных поверхностей проводят через 12-14 дней.

4. Нормы внесения минеральных удобрений.

4.1. Нормы внесения минеральных удобрений, как правило, приводятся в паспортах к биопрепаратам.

4.2. Для биопрепаратов, использованных в исследованиях по рекультивации почв, проведенных в Мурманской области, нормы внесения минеральных удобрений, согласно паспортным данным следующие:

4.2.1. При применении биопрепарата Микрозим(tm) «ПЕТРО ТРИТ» внесения удобрений не требуется.

4.2.2. При применении препарата «Деворойл» в почву вносят любые минеральные удобрения, содержащие азот и фосфор, из расчета 10-20 г на 1 м² очищаемой поверхности.

4.2.3. При применении препарата «Родер»TM соотношение элементов минерального питания на единицу углеводородного загрязнения грунта (г/кг) составляет C:N:P:K=1:0,1:0,01:0,003.

4.3. На основе исследований, проведенных в ходе экспериментальных работ по рекультивации почв в Мурманской области, рекомендуется при низком содержании в почвах минеральных элементов (определяется по биогенности почв либо на основе данных агрохимического анализа почвы) производить расчет норм минеральных удобрений согласно п. 6.8. настоящего Руководства.

5. Технология внесения биопрепаратов и минеральных удобрений.

5.1. Препарат Микрозим(tm) «ПЕТРО ТРИТ» вносят в очищаемую почву как в сухом порошковом виде, так и в виде суспензии.

При внесении сухого порошкового препарата необходимо учитывать, что он начинает действовать только во влажной среде (оптимальная влажность почвы 70%). Непосредственно перед внесением препарата в почву вносят расчетные нормы минеральных удобрений, равномерно распределяя по поверхности. Затем также равномерно наносят сам препарат. Во избежание улетучивания препарата его нанесение производят на небольшом расстоянии от поверхности почвы. Внесенные компоненты тщательно перемешиваются на всю глубину загрязнения почвы.

В условиях высоких широт, а также в случае применения препарата на открытых пространствах в условиях ветра рекомендуется готовить жидкую суспензию.

Суспензия готовится любой консистенции (от крутого теста до жидкой суспензии) путем разбавления сухого порошка теплой (+18+25°C) дехлорированной водой. Время активации препарата составляет 8-16 часов. Непосредственно перед внесением препарата в почву вносят расчетные нормы минеральных удобрений, равномерно распределяя по поверхности почвы. Затем вносят суспензию препарата.

Повторные внесения препарата производятся аналогичным образом в сроки, указанные п. 3.1 Приложения.

Рабочие консистенции препарата готовятся непосредственно перед применением. Разведенный препарат должен быть использован не позднее 16 часов с момента приготовления. Хранение разбавленного водой препарата не допускается.

5.2. Внесение биопрепарата «Деворойл» в загрязненную почву осуществляется в виде суспензии.

Для приготовления суспензии используют любую емкость объемом до 1 м³. В емкость вносят препарат в сухой форме, добавляют технической воды или воды естественных водоемов (+5+30°C) и перемешивают до полного растворения препарата.

Полученную суспензию выдерживают в емкости в течение 6-12 часов при подаче воздуха для активации микроорганизмов (рекомендуется использовать компрессор). Через 4 часа после начала перемешивания к приготовляемой суспензии биопрепарата добавляют дизельное топливо (или иной нефтепродукт, допускается также внесение нефтезагрязненной почвы вместо нефтепродукта) из расчета 1% от объема суспензии.

Непосредственно перед внесением суспензии в почву вносят расчетные нормы минеральных удобрений, равномерно распределяя по поверхности. Далее производят нанесение суспензии.

Повторные внесения препарата производятся аналогичным образом в сроки, указанные п. 3.2 Приложения.

5.3. Перед применением препарата «Родер»TM его следует регидратировать. Регидратация заключается в выдерживании сухих (обезвоженных) клеток препарата в водопроводной воде, взятой в соотношении 1:100 или 1:1000 весовых частей. Через 3 часа в раствор вносят расчетное количество солей азота, фосфора и калия, тщательно перемешивают, добиваясь полного растворения солей. Затем равномерно вносят суспензию в загрязненную почву.

Повторные внесения препарата производятся аналогичным образом в сроки, указанные п. 3.3 Приложения.

Хранение регидратированного препарата не допускается.

5.4. Нанесение биопрепаратов осуществляют согласно п. 6.13 настоящего Руководства.

При обработке больших площадей загрязненной почвы:

- нанесение сухой формы биопрепарата возможно с использованием самолетов, применяемых в сельском хозяйстве для распыления удобрений и т.п.;

- нанесение суспензий препаратов осуществляется с помощью поливальных или пожарных машин емкостью 5 или 10 м³. Предварительно необходимо промыть емкость пожарной машины 2-3 объемами воды для очистки ее от специальных растворов, используемых при тушении пожаров. Приготовленные растворы заливаются через верхний люк в наполненную водой цистерну и перемешиваются в течение 5-7 минут.

6. Требования безопасности при работе с биопрепаратами.

6.1. Биопрепарат Микрозим(tm) «ПЕТРО ТРИТ» не является пестицидом, не обладает кожно-раздражающими, аллергенными и сенсибилизирующими свойствами. Не проникает в организм через неповрежденную кожу, безопасен при попадании в организм через нос, рот. Не оказывает местного кожно-раздражающего действия. Вдыхание частиц и пыли биопрепарата может вызвать механическое раздражение легких, аллергические реакции возможны у лиц, подверженных аллергическим реакциям на пыль. Безопасен при попадании в организм с пищей в небольших количествах. При попадании в глаза может вызвать раздражение слизистой глаза. При попадании в ушную раковину не опасен. Попадание биопрепарата в открытую рану может вызвать инфекцию.

При работе с биопрепаратом рекомендуется использовать индивидуальные средства защиты (халат или комбинезон, перчатки, защитные очки, респиратор).

К работе с биопрепаратом не рекомендуется допускать лиц, склонных к аллергическим реакциям, страдающих хроническими воспалительными заболеваниями органов дыхания, зрения, кожи.

При появлении аллергической реакции необходимо устранить контакт пострадавшего с биопрепаратом, обратиться к врачу. При приеме биопрепарата внутрь, дать человеку выпить несколько стаканов воды и вызвать рвоту. При попадании в глаза, промывать глаза водой в течение 15 минут. При попадании на одежду, снять и застирать загрязненную одежду. При попадании на кожу, вымыть загрязненный участок кожи водой с мылом. В случае возникновения инфекции применять для лечения доступные антибиотики.

6.2. При применении бактериального препарата «Деворойл» необходимо использовать средства индивидуальной защиты рук, органов зрения, дыхания согласно типовым отраслевым нормам.

6.3. При приготовлении рабочего раствора препарата «Родер»TM рекомендуется для защиты органов дыхания пользоваться респираторами типа «Лепесток»-5; У-2К; -40; -200. Работающие должны обеспечиваться спецодеждой, спец. обувью, резиновыми перчатками, защитными очками типа ПО-2, -3; С-1, -5. До работы рекомендуется смазывать руки силиконовым кремом. В местах работы запрещается курить и принимать пищу.

При попадании препарата на слизистую оболочку глаз, носа или рта, ее следует промыть водой. В случае повышенной чувствительности, при появлении признаков раздражения слизистых покровов и кожи, работу данного лица с биопрепаратом следует прекратить.

Противопоказания при работе с препаратом: бронхиальная астма, аллергические дерматиты и т.п., аллергические заболевания.

7. Правила транспортировки и хранения биопрепаратов.

7.1. Препарат Микрозим(tm) «ПЕТРО ТРИТ» изготавливается и поставляется в форме сухого порошка со сроком хранения 18 месяцев со дня выпуска при температурах +10+40°C в сухом месте. Биопрепарат упаковывается для транспортировки в герметичные пластиковые ведра по 2 кг, 13 кг, фибролитовые бочки по 150 кг, на которых проставляется тарная этикетка с наименованием препарата. Биопрепарат транспортируют всеми видами транспорта с предохранением от атмосферных осадков. Транспортные средства должны быть сухими и чистыми. Препарат хранят в сухих, защищенных от атмосферных осадков и прямого солнечного света помещениях при температурах +10+40°C в заводской таре. Не допускается хранение биопрепарата с химическими инсектицидами, дезинфектантами, другими токсическими или биоцидными веществами. Не допускается замораживание или нагрев биопрепарата. Не допускается попадание влаги в биопрепарат во время хранения.

Биопрепарат относится к 5 классу опасности веществ (приказ МПР РФ №511 от 15.06.2001 г.). Биопрепарат полностью биоразлагаем. Утилизацию, уничтожение, захоронение препарата производить в соответствии с инструкциями по утилизации отходов 5 класса опасности.

7.2. Биопрепарат «Деворойл» поставляется в сухой форме (ТУ 9291-023-45181233-03). Гарантийный срок хранения 2 года. Препарат хранится в сухих помещениях с влажностью не более 80%, при температуре от -30 до +30°C. Упаковывается в мешки или пластиковые емкости по 25 кг. Специальные требования при транспортировке наземным, морским, воздушным транспортом не предъявляются. Паспорт безопасности и предупредительная маркировка на упаковке не требуются.

7.3. Биопрепарат «Родер»TM поставляется в виде сухого порошка или жидкого концентрата.

Сухая форма препарата упаковывается в армированные пакеты вакуум-упаковкой. Фасовка от 0,5 до 25 кг. Гарантийный срок хранения невскрытой упаковки 18 месяцев при температуре не выше +10°C.

Жидкий концентрат поставляется в полиэтиленовых емкостях объемом от 5 до 20 л. Срок хранения 1-2 месяца при температуре +4+8°C.