

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ЛЕСОВОДСТВА И МЕХАНИЗАЦИИ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА

Б. Е. Чижов
О. А. Кулясова

**РЕКУЛЬТИВАЦИЯ И РЕМЕДИАЦИЯ
В ЛЕСАХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

Пушкино 2018

УДК 630.1:631. 618

ББК 43.47

Р 36

Чижов, Б. Е. Рекультивация и ремедиация в лесах Западной Сибири : моногр. / Б. Е. Чижов, О. А. Кулясова. – Пушкино : ВНИИЛМ, 2018. – 222 с. + 24 с. цв. вкл.

Рецензенты:

С.В. Залесов – д-р с.-х. наук, проф., проректор по научной работе ФГБУ ВО "Уральский государственный лесотехнический университет"

А.А. Маленко – д-р с.-х. наук, зав. кафедрой лесного хозяйства ФГБУ ВО "Алтайский государственный аграрный университет"

ISBN 978-5-94219-238-9

В монографии обобщены результаты 30-летних исследований деградации лесов Западной Сибири в результате рубок, пожаров, естественного заболачивания, нефтегазодобычи. Раскрыты закономерности нефтяного загрязнения лесных и болотных почв, его воздействие на древостой, подрост, живой напочвенный покров, естественное лесовозобновление. Проанализированы факторы, лимитирующие очищение почв от нефтяного загрязнения: концентрация нефти, кислотность, переувлажнение торфянистых и сухость песчаных почв, недостаток усвояемых форм азота, фосфора, калия, нефтеокисляющих микроорганизмов. Обоснованы методы их корректировки.

Предложены ресурсосберегающие принципы лесной рекультивации механически разрушенных почв. Приведены лесоводственные требования к оценке качества различных рекультивационных мероприятий. Рассматривается понятие «ремедиация лесных биогеоценозов», актуальность её в различных лесорастительных зонах, в лесах эксплуатационного и защитного назначения, методы сохранения биоразнообразия лесных фитоценозов.

Адресована специалистам в области лесоводства, экологии, нефтегазодобычи, охраны природы – всем, кого волнуют проблемы сохранения и рационального использования природных ресурсов в условиях нарастающего техногенеза.

ISBN 978-5-94219-238-9

© ФБУ ВНИИЛМ, 2018

© Б. Е. Чижов, О. А. Кулясова, 2018

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|-----------|
| Предисловие | 6 |
| 1. Нефтяное загрязнение лесных экосистем Западной Сибири | 7 |
| 1.1. Масштабы нефтяного загрязнения | 7 |
| 1.2. Распространение и трансформация нефти в почве | 8 |
| 1.3. Состав и токсичность нефти | 13 |
| 1.4. Воздействие нефтяного загрязнения на почву и растительность | 15 |
| 1.5. Лесовозобновление после снижения нефтяного загрязнения почв | 21 |
| 2. Рекультивация земель при обустройстве месторождений углеводородного сырья | 25 |
| 2.1. Земли, нуждающиеся в рекультивации | 25 |
| 2.2. Направления рекультивации | 30 |
| 2.3. Технологии рекультивационных работ | 32 |
| 2.4. Создание травяного покрова | 33 |
| 3. Лесная рекультивация механически нарушенных почв | 35 |
| 3.1. Особенности лесных почв, круговорот азота, фосфора, калия | 35 |
| 3.2. Состав и продуктивность молодняков на нарушенных почвах | 39 |
| 3.3. Изменение ресурсов ягодников после нарушения почв | 43 |
| 3.4. Обоснование биологической рекультивации лесных почв | 45 |
| 4. Рекультивация загрязненных нефтью лесных и болотных почв | 49 |
| 4.1. Теоретические основы очистки почв от нефтяного загрязнения | 50 |
| 4.2. Классификация нефтезагрязненных земель | 54 |
| 4.3. Паспортизация загрязненных земель, проектирование рекультивационных работ | 58 |
| 4.4. Технологии рекультивационных работ | 61 |
| 4.4.1. Подготовительный этап | 61 |
| 4.4.2. Ускорение микробиологического разложения нефти | 63 |
| 4.4.3. Фитомелиорация | 70 |
| 4.5. Эффективность раздельного и комплексного действия рекультивационных мероприятий | 74 |
| 4.6. Особенности очистки от нефтяного загрязнения торфяных почв северной и средней тайги | 77 |
| 4.7. Лесовосстановление на очищенных от нефти участках | 82 |

| | |
|---|------------|
| 5. Требования к землям, рекультивированным после механического нарушения, нефтяного и солевого загрязнения | 83 |
| 5.1. Общие требования к участкам, возвращаемым в состав земель лесного фонда | 83 |
| 5.2. Дополнительные требования, обусловленные особенностями использования земель в период аренды | 85 |
| 5.2.1. Буровые площадки | 85 |
| 5.2.2. Карьерные выемки | 87 |
| 5.3. Дополнительные требования, обусловленные последующим целевым использованием земель | 88 |
| 5.3.1. Участки, намечаемые под сельскохозяйственные угодья | 88 |
| 5.3.2. Карьерные выемки и торфяные выработки, намечаемые под поверхностные водоемы | 89 |
| 5.3.3. Участки, намечаемые под рекреацию | 90 |
| 5.4. Дополнительные требования к землям, рекультивированным после загрязнения нефтью и химическими веществами | 90 |
| 6. Ремедиация лесных биогеоценозов | 92 |
| 6.1. Сукцессии лесных фитоценозов | 92 |
| 6.2. Сукцессии условий произрастания | 93 |
| 6.3. Теоретические основы ремедиации лесных насаждений | 93 |
| 7. Ремедиация притундровых лесов | 97 |
| 7.1. Природные особенности притундровых лесов | 97 |
| 7.2. Очередность и принципы назначения ремедиации | 99 |
| 7.3. Ремедиация лиственничных и сосновых лесов | 101 |
| 7.4. Ремедиация перестойных кедровников | 104 |
| 7.5. Ремедиация еловых лесов | 107 |
| 7.6. Отвод лесосек и технологии лесосечных работ | 109 |
| 7.7. Содействие естественному лесовозобновлению при ремедиации притундровых лесов | 111 |
| 7.8. Особенности содействия естественному лесовозобновлению в кедровых лесах | 114 |
| 8. Ремедиация лесов таежной и лесостепной подзон | 115 |
| 8.1. Ремедиация сосновых лесов в подтаежной и лесостепной подзонах | 115 |
| 8.2. Ремедиация лесов после катастрофических пожаров | 116 |
| 8.3. Ремедиация насаждений, расстроенных некорректными рубками | 121 |
| 8.4. Ремедиация лесных участков с чрезмерным накоплением лесной подстилки | 122 |

| | |
|---|------------|
| 9. Роль живого напочвенного покрова в ремедиационных мероприятиях | 124 |
| 9.1. Ценогические и хозяйственные особенности живого напочвенного покрова лесов Западной Сибири | 124 |
| 9.2. Сукцессии живого напочвенного покрова в культурах сосны на вырубках березняков | 127 |
| 9.3. Методы регулирования живого напочвенного покрова | 134 |
| 9.4. Повышение биоразнообразия живого напочвенного покрова..... | 136 |
| 9.5. Применение гербицидов для ремедиации лесных фитоценозов | 138 |
| 10. Ремедиация защитных лесов и особо защитных участков лесов..... | 143 |
| Заключение..... | 149 |
| Список использованной литературы..... | 151 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 1 Термины и определения | 164 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 2 Технологические схемы рекультивационных работ на механически нарушенных землях | 169 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 3 Применение минеральных удобрений на механически нарушенных почвах..... | 187 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 4 Технологические схемы очистки почв от нефтяного загрязнения | 189 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 5 Извлечения из Регионального норматива «Допустимое остаточное содержание нефти и нефтепродуктов в почвах после проведения рекультивационных и иных восстановительных работ на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры» | 199 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 6 Очередность проведения рубок ухода в лесах эксплуатационного назначения в порядке снижения остроты лесоводственной потребности в уходе | 207 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 7 Характеристика пожароустойчивости травянистых и кустарничковых растений сосновых лесов предлесостепи и лесостепи Западной Сибири | 208 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 8 Хозяйственная ценность травянистых растений южной тайги и лесостепи Западной Сибири | 213 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 9 Чувствительность растений к гербицидам | 220 |

ПРЕДИСЛОВИЕ

Негативное воздействие на леса Западной Сибири оказывают суровый климат и неблагоприятные лесорастительные условия; лесозаготовки, не учитывающие зонально-типологические особенности уникального региона; циклически повторяющиеся лесные пожары; непрерывное естественное заболачивание таежных лесов; уникальное по масштабам, темпам и отрицательным экологическим последствиям освоение месторождений углеводородного сырья.

Перенасыщение преобладающих хвойных насаждений пожароопасными объектами нефтегазодобычи, слабая оснащенность средствами пожаротушения, недостаточная численность лесной охраны, низкий уровень ведения лесного хозяйства приводят к повышению пожароопасности лесов Западной Сибири. Лесные пожары в засушливые годы становятся стихийным бедствием, способным уничтожить многолетний труд лесоводов, неизменно преобразить структуру лесных экосистем. В 1989 г. площади, пройденные лесными пожарами в Западной Сибири, превысили их площадь в целом по Российской Федерации.

Во второй половине XX в. лесные пожары и концентрированные рубки привели к массовой смене хвойных насаждений березняками и осинниками. На вырубках сосняков южной тайги и лесостепи образовались обширные очаги майского хруща, которые на десятки лет исключили естественное возобновление и создание культур сосны обыкновенной. Еще одной проблемой лесов Западной Сибири является заболачивание, которое многократно ускоряется в результате антропогенной деятельности – сплошных рубок, нарушения поверхностного стока насыпями дорог, добычи полезных ископаемых.

В настоящее время разведка, обустройство и эксплуатация нефтегазовых месторождений по масштабам и глубине отрицательного воздействия на леса превосходят все вместе взятые негативные природные и антропогенные факторы.

В связи с ухудшающимся экологическим состоянием лесов Сибири особую актуальность приобретают разработка и применение прогрессивных технологий рекультивации нарушенных лесных земель и ремедиационные мероприятия, направленные на восстановление деградирующих лесных фитоценозов.

В монографии на основе 30-летних исследований обосновывается система мер, использование которых поможет снизить уровень воздействия природных и антропогенных факторов на леса Западной Сибири, ускорит восстановление нарушенных лесных экосистем, улучшит состояние природной среды в целом.



1

НЕФТЯНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Экологически наиболее опасно разрушение лесов при разведке и освоении месторождений углеводородного сырья [17, 19, 20, 152]. Нефтегазодобыча сопровождается нарушением практически всех природных компонентов: недр и атмосферы, рельефа и почв, поверхностных и грунтовых вод, флоры и фауны [57, 60, 90, 119, 168]. На отчуждаемых для строительства промышленных объектов и прокладки коммуникаций лесных землях полностью вырубается лес, степень нарушения почв и грунтов составляет от 25 до 90%. Лесные массивы расчленяются трассами коммуникаций с образованием зон, недоступных для лесохозяйственной деятельности, а также неустойчивых к ветрам опушек и кулис. Почвы и поверхностные воды загрязняются нефтью, минерализованными водами, буррастворами, химреагентами, факельными выбросами, а атмосфера – углеводородами, оксидами серы, углерода, азота. Концентрация в лесах пожароопасных материалов, техники и рабочих повышает их горимость в 3–5 раз.

1.1. Масштабы нефтяного загрязнения

При современных технологиях добычи нефти в окружающую среду поступает около 2% извлекаемых углеводородов. В таежной зоне Западной Сибири почти 80% нефтезагрязненных земель приходится на болота и заболоченные леса, 7–28% разливов нефти представлено обводненными участками [163].

Большинство утечек приурочено к буровым площадкам (кустам скважин), местам прокладки нефтепроводов. Доля нефтезагрязненных земель в общей площади месторождений Ханты-Мансийского автономного округа – Югры, эксплуатируемых более 10 лет, составляет 0,5% на плакорных ландшафтах и 0,8–1,9% на заболоченных и пойменных территориях.

Разливы нефти на территориях месторождений приняли характер экологического бедствия. Из-за возрастающей аварийности ранее построенных трубопроводов площади загрязненных земель превышают площади рекультивируемых земель [28,

126, 152]. По оценкам Сибирской ЛОС, на территории Ханты-Мансийского автономного округа в начале XX в. загрязненные нефтью земли занимали 399,2 км² (табл. 1). Эта ситуация сохраняется и до настоящего времени.

Таблица 1. Масштабы нефтяного загрязнения земель Ханты-Мансийского округа

| Показатели | Ландшафты | | | Всего |
|---|-----------|--------|---------|---------|
| | Болото | Пойма | Лес | |
| Общая площадь месторождений, км ² | 6547,5 | 3565,5 | 13802,5 | 23915,5 |
| Доля нефтезагрязненных земель, % | 1,85 | 0,87 | 0,45 | - |
| Площадь загрязненных земель, км ² | 306,1 | 31,0 | 62,1 | 399,2 |
| Доля нефтезагрязненных земель, нуждающихся в рекультивации, % | 97,1 | 82,3 | 87,4 | - |

В конце XX в. нефтесолевое загрязнение территорий Покачевского, Южно-Балыкского, Федоровского и Мамонтовского месторождений Ханты-Мансийского округа составило 2,3–4,0% площади горного отвода, а на модельном участке территории НГДУ «Белозернефть» достигло 9,5%. Если к площадям загрязненных земель добавить загрязненные русла рек и днища озер, то совокупные размеры загрязненных акваторий и территорий практически превысят размеры механически нарушенного ландшафта [128].

Данные отчетности предприятий о загрязнении земель сильно занижены, так как учету подлежат участки, загрязненные нефтью непосредственно в момент аварии. Участки, загрязняемые после миграции разлитой нефти на смежные территории, не учитываются. Например, по данным Нижневартковского комитета по охране окружающей среды за 1997 г., на территории Самогторского месторождения зарегистрировано 1437 га нерекультивированных земель, загрязненных нефтью за предшествующие годы эксплуатации месторождения. Однако дешифрирование материалов спектрально-аэрофотосъемок показало, что в результате распространения паводковыми водами площадь земель, загрязненных нефтепродуктами, превышает эту величину в 23 раза [129].

1.2. Распространение и трансформация нефти в почве

Скорость и глубина просачивания нефти в разных типах почв различных природных зон исследовалась многими авторами в естественных и смоделированных условиях [2, 4, 45, 80, 123, 137, 152]. Объем нефти, поглощаемой грунтом, зависит от типа почв, их пористости и дренированности. Хорошо дренированные почвы способны

1. Нефтяное загрязнение лесных экосистем Западной Сибири

сорбировать количество нефти, составляющее до 1/3 их предельной влагоемкости. Нерастворимые в воде гуминовые и фульвокислоты, которыми богаты торфяные почвы, способны необратимо связывать нефть в объеме до 2% своей массы [185].

Глубина проникновения нефти зависит от множества факторов: гранулометрического состава и дренированности почвогрунта; степени его нарушенности (естественные почвы, насыпные грунты); уровня грунтовых вод в момент разлива и амплитуды его колебания в течение года; объема выброса, интенсивности разлива и количества несобранной нефти; уровня обводненности нефти; сезона и давности разлива; уклона местности и типа микрорельефа; эффективности мероприятий по сбору нефти [152].

Сухие **пески и супеси** сравнительно легко поглощают нефть. При искусственном нанесении нефти в дозах 10 и 20 л/м² глубина проникновения составила соответственно 8–10 и 13–15 см. С увеличением дозы до 50 л/м² глубина замазучивания возросла до 50–100 см. Распределение нефти по почвенному профилю довольно равномерно, а ее растекание по территории имеет ручейковый характер. Формируется мозаичная структура разлива с более глубоким загрязнением западин и менее замазученными повышениями рельефа. Горизонтальная миграция нефти в минеральных горизонтах выражена слабо, поэтому нижняя граница носит ломаный, «подтековый» характер и довольно легко прослеживается визуально [152].

При аварийных разливах нефть быстро растекается по поверхности почвы, ее проникновение вглубь не превышает 20 см на повышениях и 40 см в ложбинах. Основная доля нефти (90%) находится в верхнем 15-сантиметровом слое (рис. 1). В переувлажненных песчаных почвах глубина ее проникновения обычно не превышает 15 см, причем 90% нефти сосредоточено в слое 0–10 см.

В ненарушенных свежих и влажных **суглинистых почвах** нефть просачивается вглубь в основном по старым корневым ходам и трещинам, нижняя граница ее проникновения весьма условна. На дренированных участках она встречается в количестве 0,5–1,0% на глубине 20–40 см. Коэффициент вариации глубины проникновения колеблется в пределах 20–40%, местами достигая 60–80%. Распределение нефти в почвенном профиле неравномерное. Основное ее количество (50–80%) сосредоточено в лесной подстилке, на границе подстилки с минеральным горизонтом, в верхнем минеральном слое, а 90%-й запас сосредоточен в 15-сантиметровом слое. Глубже наблюдается резкое снижение концентрации нефти [152]. В пограничной (периферической) зоне разлива иногда отмечается растекание нефти под лесной подстилкой, но оно обычно не превышает 3–5 м и в целом имеет ограниченное значение.

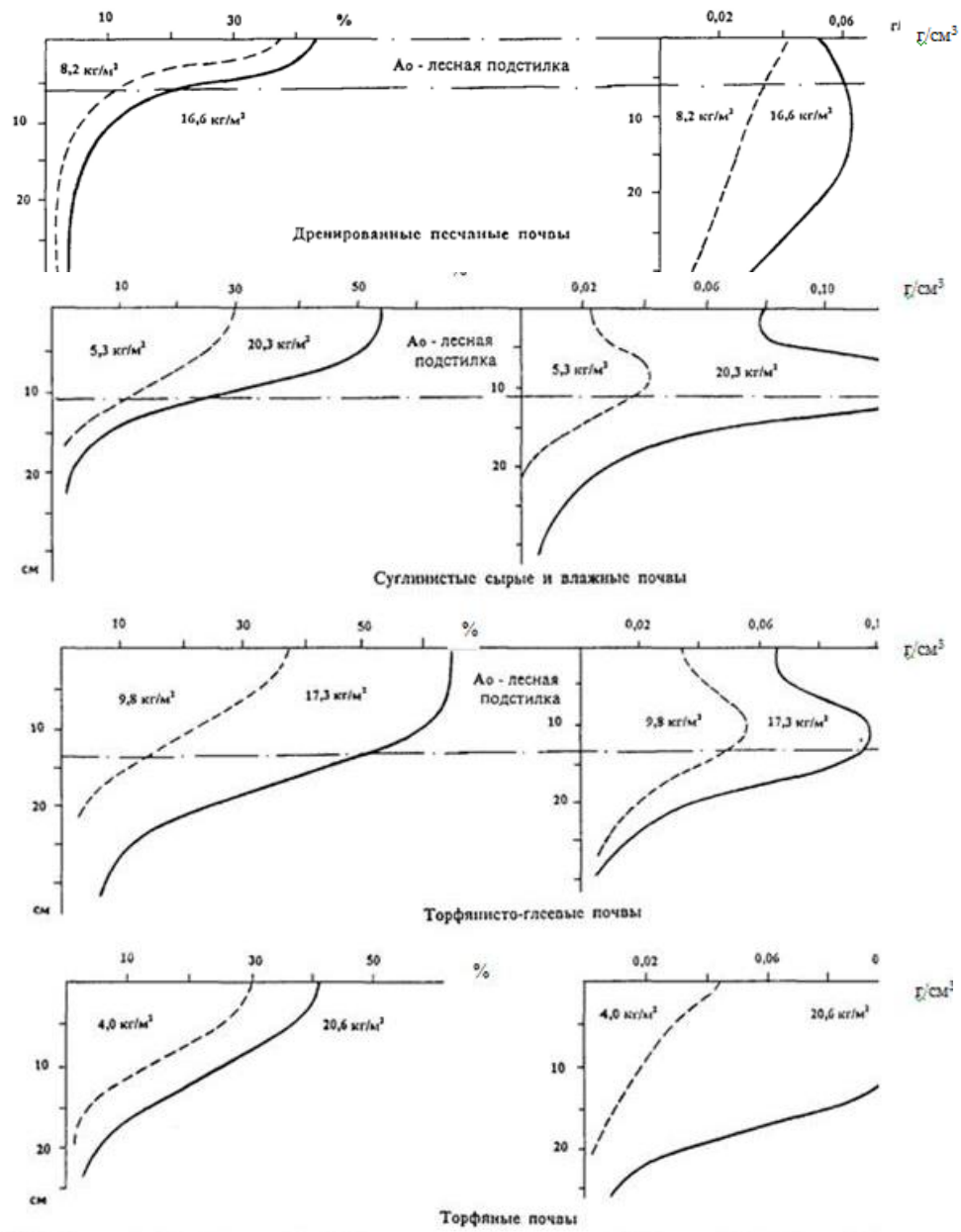


Рис. 1. Распределение нефти (% к весу сухой почвы, или g/cm^3 почвы) на фрагментах аварийных разливов с повышенным (сплошные линии) и минимальным (пунктир) уровнем остаточного загрязнения, kg/m^2

1. Нефтяное загрязнение лесных экосистем Западной Сибири

В переувлажненных **торфянисто-глеевых почвах** самая высокая концентрация остаточного нефтепродукта наблюдается в верхнем 5-сантиметровом слое, но наибольшее содержание нефти отмечается на границе между торфяным и минеральным слоем, на глубине 8–17 см (см. рис. 1).

Другая особенность переувлажненных торфянисто-глеевых почв заключается в возможности вторичного перераспределения нефти по поверхности участка. При первоначальном ручейковом растекании замазучиваются микропонижения. Кочки, приствольные круги деревьев и другие микроповышения остаются менее загрязненными. Если своевременно не провести сбор нефти, то при накоплении воды в ложбинах во время снеготаяния или обильных осадков возможен подъем пленки нефти и вторичное загрязнение повышенных элементов микрорельефа. Разливаясь, воды расширяют площадь замазучивания.

Важную роль в распределении нефти по элементам микрорельефа играют кратность подъема водного зеркала и скорость его опускания. При разовом подъеме на повышенные элементы рельефа наносится небольшое количество нефти. Так формируются слабозагрязненные переходные зоны по периферии разливов. При многократных колебаниях водной поверхности загрязненность микроповышений (кочек) за счет повторного загрязнения плавающей нефтью может стать более высокой, чем между кочками [152]. Там, где для локализации разливов сооружены дамбы или обваловка, происходит затопление участка дождевыми или весенними водами.

Распределение нефти в почвах болот определяется преимущественно уровнем грунтовых вод, амплитудой его колебания в течение вегетационного периода, а также плотностью деятельного горизонта торфа. На сфагново-осоковых болотах основное количество нефти сосредотачивается в верхнем 5-сантиметровом слое, на сфагново-кустарничковых – в 10–15-сантиметровом слое. С глубиной концентрация нефти постепенно снижается.

При снижении уровня грунтовых вод нефть, испаряясь, оседает на поверхности болота и постепенно затвердевает, образуя битумообразную корку. Попадая в почву, нефть претерпевает количественные изменения в результате испарения, вымывания, ультрафиолетового разложения и микробиологического окисления (табл. 2).

Через 2 года на участках экспериментального загрязнения песчаных и супесчаных почв остаточная масса нефти составляла в среднем 38%, через 3–30% и через 4 года – 24 % внесенного количества (рис. 2).

Таблица 2. Содержание остаточной нефти в почвенных горизонтах через 3 года после дозированного загрязнения

| Глубина взятия образцов по горизонтам почвы | Содержание нефти в почве, кг/м ³ , при загрязнении, л/м ² | | | |
|---|---|-----|------|------|
| | 10 | 20 | 50 | 100 |
| <i>Сосняк брусничный</i> | | | | |
| Лесная подстилка – 3 см | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| A ₁ -A ₂ – 3–10 см | 1,4 | 3,4 | 4,3 | 4,8 |
| B – 11–20 см | - | 1,6 | 4,3 | 4,6 |
| BC – 21 см и более | - | 0,1 | 5,2 | 10,9 |
| На всю глубину проникновения | 1,7 | 5,4 | 14,1 | 20,6 |
| <i>Сосняк кустарничково-черничный</i> | | | | |
| Лесная подстилка – 5 см | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| A ₁ -A ₂ – 5–15 см | 0,8 | 2,7 | 3,8 | 5,1 |
| B – 16–25 см | - | 2,1 | 3,4 | 4,6 |
| BC – 26 см и более | - | 1,6 | 6,6 | 14,9 |
| На всю глубину проникновения | 1,3 | 6,9 | 14,3 | 25,1 |
| <i>Кедровник кислично-черничный</i> | | | | |
| Торфянистый: | | | | |
| 10 см | 1,0 | 1,0 | 0,9 | 1,3 |
| 10–20 см | 2,4 | 5,0 | 7,3 | 5,3 |
| 21–30 см | 0,2 | 1,3 | 2,2 | 2,1 |
| 31 см и более | 0,1 | 0,6 | 1,9 | 3,1 |
| На всю глубину проникновения | 3,7 | 7,9 | 12,3 | 11,8 |

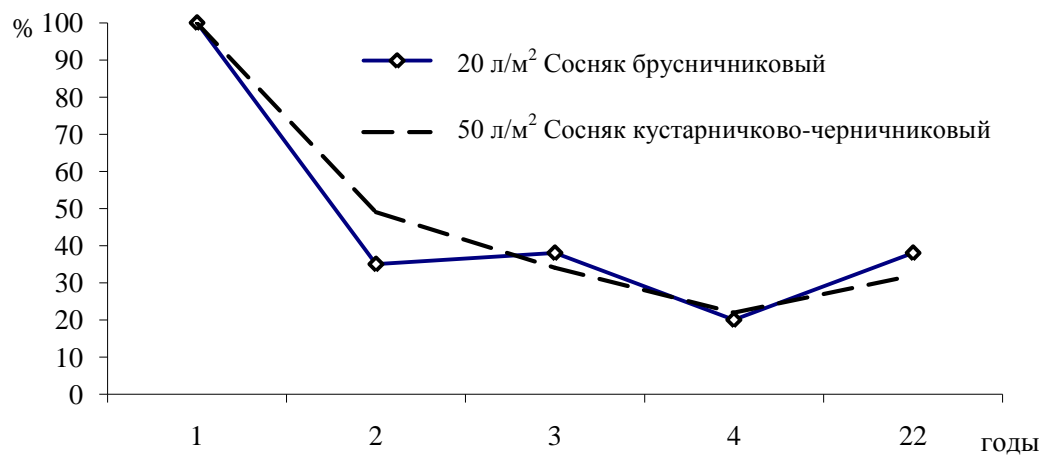


Рис. 2. Остаточное количество нефти в песчаных и супесчаных подзолистых почвах на 2–4-й и 22-й год после ее дозированного внесения, % исходного количества

1. Нефтяное загрязнение лесных экосистем Западной Сибири

В дальнейшем общее содержание нефтепродуктов менялось незначительно: на 22-й год оно было практически равно их содержанию на 3-й год после внесения нефти. По мере снижения общего уровня загрязнения почвы нефтью изменяется и ее фракционный состав. В течение 1-го года почти полностью испаряются и вымываются фракции нефти с температурой кипения ниже 200 °С. На разливах 10-летней давности в составе остаточной нефти преобладают асфальтены и смолы (C₁₇ и более) с температурой кипения выше 300 °С (табл. 3).

Как показали лабораторные опыты, асфальтены и смолы малотоксичны для растений, но при относительно высоких концентрациях способны существенно повлиять на свойства почв: изменить ее гидрофобность, затруднить капиллярный подъем влаги, затормозить процессы минерализации органических остатков и т. д.

Таблица 3. Фракционный состав остаточной нефти в песчаных и супесчаных почвах через 2–10 лет после ее разлива, %

| Длина углеродной цепи | Температура кипения, °С | Фракционный состав остаточной нефти, %, при давности ее разлива, годы | | | |
|----------------------------------|-------------------------|---|-----|-----|------|
| | | Свежая нефть | 2-й | 3-й | 10-й |
| Менее C ₁₁ | Менее 200 | 71 | - | - | - |
| C ₁₂ –C ₁₄ | 200–250 | 11 | 4 | - | - |
| C ₁₅ –C ₁₆ | 250–300 | 8 | 23 | 10 | - |
| Более C ₁₇ | Более 300 | 10 | 73 | 90 | 100 |

Примечание. На 2-й год образцы отбирали из лесной подстилки, в последующие годы – из минеральных слоев почвы с глубины 0–10 см.

1.3. Состав и токсичность нефти

Разлитая нефть наносит большой ущерб флоре и фауне загрязненных участков, как в результате прямого токсического воздействия на живые клетки и ткани, так и вследствие косвенных причин.

Интенсивность прямого токсического воздействия нефти на живые организмы определяется ее химическим и фракционным составом, который сильно отличается не только на различных месторождениях, но и в разных пластах одного и того же месторождения. Химический состав нефти весьма сложен и включает множество классов химических соединений [188]. Содержащиеся в нефти мооядерные ароматические углеводороды токсичны и канцерогенны для всего живого, а нафтеновые кислоты стимулируют рост растений [180].

По уменьшению прямого токсического воздействия на флору и фауну основные классы углеводородов нефти могут быть выстроены в ряд: моноароматические углеводороды > олефины и нафталины > парафины. В пределах каждого из этих классов соединений токсичность повышается с увеличением полярности и понижается с увеличением молекулярной массы вещества [183]. Наивысшей токсичностью обладают нефтяные углеводороды соответствующих классов с наименьшими значениями молекулярных масс, содержащиеся в легких фракциях нефти.

Токсикологическая характеристика разных фракций нефти разработана Ю. И. Пиковским [89]. Легкая фракция, куда входят наиболее простые по строению низкомолекулярные алканы, парафиновые и ароматические углеводороды, – наиболее подвижная часть нефти. Биологически наиболее активны нормальные алканы с короткой углеродной цепью. Они лучше растворяются в воде, легко проникают в клетки, дезорганизуя цитоплазматические мембраны организмов. Вследствие летучести и более высокой растворимости низкомолекулярных нормальных алканов их действие обычно не бывает долговременным. На поверхности почвогрунта эта фракция в первую очередь подвергается физико-химическим процессам разложения, а входящие в ее состав углеводороды быстро перерабатываются микроорганизмами. Этот процесс приводит к увеличению доли тяжелых фракций, содержащих большое количество асфальтенов и смол [32].

Твердые метановые углеводороды (парафины) нетоксичны для живых организмов, очень медленно разрушаются, с трудом окисляясь на воздухе.

К циклическим углеводородам нефти относятся нафтеновые и ароматические. О токсичности нафтенов сведений мало. Циклические углеводороды с насыщенными связями окисляются очень трудно. Биodeградацию циклоалкенов затрудняют их малая структурная разветвленность и отсутствие функциональных групп.

Содержание ароматических углеводородов в нефти чаще всего составляет 20–40%, полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) – 1–4%. Ароматические углеводороды – наиболее токсичные компоненты нефти. При их концентрации в воде, равной всего 1%, они убивают все водные микроорганизмы [178]. С увеличением ароматичности нефти повышается ее гербицидная активность [181].

Многоядерные углеводороды – бензол и его гомологи – оказывают более быстрое токсическое воздействие на организмы, чем ПАУ, которые медленнее проникают через мембраны и действуют более длительное время, являясь хроническими токсикантами [173]. Ароматические углеводороды трудно поддаются разрушению. Главными факторами деградации ПАУ в окружающей среде являются процессы

фотолиза, инициированные ультрафиолетовым излучением [165]. В почве этот процесс может протекать только на ее поверхности.

Смолы и асфальтены относятся к высокомолекулярным неуглеводородным компонентам нефти. Они содержат основную часть микроэлементов, почти все металлы. Из токсичных металлов наиболее распространены ванадий и никель. В 1 тыс. т нефти содержится до 1 ц ванадия и никеля, что необходимо учитывать при оценке экологической ситуации.

Вредное экологическое влияние парафинов, смолисто-асфальтеновых компонентов заключается, в основном, в изменении водно-физических свойств почв. Сорбируясь на поверхности, в верхнем гумусовом горизонте, они прочно цементируют его, уменьшая порозность почв. Парафины и смолисто-асфальтеновые компоненты гидрофобны. Эти вещества малодоступны микроорганизмам, процесс их разрушения идет очень медленно.

Помимо непосредственного гербицидного эффекта, растения испытывают на себе опосредованное влияние нефти, выражающееся в изменении физико-химических свойств и микробиологической активности субстрата.

1.4. Воздействие нефтяного загрязнения на почву и растительность

Нефтяное загрязнение изменяет микробиологическую активность почв. Меняется структура комплекса почвенных микроорганизмов, что сопровождается снижением их общего разнообразия. Прежде всего увеличиваются численность и активность углеводородокисляющих микроорганизмов [2, 4, 5, 48].

Загрязнение почв нефтью может вызвать повышение радиоактивного фона местности из-за наличия в нефти металлоорганических комплексов, содержащих уран [89]. Общий радиоактивный фон на нефтяных разливах Среднего Приобья превышает контрольный уровень на 20–30% [25].

По мере микробиологического разрушения нефти в почве также могут происходить нежелательные изменения ее состава и свойств. При частичном разрушении нефти под воздействием полисахаридов микробного происхождения часть разлитой нефти диспергируется в почвенном растворе, что приводит к повышению подвижности тяжелых углеводородов и повышению степени их отрицательного воздействия на живые организмы [124]. Фитотоксичность нефти при этом может возрасти и вследствие накопления токсичных промежуточных продуктов распада – жирных кислот и терпеноидов, обладающих фитотоксичностью [189].

По мере микробиологического распада в почве накапливаются содержащиеся в нефти в виде комплексных и металлоорганических соединений весьма токсичные тяжелые металлы (Ni, Vn, Mn, Cu, Pb, Cr и Zn) [125]. Они могут выщелачиваться в грунтовые воды из почвы в связи с понижением рН, наличии жирных кислот и впоследствии накапливаться в растительных тканях. При этом из почвы выщелачивается медь, остающаяся в почве в виде комплексных соединений с гуминовыми кислотами [182].

Длительное время сохраняются в почве содержащиеся в нефти канцерогенные вещества бенз(а)пиренового ряда, трудно поддающиеся микробиологическому разложению, которые впоследствии могут накапливаться в растительности.

В процессе разрушения нефти микроорганизмы вступают в конкурентные отношения с выжившими почвенными организмами и растительностью в потреблении кислорода, подвижных форм фосфора и азота, что еще более ухудшает состояние выживших растений.

По мере микробиологического разложения нефти структура и физико-химические показатели почв постепенно возвращаются к исходному состоянию, восстанавливается и их плодородие. При снижении концентрации остаточной нефти в почве ниже 1% может наблюдаться стимулирование роста растений [179]. Вероятно, это объясняется содержанием в нефти веществ, которые действуют наподобие гормонов роста [180]. Более того, продуктивность почв может превысить исходный уровень за счет обогащения почвы органикой и связанным азотом вследствие биоразложения нефти [177].

В целом накопление в очистившейся почве токсичных и канцерогенных веществ, тяжелых металлов и радионуклеидов делает ее экологически опасной для выращивания сельскохозяйственных культур и сбора дикорастущих трав и грибов [180].

Внешними фенотипическими признаками, указывающими на влияние нефти и продуктов ее распада на растения, являются появление некрозов, опухолей, нарушение нормального ритма развития, изменение окраски [77, 169], тенденция к обезвоживанию [42]. Листья становятся мягкими и вялыми вследствие потери тургора, наблюдается преждевременная дефолиация.

Нефть оказывает отрицательное влияние на рост, метаболизм и развитие растений [4, 8, 137, 167], в значительной степени задерживает начало цветения, вызывает их угнетение [77, 174]. При попадании нефти на распускающиеся почки количество цветков значительно сокращается. Загрязненные нефтью цветки редко образуют плоды и семена. Всхожесть семян под действием нефти резко снижается [1, 3,

1. Нефтяное загрязнение лесных экосистем Западной Сибири

24, 25, 41, 82, 186]. Уменьшается не только общее число всходов, но и биомасса и длина проростков [29]. В. Митчел с соавторами [184] установили, что нефть в концентрации 13,5% полностью задерживает прорастание семян ячменя; при концентрации ниже 7,5% семена прорастают, но всходы растут плохо.

В. М. Невзоров [82] отмечал, что разлитая по поверхности дерново-подзолистой почвы нефть в количестве 4–8 л/м² делает ее непригодной для прорастания семян сосны и трав на срок не менее 5 лет. Такое влияние нефти на семена объясняется не только ее токсичностью, но и увеличением гидрофобности почвы. Ряд авторов наблюдали стимулирующее действие малых доз нефти на прорастание семян, рост и развитие растений [166, 187].

Виды, восстанавливающиеся из спящих почек, более устойчивы к действию нефти, чем возобновляющиеся семенами. У многолетников покрытые нефтью органы отмирают, но из подземных органов отрастают новые побеги. К. Бурк [176] приводит списки растений, обладающих разной степенью устойчивости к нефти в условиях пресноводного марша р. Коннектикут. В. И. Маковский [74] наблюдал отрастание новых побегов у загрязненных нефтью болотных кустарничков на торфяных болотах в Среднем Приобье.

Воздействие нефти на фитоценозы приводит к деградации растительного покрова, уменьшению общего количества видов, снижению продуктивности и формированию специфических сообществ из устойчивых видов [169]. Нефтяное загрязнение олиготрофных болот Западной Сибири вызывает смену исходной растительности на осоки, рогоз, вейник, зеленые мхи и болотное разнотравье [74].

Многолетние исследования деградационно-восстановительных процессов в лесных, луговых и болотных фитоценозах после нефтяного загрязнения, выполненные Тюменской лесной опытной станцией в Ханты-Мансийском автономном округе на аварийных разливах и участках дозированного внесения обезвоженной нефти, широко представлены в публикациях [28, 30, 53, 54, 150, 152–154, 161, 163].

Дозированное загрязнение лесных участков нефтью в количестве от 0,5 до 100 л/м², выполненное сотрудниками Тюменской ЛОС [54, 152, 154], показало, что обессоленная товарная нефть обладает только контактным гербицидным действием и повреждает лишь те части растений, которые были замазучены. Отмирание многолетников происходит после загрязнения корневищ, от которых они ежегодно возобновляются. Сохранение живого напочвенного покрова определяется глубиной проникновения нефти и глубиной размещения в почве органов вегетативного размножения растений.

В сосняке кустарничково-черничном на секциях, где нефть была внесена в дозах 1 и 5 л/м², оказались загрязнены только лесная подстилка и мохово-лишайниковый покров. Восстановление живого напочвенного покрова определялось сохранностью конкретных видов растений после нефтяного воздействия. Кустарнички и травы в первые годы после загрязнения быстро восстановили усохшие надземные органы, а на 22-й год их обилие увеличилось по сравнению с первоначальным на 66%.

При дозах 10 и 20 л/м² нефть проникла в песчаную почву на глубину 11–16 и 18–20 см соответственно. В загрязненных горизонтах оказались не только органы вегетативного возобновления, но и корневые системы трав и кустарничков. Все компоненты живого напочвенного покрова характеризовались сильным и длительным угнетением. В качестве микрорефугиумов, где сохраняются отдельные особи, оказались полуразложившиеся стволы упавших деревьев (валежник), покрытые лесной подстилкой и мхами. Нефть, обтекая трухлявую древесину, почти не проникает внутрь стволов. Поэтому корневища и корневые системы брусники, черники, багульника, освоившие валежник как субстрат, сохраняются жизнеспособными.

Суглинистые почвы менее проницаемы для нефти, поэтому при дозах менее 20 л/м² сохранность и скорость восстановления живого напочвенного покрова на них выше, чем на песчаной почве сосняка-брусничника. При дозах 50 и 100 л/м² различия несущественны, поскольку в обоих случаях травяно-моховой покров оказался отмершим более чем на 98%.

Исходное обилие полукустарничков на суглинистых почвах не восстановилось даже через 22 года после разлива нефти. Заселение семенным и вегетативным способом территории полукустарничками до исходного обилия длится более 25 лет.

На пробных площадях после загрязнения товарной нефтью мхи и лишайники в первые 4 года восстанавливались медленнее, чем травяной покров и полукустарнички: проективное покрытие ими не превышало 3%. За 9 лет зеленые мхи и лишайники на загрязненных участках не восстановились [154]. На 22-й год на всех участках дозированного загрязнения (5–100 л/м²) обилие мхов и лишайников (дикранум волнистый, плеврозиум Шребера, кладония) достигло исходного уровня, а в ряде случаев превысило его [54].

Таким образом, скорость восстановления живого напочвенного покрова определяется его видовым составом, сохранностью после нефтяного воздействия, уровнем остаточного загрязнения почвы и динамикой накопления новой, чистой от нефти хвойной подстилки, на которой поселяются мхи и лишайники [140, 141].

1. Нефтяное загрязнение лесных экосистем Западной Сибири

На участках, загрязненных незасоленной нефтью, в первые 2 года заметное ухудшение состояния древостоя отчетливо прослеживается на делянках с дозой 100 л/м². Наибольшее угнетение отмечено в сосняке брусничном, где увеличение гидрофобности песчаных почв усилило и без того значительный дефицит влаги. Изменение состояния деревьев на делянках с дозами нефти 10 и 20 л/м² было таким же, как и в контроле, и определялось, в основном, засушливостью вегетационных периодов. На делянках с дозой 1 и 5 л/м² нефть, подавив живой напочвенный покров, даже несколько улучшила рост деревьев.

В сосняке брусничном изменение состояния деревьев, выразившееся в осветлении молодой хвои и более раннем опадении старой, уменьшении прироста верхушечных побегов ветвей и размеров листьев березы, стало заметным на 2-й год на секциях с дозами более 10 л/м², а в сосняке кустарничково-черничном – на секциях с дозами 50 и 100 л/м². На 3–4-й год эти деревья перешли в категорию сильно ослабленных (с ажурной кроной, сокращенным приростом стволов по диаметру, повреждением хвои на 30–60%). Через 22 года после внесения нефти на делянках с дозами 5–10 л/м² деревья оценивались как ослабленные, с дозами 20–50 л/м² – как сильно ослабленные, 100 л/м² – как усыхающие (табл. 4).

Таблица 4. Динамика категорий состояния древостоев сосняка брусничного и сосняка кустарничково-черничного после загрязнения товарной нефтью

| Тип леса, почва | Год после загрязнения | Средние категории состояния деревьев при дозах загрязнения нефтью, л/м ² | | | |
|--|--------------------------|--|-----|-------|--------|
| | | 0 | 5 | 10–20 | 50–100 |
| Сосняк брусничный, почва подзолистая, песчаная | До загрязнения | 1,8 | 2,2 | 2,2 | 1,8 |
| | 4 | - | 2,1 | 2,7 | 3,6 |
| | 9 | - | 2,0 | 2,8 | 4,0 |
| | 22 | - | 1,9 | 2,2 | 3,4 |
| Сосняк кустарничково- черничный, почва дерново-подзолистая, суглинистая | До загрязнения | 1,8 | 2,2 | 2,2 | 2,1 |
| | 4 | - | 2,6 | 3,1 | 3,5 |
| | 9 | - | 3,4 | 3,8 | 4,3 |
| | 22 | - | 2,3 | 3,0 | 4,3 |

Примечание. Категории состояния деревьев: 1 – здоровые, 2 – ослабленные, 3 – сильно ослабленные, 4 – усыхающие деревья, 5 – свежий сухостой. Старый сухостой не учитывался.

Продуктивность древостоев существенно снизилась на секциях с дозами загрязнения более 10 л/м². Резкое уменьшение радиального прироста деревьев происходило в первые 3 года, после чего наметилась некоторая стабилизация процесса

(рис. 3). На секциях с дозами 50 и 100 л/м² во всех типах леса отмечалось усыхание 30–50% деревьев.

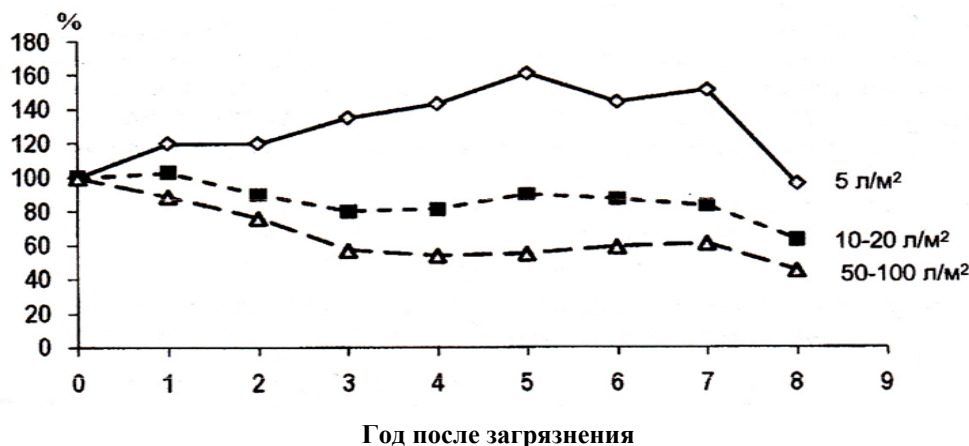


Рис. 3. Радиальный прирост деревьев при различных дозах загрязнения нефтью, % контроля

На аварийных разливах нефти, содержащей 30–80% засоленных вод, по сравнению с экспериментальным загрязнением товарной нефтью усыхание древостоя происходит быстрее, проявляется сильнее, а связь с концентрацией нефти в почве менее четкая. Слабо повреждаются насаждения, где загрязнение нефтью лесной подстилки не превышает 10%, а в минеральных слоях почвы отмечаются лишь ее следы. Однако даже на таких участках (2 из 6 обследованных) отпад деревьев составляет более 60%.

При замазученности лесной подстилки от 20 до 60% доля усохших деревьев колеблется от 20 до 100%. В первые 2 года отмирание древостоя заканчивается на участках, где концентрация нефти в подстилке составляет более 40% и превышает ее «нефтеемкость» или загрязнение нефтью сочетается с подтоплением.

Прогноз состояния древостоя по содержанию нефти в лесной подстилке не всегда достоверен. На периферии разливов, при высокой степени нефтезагрязнения лесной подстилки, отпад деревьев обычно не превышает 70%. Наблюдаются случаи, когда сильное повреждение древостоя отмечается при внешне слабом загрязнении подстилки нефтью.

Для выяснения причин сильного варьирования сохранности древостоя на участках с одинаковым уровнем загрязнения было исследовано угнетение и усыха-

1. Нефтяное загрязнение лесных экосистем Западной Сибири

ние деревьев и подроста на территориях за пределами загрязненных участков, но примыкающих к ним. В пограничной 3-метровой полосе доля деревьев 4-й и 5-й категорий состояния составила 13% у кедра и до 41% у сосны (табл. 5).

Таблица 5. Количество деревьев различных категорий состояния в 3-метровой полосе за пределами разлива нефти, % общего числа деревьев

| Древесная порода | Средний диаметр, см | Категория состояния деревьев | | | | | Количество учтенных деревьев, шт. |
|------------------|---------------------|------------------------------|----|----|----|----|-----------------------------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Кедр | 9,4 | 4 | 30 | 53 | 9 | 4 | 66 |
| Ель | 9,8 | 8 | 33 | 35 | 12 | 12 | 121 |
| Сосна | 18,0 | - | 14 | 45 | 27 | 14 | 73 |
| Береза | 11,7 | 6 | 21 | 44 | 17 | 12 | 308 |

Примечание. Категории состояния деревьев: 1 – здоровые, 2 – ослабленные, 3 – сильно ослабленные, 4 – усыхающие деревья, 5 – свежий сухостой. Старый сухостой не учитывался.

Полная гибель деревьев кедра, сосны и ели отмечается на расстоянии до 1,5 м, березы – до 1,2 м. Неповрежденные деревья находятся не ближе 1,5–2,0 м от края замаскированной территории. Передвижение углеводородов по отдельным корням, достигающим разлива, в летальных количествах маловероятно. Усыхание деревьев происходит, скорее всего, из-за сопутствующих нефти минерализованных вод, которые более подвижны в почве и распространяются за пределы зоны нефтяного загрязнения. Распределение древесных пород в ряду сохранности более сходно с солевым загрязнением.

1.5. Лесовозобновление после снижения нефтяного загрязнения почв

На 2–3-й год после загрязнения товарной нефтью на секциях с дозой 20 л/м² стали ежегодно появляться всходы сосны и кедра, которые в дальнейшем погибали. На 3-й год количество 1–2-летних всходов сосны и кедра составляло 0,6–1,3 тыс./га на секциях с концентрацией нефти в лесной подстилке 13–17% и 0,2 тыс./га – при концентрации нефти 22%. Однако на 4-й год в условиях сильной засухи более 80% всходов погибло. В связи с неблагоприятными агрофизическими свойствами нефтезагрязненной почвы рост всходов был очень замедленным, и продолжалось их отмирание. На 9-й год учтено большое количество новых всходов (табл. 6). Однако на 22-й год все ранее учтенные всходы погибли.

Таблица 6. Количество самосева древесных пород в разные годы после дозированного внесения нефти (10–50 л/м²)

| Тип леса | Количество всходов, тыс. шт. /га | | |
|--------------------------------|----------------------------------|-------|-------|
| | Год после загрязнения | сосны | кедра |
| Сосняк брусничный | 2–4 | 0 | 0 |
| | 5–7 | 0,7 | 0,4 |
| | 8–9 | 3,4 | 0,5 |
| | Всего на 9-й год | 4,1 | 0,9 |
| Сосняк кустарничково-черничный | 2–4 | 0 | 0,2 |
| | 5–7 | 2,4 | 1,6 |
| | 8–9 | 5,1 | 0,1 |
| | Всего на 9-й год | 7,5 | 1,9 |

Таким образом, массовое появление самосева сосны и кедра в первое десятилетие после дозированного загрязнения товарной нефтью песчаных и супесчаных почв не гарантировало надежное лесовозобновление. Для определения успешности выживания и скорости роста самосева хвойных пород необходимы более длительные наблюдения, включающие годы с экстремально сухими погодными условиями, в течение которых, вероятно, и происходит отмирание самосева, появляющегося в годы с влажными и средними для региона погодными условиями.

Для проверки фитотоксичности остаточной нефти проведены опытные посе- вы сосны, ели, пшеницы в лабораторных условиях, на участках дозированного за- грязнения и аварийных разливов. В каждом варианте опыта в 3-кратной повторно- сти высевали от 150 до 300 семян с заделкой в загрязненный субстрат на глубину 0,5–1,0 см. Для обеспечения сравнимости с лабораторными опытами посе- вы закрывали чашками Петри, что уменьшало пересыхание субстрата и сохраняло действие на семена газообразных нефтепродуктов.

В лабораторных опытах всхожесть семян и количество проростков, сформи- ровавших семядоли, в интервалах загрязнения лесной подстилки остаточными неф- тепродуктами от 10 до 50% и минерального слоя почвы от 0,2 до 10% существенно не менялись. На образцах, взятых с участка аварийного разлива давностью более 3 лет, по мере нарастания загрязнения заметно уменьшилась только энергия прорас- тания семян.

1. Нефтяное загрязнение лесных экосистем Западной Сибири

В полевых условиях на участках со свежими почвами всхожесть семян и сохранность проростков сосны и ели на 3–4-й годы после загрязнения обессоленной нефтью была равной или немного выше, чем в контроле. На сухих песчаных почвах снижение всхожести отмечалось на делянках с концентрацией нефти более 3%.

Индифферентность остаточной нефти и даже некоторое стимулирование ею прорастания семян определяется тем, что за 2–3 года испарились и вымылись осадками легкие, более токсичные, фракции (табл. 7), и нефть претерпела существенные изменения под влиянием почвенной микрофлоры.

Таблица 7. Фракционный состав остаточных нефтепродуктов в почвах опытных участков, %

| Пробная площадь | Давность разлива, лет | Глубина взятия образцов, см | Длина углеродной цепи, температура кипения, °С | | | | | |
|-----------------|-----------------------|-----------------------------|--|--|---|---|---|-------------------------------------|
| | | | До C ₉ , 122 °С | C ₉ –C ₁₀ , 122–150 °С | C ₁₀ –C ₁₂ , 150–200 °С | C ₁₂ –C ₁₄ , 200–250 °С | C ₁₄ –C ₁₆ , 250–300 °С | Болеe C ₁₆ , выше 300 °С |
| 1 | Свежая нефть | | 66 | 6 | 7 | 10 | 7 | 4 |
| | 3 года | A ₀ | - | - | - | - | 11 | 89 |
| | | (0–5) | - | - | - | - | 7 | 93 |
| | | (10–20) | - | - | - | - | 8 | 92 |
| 2 | Свежая нефть | | 54 | 7 | 10 | 11 | 8 | 10 |
| | 2 года | A ₀ | - | - | - | 4 | 23 | 73 |
| | 3 года | (0–5) | - | - | - | Следы | 10 | 90 |
| | 10 лет | (0–10) | - | - | - | - | - | 100 |

На ровных площадках аварийного разлива всхожесть семян сосны заметно снижалась при концентрации нефти 1,4–3,8%. На микроповышениях высотой 10–15 см с промывным режимом увлажнения всхожесть, близкая к контролю, отмечалась при содержании нефти 3,0–5,8% (табл. 8). Вероятно, фитотоксичность почвы на данном участке определялась не только остаточными нефтепродуктами, но и другими водорастворимыми соединениями, которые в почве микроповышений вымылись осадками.

Таблица 8. Всхожесть семян сосны обыкновенной на песчаной почве участка аварийного разлива нефти 4-летней давности

| Нанорельеф | Содержание нефти, % | Всхожесть семян, % | | Достоверность различия с контролем |
|-------------------------------------|---------------------|--------------------|----------|------------------------------------|
| | | мин–макс | средняя | |
| Ровные площадки | 0 | 3–66 | 33,5±9,5 | Недостаточно |
| | 1,4–3,8 | 1–30 | 10,2±3,1 | |
| | 4,4–4,9 | 0 | 0 | Достаточно |
| Микровыщелачивания высотой 10–15 см | 3,0–5,8 | 0–42 | 24,1±5,2 | Недостаточно |

Учет возобновления древесных растений на аварийных разливах показал, что единичные всходы сосны, кедра и массовые всходы березы на лесной подстилке с содержанием нефти 20–40% появляются на 2–3-й годы после загрязнения. Обильные всходы сосны и кедра отмечены, в основном, на 4–7-й годы. Причем на 4-й год они встречаются и на сильнозагрязненных участках. Массовые всходы появляются во влажные годы, их сохранность в дальнейшем зависит от многих причин. Например, в условиях засушливой погоды на дозированных разливах погибло более 80% 1–2-летних всходов сосны и кедра. Усыхание всходов наблюдалось и в контроле, но в меньшей мере.

2.

РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ ПРИ ОБУСТРОЙСТВЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

2.1. Земли, нуждающиеся в рекультивации

Рекультивация лесных земель – комплекс работ, направленных на подготовку земель для последующего целевого использования, восстановление продуктивности и хозяйственной ценности нарушенных земель, улучшение условий окружающей среды (приложение 1) [87, 88, 98, 133, 163].

Основной принцип выбора способов, технических средств и организации рекультивационных работ – «*не навреди*» [75, 155, 163]. Значение этого подхода особенно велико для переувлажненных лесов и болот, поскольку эти местообитания крайне ранимы в случае применения тяжелых технических средств для рекультивационных работ в бесснежный и безморозный период.

Строительство промышленных объектов на болотах выполняется в зимний период, после того как торфяная залежь промерзнет и станет проходимой для тяжелых механизмов. Слабое нарушение прилегающих участков болот при зимнем строительстве, удовлетворительное естественное восстановление нарушенной болотной флоры, опасность повторного разрушения растительности и торфяной залежи тракторами являются основанием для отказа от применения широкомасштабных летних рекультивационных мероприятий на болотах и оставления их на естественное зарастание. Поэтому основные объемы рекультивационных работ следует планировать на плакорных (дренированных) участках с минеральными почвами, а также на пойменных территориях, где велика вероятность размыва почв паводковыми водами.

Плакорные местопроизрастания целесообразно разделить на *эрозионно опасные* и *эрозионно неопасные*. К эрозионно опасным относятся участки суглинистых

почв с уклоном более 8°, песчаных и супесчаных почв – с уклоном более 15°. Протяженность плакорных и пойменных участков, требующих проведения рекультивационных работ, определяется из данных Технического отчета по инженерным изысканиям, Акта натурного технического обследования участков лесного фонда, лесоустроительных материалов.

Исследования Тюменской ЛОС показали, что естественное восстановление растительных сообществ и плодородия почв возможно, если уровень их нарушения не превышает величин, указанных в табл. 9.

Таблица 9. Минимальная сомкнутость живого напочвенного покрова, %, при которой затрудняется развитие водной и ветровой эрозии нарушенных почв

| Тип почвы | Почвенная разность | Почвы | |
|---------------------------|--------------------------------|---------------------|-------------------|
| | | Эрозионно неопасные | Эрозионно опасные |
| Все типы минеральных почв | Пески, супеси, суглинки, глины | 30 | 50 |
| Торфяные болотные | Торф | Не регламентируется | |

При более высоких уровнях механического разрушения живого напочвенного покрова и почв могут применяться следующие мероприятия по их рекультивации:

посев многолетних трав по минеральному грунту без внесения торфа – эффективен на суглинистых и глинистых почвах с уклоном менее 8° на песках и супесях с уклоном менее 15°;

посев многолетних трав с внесением в почву торфа – необходим на участках, отсыпанных строительным песком, на бедных сухих песчаных почвах с уровнем грунтовых вод более 1, 5 м, а также на эрозионно опасных участках;

посадка черенков местных видов ив – применяется для закрепления эрозионно опасных участков;

создание лесных культур из коренных для данной территории лесообразующих пород – главное мероприятие биологического этапа рекультивации земель, предназначенных для лесовыращивания;

естественное лесовозобновление – планируется при наличии благоприятных условий для успешного возобновления коренных лесообразующих пород самосевом.

В зависимости от подверженности эрозии участков, используемых под промышленные сооружения, могут применяться отдельные перечисленные выше технологические приемы или их определенные сочетания (табл. 10).

2. Рекультивация земель при обустройстве месторождений углеводородного сырья

Таблица 10. Способы рекультивации земель, нарушаемых при обустройстве месторождений углеводородного сырья

| Объекты | Эрозионно неопасные участки | Эрозионно опасные участки |
|---|-----------------------------------|---------------------------------|
| Линейные объекты | | |
| Трассы трубопроводов | 1 | 2+3 |
| Трассы внутрипромысловых дорог – полоса отвода | 1+5 | 2+3 |
| Трассы линий электропередачи и связи | 1 | 1+3 |
| Трассы перетаскивания бурового оборудования | 1+4(5) | 1+4 |
| Временные дороги зимнего действия | 1+4(5) | 1+4 |
| Сейсмопрофили | 5 | 5 |
| Площадочные объекты | | |
| Установки комплексной подготовки газа, компрессорные станции, центральные пункты сбора и подготовки нефти, дожимные насосные станции, компрессорные насосные станции, водозаборы и др. промышленные объекты, прилегающие территории | 1+4 | 2+4 |
| Кусты скважин (площади краткосрочной аренды) | 1+4(5) | 2+4 |
| Разведочные буровые площадки | 1+4(5) | 1+4 |
| Карьерные выемки: – откосы | 2+4 | 2+3+4 |
| – днище и прилегающая территория | 1+4(5) | 1+4 |
| Площадки приготовления торфяной крошки и торфопесчаной смеси | 1+4 | - |
| Площадки для временного складирования материалов | 1+4 | - |

Примечания: 1 – посев трав без внесения торфа, 2 – посев трав с внесением торфа, 3 – посадка черенков ив, 4 – создание лесных культур, 5 – естественное лесовозобновление.

Ориентировочная потребность в рекультивационных мероприятиях применительно к средним показателям фактической нарушаемости экосистем при строительстве промышленных объектов в плакорных условиях приведена в табл. 11.

Показатели ориентировочной потребности в рекультивационных мероприятиях используются для разработки проектов обустройства месторождений углеводородного сырья и отдельных промышленных объектов. После завершения строительных работ обязательно натурное уточнение фактического разрушения растительного покрова и почв для окончательного определения объемов рекультивационных работ, которые корректируются с учетом особенности эксплуатации перечисленных ниже промышленных объектов.

Таблица 11. Ориентировочная потребность в рекультивационных мероприятиях, % площади нарушенных земель

| Объекты | Сезон строительства | Рекультивационные мероприятия | | | | |
|--|---------------------|-------------------------------|-----|----|-----|-----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Линейные объекты | | | | | | |
| Трассы трубопроводов | Круглый год | 60 | 20 | 20 | - | 20 |
| Трассы внутрипромысловых дорог | То же | 40 | 40 | 15 | - | 20 |
| Трассы линий электропередачи и связи | Зима | 20 | - | 10 | - | 80 |
| Трассы перетаскивания бурового оборудования | То же | 20 | - | 5 | 20 | 80 |
| Временные дороги зимнего действия | -«- | 25 | - | - | 25 | 75 |
| Сейсмопрофили | -«- | - | - | - | - | 100 |
| Площадочные объекты | | | | | | |
| Установки комплексной подготовки газа, компрессорные станции, центральные пункты сбора и подготовки нефти, дожимные насосные станции, компрессорные насосные станции, водозаборы и др. промышленные объекты (прилегающие территории) | Круглый год | 50 | - | - | 50 | 50 |
| Кусты скважин (площадки краткосрочной аренды) | То же | 50 | - | - | 50 | 50 |
| Разведочные буровые площадки | -«- | 50 | - | - | 50 | 50 |
| Карьерные выемки | -«- | - | 100 | 20 | 100 | - |
| Площадки для временного складирования материалов | Круглый год | - | - | - | 100 | - |

Примечания: 1 – посев трав без внесения торфа, 2 – посев трав с внесением торфа, 3 – посадка черенков ив, 4 – создание лесных культур, 5 – естественное лесовозобновление.

Автомобильные дороги. Площади нарушенных земель составляют, как правило, около 50% общей площади отвода под дороги. Сюда входят обочины и откосы на всем протяжении дороги и минерализованные участки полосы отвода на плакорах. Болотные участки резерва полосы отвода оставляются на самозарастивание. Площадь обочин и откосов определяется умножением их суммарной ширины на протяженность дороги. Протяженность плакорных и пойменных участков, требующих проведения рекультивационных работ, определяется по данным Технического отчета по инженерным изысканиям, Акта натурного технического обследования земель лесного фонда, лесоустроительных материалов.

Линии электропередачи и связи. Предполагается, что при соблюдении требований по охране окружающей среды площади нарушенных земель составят около 20% всей площади краткосрочной аренды под ЛЭП и линии связи. Протяжен-

2. Рекультивация земель при обустройстве месторождений углеводородного сырья

ность плакорных и пойменных участков, требующих проведения рекультивационных работ, определяется по данным Технического отчета по инженерным изысканиям и Акта натурного технического обследования земель лесного фонда, лесоустроительных материалов.

Нефте-, газо- и продуктопроводы, водоводы. Площади нарушенных земель составляют около 80%. Протяженность плакорных и пойменных участков, требующих проведения рекультивационных работ, определяется из данных Технического отчета по инженерным изысканиям и Акта натурного технического обследования участков земель лесного фонда, лесоустроительных материалов.

Кусты скважин, одиночные и разведочные скважины. Предполагается, что при соблюдении природоохранных требований нарушению будет подвержено около 30% площади временного отвода. Биологическая рекультивация почв вокруг кустов скважин на болотах не намечается, кроме закрепления откосов. Площадки разведочных скважин, не перспективных на нефть и газ, размещенные на плакорах и отсыпанных площадках на болотах, рекультивируются полностью.

Площадки установок комплексной подготовки газа, компрессорных станций, центральных пунктов сбора и подготовки нефти, дожимных насосных станций, компрессорных насосных станций и водозаборов. Эти объекты размещаются на плакорах. Биологическая рекультивация почв на них не намечается. Однако в ходе их строительства нарушается около 25% почв на прилегающей территории, на расстоянии до 50 м от границ отвода земельных участков. Эти территории следует проектировать под частичную рекультивацию.

Временные дороги (зимники), трассы перетаскивания бурового оборудования. При эксплуатации только в зимний период до степени, требующей проведения рекультивационных работ, нарушается около 30% площади земель, отведенных под трассы этих объектов. Биологическая рекультивация на болотах и переувлажненных участках не проводится. По всей протяженности объектов на плакорах намечается биологическая рекультивация.

Факельные установки. После прекращения эксплуатации факельной установки для возврата земельного участка в состав земель лесного фонда проводится биологическая рекультивация на всей территории отвода под факельную установку и на сопредельных территориях, где уничтожен растительный покров или произошло загрязнение (замазучивание) почв.

Сейсмопрофили. Полностью оставляются под естественное зарастивание.

2.2. Направления рекультивации

Направление рекультивации земель, нарушаемых при обустройстве вводимых в эксплуатацию месторождений, определяется исходя из предстоящего целевого их использования и требований ГОСТ 17.5.1.01–83, ГОСТ 17.5.1.02–85 и ГОСТ 17.5.1.03–86.

Земли, предоставляемые под длительно функционирующие промышленные сооружения, после строительства на них промобъектов приобретают промышленное назначение. Рекультивация таких земель проектируется по **строительному** направлению и сводится к благоустройству территории в соответствии с правилами пожарной и санитарной безопасности и безаварийной эксплуатации объектов и систем (табл. 12). Требования по их рекультивации ограничиваются в основном проведением мероприятий, предупреждающих эрозию почв, противопожарным обустройством, исключением подтопления и загрязнения прилегающих участков.

Под **лесохозяйственное использование** назначаются лесные земли, вышедшие из-под трасс перетаскивания вышек буровых установок; буровые площадки разведочных скважин, неперспективных на нефть и газ; части эксплуатационных буровых площадок, отводимые в краткосрочное пользование; карьерные выемки с оптимальным уровнем грунтовых вод; обезвреженные земли свалок и полигонов твердых производственных и бытовых отходов, шламовых амбаров; лесные земли, нарушенные за пределами промобъектов и возвращаемые после технической рекультивации; временные дороги (зимники).

Лесные земли, отводимые под трассы трубопроводов, линий электропередачи и связи, в период эксплуатации этих объектов, даже после формального возвращения основной части трасс в земли лесного фонда, не могут использоваться под лесовыращивание. Тем не менее техническая рекультивация земель на участках, пригодных для лесовыращивания и не предназначенных для иных целей, должна проводиться с учетом будущего использования их для лесохозяйственных целей.

На биологическом этапе рекультивации при лесохозяйственном направлении использования нарушенных земель должны быть восстановлены коренные или созданы новые лесные насаждения, способные к саморегулированию и самовоспроизводству.

Под **сельскохозяйственное использование** (пастбища, сенокосы) определяются участки трасс трубопроводов, линий электропередачи и связи, не подвергавшиеся загрязнению участки лугов и пойм. При сельскохозяйственном направлении

2. Рекультивация земель при обустройстве месторождений углеводородного сырья

рекультивации на биологическом этапе ставится задача закрепления почв от эрозии и создания оптимальных условий для восстановления кормовой базы травоядных животных. На плакорных участках, где степень нарушения живого напочвенного покрова превышает нормы, указанные в табл. 9, планируется посев смеси многолетних злаковых трав, которые частично будут использованы травоядными животными.

Таблица 12. Направления рекультивации нарушенных земель

| Объекты | Плакоры | | | | Болота | | Участки поймы | | |
|--|---------|-----|-----|-----|--------|-----|---------------|-----|-----|
| | стр | л/х | с/х | п/о | стр | п/о | стр | с/х | п/о |
| Площадочные объекты | | | | | | | | | |
| Эксплуатационные буровые площадки: | | | | | | | | | |
| – площадь долгосрочной аренды | + | + | | | + | | + | | |
| – площадь временного пользования | | + | | | | + | | + | + |
| Разведочные скважины | | + | | | | + | | + | + |
| Кустовые насосные станции заводнения нефтяных пластов | + | | | | + | | | + | |
| Установки комплексной подготовки газа | + | | | | + | | | + | |
| Нефтенасосные станции | + | | | | + | | | + | |
| Компрессорные станции | + | | | | + | | | + | |
| Центральные пункты сбора и подготовки нефти, газа и воды | + | | | | + | | | + | |
| Установки компрессорного газлифта | + | | | | + | | | + | |
| Факельные устройства | + | | | | + | | + | | |
| Базы производственного обслуживания | + | | | | + | | + | | |
| Карьерные выемки | | + | | + | | | | | |
| Линейные объекты | | | | | | | | | |
| Автомобильные дороги | + | | | | + | | + | | |
| Временные дороги (зимники) | | + | | | | + | | + | + |
| Линии электропередачи и связи | | | + | ** | | + | | + | + |
| Нефтегазопроductопроводы | | | + | ** | | + | | + | + |
| Водоводы | | | + | ** | | + | | + | |
| Сейсмопрофили | | + | | | | + | | + | |
| Трассы перетаскивания буровых установок | | + | | | | + | | + | |

Условные обозначения:

направление рекультивации: стр – строительное, л/х – лесохозяйственное, с/х – сельскохозяйственное (пастбища, сенокосы), п/о – природоохранное;

* карьерные выемки с уровнем грунтовых вод менее 0, 5м рекультивируются по природоохранному направлению;

+** – требования к рекультивации аналогичны лесохозяйственному направлению, но без лесовосстановления.

Под **природоохранное** направление рекультивации отводятся непригодные для выращивания лесных насаждений заболоченные земли и болота, мелководные затопленные участки, осушение которых невыполнимо по техническим причинам, а также луга, непригодные для выпаса и сенокосения. Рекультивационные мероприятия должны обеспечивать естественное самозарастание участков и естественное восстановление исходного плодородия почв.

Под **рекреационное** направление отводятся лесные участки, не подвергавшиеся загрязнению и устойчивые к действующим разрушительным природным и антропогенным факторам. Участки трасс линий электропередачи и связи, проходящие в лесах, выполняющих оздоровительные функции, рекультивируются в соответствии с требованиями использования земель в рекреационном направлении.

2.3. Технологии рекультивационных работ

Основным руководящим документом, регламентирующим весь комплекс рекультивационных мероприятий, является технический проект, который разрабатывается экологической службой предприятия, осуществляющего рекультивационные работы, или специализированными организациями.

Технический проект должен содержать следующие разделы:

1. Схему участка в определенном масштабе с указанием на ней:
 - контуров выделов, требующих одинаковых рекультивационных мероприятий;
 - мест отбора проб почвы для химических анализов.
2. Пovyдельную характеристику нарушенных почв и растительности, состава загрязняющих веществ и других видов нарушений, влияющих на технологию рекультивационных работ (затопление, подтопление, засоление, заиление почв, гари, сухостой, отсыпка грунта).
3. Задачи, этапы и сроки проведения рекультивационных работ.
4. Технологические схемы по этапам работ на весь их период.
5. Ожидаемое (прогнозируемое) состояние земель к окончанию рекультивации.
6. Перечень необходимых технических средств, материалов, трудовых ресурсов, сметную стоимость рекультивационных работ.
7. Требования техники безопасности и экологической безопасности.

2. Рекультивация земель при обустройстве месторождений углеводородного сырья

Технический этап рекультивации направлен на подготовку нарушенных земель для последующего целевого использования. Он предусматривает удаление с рекультивируемых участков строительных конструкций, порубочных остатков, производственных и бытовых отходов, всех временных сооружений, очистку почв от всех видов загрязнителей. *Биологический этап* рекультивации направлен на восстановление плодородия нарушенных земель с помощью системы агротехнических или лесоводственных мероприятий.

Типовые технологические схемы рекультивационных мероприятий приведены в приложении 2. Конкретные перечни технологических операций по рекультивации земель при составлении проектов и обустройстве месторождений углеводородного сырья разработаны с учетом специфики промышленных объектов нефтегазового комплекса, под которые отведены земли, направления рекультивации, ожидаемого и фактического уровня разрушения и загрязнения растительного и почвенного покрова, развития эрозионных процессов. В районах распространения мерзлоты технический этап рекультивации должен завершаться восстановлением живого напочвенного покрова, который является основным условием устойчивости земельного участка к последующему разрушению под воздействием естественных процессов. Приемка земель без восстановленного живого напочвенного покрова не допускается.

Приведенные в приложении 2 технологические схемы рассчитаны на соблюдение при строительстве промышленных объектов всех природоохранных требований. Если их строительство выполнено с отклонением от природоохранных требований, запроектированные схемы рекультивации подлежат корректировке на основании натурного обследования.

На эрозионно опасных участках *лесовосстановление* должен выполнять арендатор до возврата земель лесничеству.

2.4. Создание травяного покрова

Высев трав предполагает быстрое закрепление почв с целью их защиты от водной и ветровой эрозии, восстановление их плодородия, увеличение биоразнообразия. Используются травосмеси видов трав, адаптированных к местным условиям. Травосмеси подобраны применительно к двум типам условий произрастания: «среднебогатые» и «голые грунты».

К «среднебогатым» местообитаниям условно отнесены почвы с частично сохраненными горизонтами A_0 и A_1 (20–50%); пятна почвы, где эти горизонты удалены полностью, но размеры таких пятен не превышают 50 м^2 , а общая их площадь на участке не превышает 40%; участки, где предусмотрено нанесение торфяной крошки или торфопесчаной смеси.

«Голые грунты» – территории, где A_0 и A_1 удалены полностью, их поверхность представлена иллювиальными горизонтами или материнской породой региональных минеральных почв; площадки, отсыпанные песком.

Для «среднебогатых» местообитаний рекомендуются травосмеси из многолетних злаковых трав (табл. 13). Для «голых грунтов» эффективно внесение субстрата «БИОНА» и посев многокомпонентных травосмесей [52]. Травосмеси создаются из видов различных жизненных форм: длиннокорневищных, рыхло- или плотнокустовых и растений с универсальной корневой системой. Предпочтение отдается травосмесям, имитирующим сочетание растений в естественных сообществах.

Таблица 13. Состав и нормы внесения травосмеси и ее компонентов для «среднебогатых» местообитаний

| Состав травосмеси | Нормы внесения травосмеси и ее компонентов | | | |
|---------------------|--|------|-------------------|------|
| | Песчаные и супесчаные почвы | | Суглинистые почвы | |
| | кг/га | % | кг/га | % |
| Овсяница луговая | 18 | 15 | 30 | 25 |
| Мятлик луговой | 7 | 6 | 16 | 13,3 |
| Костер безостый | 35 | 29 | - | - |
| Тимофеевка луговая | 15 | 12,5 | 20 | 16,7 |
| Лисохвост луговой | 5 | 4 | 16 | 13,3 |
| Райграс многолетний | 10 | 8,5 | 20 | 16,7 |
| Пырей ползучий | 30 | 25 | 18 | 15 |
| Итого | 120 | 100 | 120 | 100 |

Срезание верхних плодородных слоев почвы в 5–7 раз сокращает содержание в них азота и подвижных форм фосфора и калия, сильно сдерживает развитие сеяных трав [160]. Поэтому на нарушенных почвах, где планируется высеивание травомелиорантов, целесообразно внесение минеральных удобрений в невысоких дозах (приложение 3).

3.

ЛЕСНАЯ РЕКУЛЬТИВАЦИЯ МЕХАНИЧЕСКИ НАРУШЕННЫХ ПОЧВ

3.1. Особенности лесных почв, круговорот азота, фосфора, калия

Лесные почвы радикально отличаются от почв, развивающихся в травянистых фитоценозах. Для лесных почв характерны: пятнистость, обусловленная неравномерным размещением деревьев, наличие лесной подстилки, гумусового подгоризонта, зоны выщелачивания (подзолообразования), иллювиального горизонта. Материнская порода, в отличие от агроценозов, используется деревьями для дополнительного потребления элементов питания и воды.

Лесообразующие породы вследствие неодинакового строения корневых систем и биохимического качества мертвого опада (хвои, листьев, ветвей) различно влияют на структуру почв, ее химизм, аэрацию, водный и тепловой режимы, микрофлору. Насыщение почв скелетными корнями деревьев затрудняет их обработку.

Лесные почвы имеют преимущественно промывной режим увлажнения. Поэтому все водорастворимые элементы питания (азот, фосфор, калий, микроэлементы), содержащиеся в почве и высвобождающиеся из органического вещества мертвого опада, непрерывно перемещаются вместе с осадками вниз по почвенному профилю. Если бы они не перехватывались корнями растений, то в итоге были бы вымыты вместе с потоком грунтовых вод в реки или внутренние водоемы. Но пока есть лес, этого не происходит.

Важнейшая составляющая почвообразовательного процесса – восходящая биологическая миграция зольных веществ. Лесная растительность, извлекая азот, фосфор, калий, микроэлементы из корнеобитаемых горизонтов почвы и материнской породы, накапливает их и частично сбрасывает с ежегодным опадом. Определенная часть органических веществ опада преобразуется в гумус.

При разложении опада и гумуса азот, фосфор, калий высвобождаются и в нисходящем потоке вновь мигрируют в нижележащие горизонты почвенного про-

филя, обогащая их. Нисходящий поток минеральных веществ на лесопокрытых землях уступает по объему восходящему, что предопределяет накопление их в верхнем почвенном горизонте, повышает плодородие почв.

Валовые запасы органических и минеральных веществ в лесных почвах исчисляются десятками и сотнями тонн на 1 га. Однако лишь десятые доли фосфора, калия и сотые доли азота находятся в усвояемой для растений подвижной форме (табл. 14).

Таблица 14. Запасы питательных веществ в 1-метровом корнеобитаемом слое лесных почв Европейской части России, кг/га [84]

| Почвенная разность | Валовый запас | | | Подвижные формы | | |
|-----------------------|---------------|--------|--------|-----------------|--------|-------|
| | Азот | Фосфор | Калий | Азот | Фосфор | Калий |
| Песчаная | 4000 | 6800 | 60000 | 56 | 614 | 1701 |
| Суглинистая | 14280 | 11200 | 150000 | - | - | - |

Примечание. Элементы минерального питания даны в расчете на чистый азот (N), окислы фосфора (P₂O₅) и калия (K₂O).

В таежных почвах Западной Сибири запасы подвижных форм фосфора и калия в 2–2,5 раза меньше, чем в почвах Европейской части России (см. табл. 14 и 15).

Таблица 15. Запасы органических и минеральных веществ в 1-метровом слое лесных почв Западной Сибири

| Насаждение, почва | Содержание органических и минеральных веществ | | | |
|---|---|--|------------------|-------|
| | Органическое вещество, т/га | Азот, кг/га валовый подвижный ¹ | Подвижные, кг/га | |
| | | | Фосфор | Калий |
| Северная тайга | | | | |
| Сосняк лишайниково-бруснич- ный. Сильнопodzолистая иллю- виально-железистая песчаная | 84 | $\frac{5030}{70}$ | 206 | 165 |
| Сосняк бруснично- зеленомошниковый. Сильнопод- золистая иллювиально- железистая песчаная | 71 | $\frac{2260}{32}$ | 185 | 159 |
| Сосняк зеленомошно- ягодниковый. Сильнопodzолистая поверхност- но-глеевая суглинистая | 201 | 5300 | 375 | 434 |

3. Лесная рекультивация механически нарушенных почв

| Насаждение, почва | Содержание органических и минеральных веществ | | | |
|--|---|---|------------------|-------|
| | Органическое вещество, т/га | Азот, кг/га валовый подвижный ¹ | Подвижные, кг/га | |
| | | | Фосфор | Калий |
| Лиственничник зеленомошно-ягодниковый. Сильнопodzолистая иллювиально-глееватая тяжелосуглинистая | 125 | 3440 | 200 | 739 |
| Лиственничник голубично-бруснично-моховой. Сильнопodzолистая поверхностно-глеевая тяжелосуглинистая | 266 | 8720 | 206 | 395 |
| Средняя тайга | | | | |
| Сосняк брусничный. Сильнопodzолистая иллювиально-железистая песчаная | 54 | $\frac{2450}{34}$ | 190 | 320 |
| Сосняк бруснично-зеленомошный. Подзолистая иллювиально-железистая песчаная | 143 | $\frac{4830}{68}$ | 302 | 320 |
| Сосняк голубично-бруснично-моховой. Подзол маломощный иллювиально-железисто-гумусовый, песчаный | 189 | $\frac{3000}{42}$ | 251 | 305 |
| Сосняк зеленомошный. Сильнопodzолистая поверхностно-глееватая легкосуглинистая | 191 | $\frac{7630}{107}$ | 364 | 894 |

¹ Для расчета подвижного азота по запасам валового применен коэффициент 0,014, значение которого определено для песчаных почв.

Расчетные запасы подвижного азота в таежных почвах Ханты-Мансийского округа колеблются от 32 до 107 кг/га, что в среднем близко к данным В. Г. Нестерова [84] для лесных почв Европейской части России. Потребление элементов минерального питания зависит от типа леса и возраста насаждений и составляет: по азоту – 13–199, фосфору (P_2O_5) – 1–24, калию (K_2O) – 5–125 кг/га в подвижной форме (табл. 16).

Запасы азота в таежных почвах соизмеримы с объемом его годичного потребления лесными насаждениями (табл. 17). Учитывая, что он сосредоточен преимущественно в верхних горизонтах почв, любое нарушение почвенного покрова приводит к дефициту азота в питании древесных растений и необходимости его «возврата» в почву при рекультивации.

Таблица 16. Ежегодное потребление азота, фосфора и калия лесными насаждениями, кг/га (Ремезов, Погребняк, 1965)

| Тип леса, класс бонитета, условия местопроизрастания | Возраст, лет | Элементы минерального питания | | |
|---|--------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------|
| | | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| Сосняк брусничный I класс бонитета, B ₂ | 14 | 37 | 4 | 17 |
| | 30 | 47 | 6 | 19 |
| | 45 | 57 | 5 | 20 |
| | 70 | 25 | 2,5 | 9 |
| | 95 | 13 | 1,3 | 5 |
| Ельник зеленомошно-кисличный II класс бонитета, B ₃ | 24 | 16 | 2,6 | 7,6 |
| | 38 | 62 | 12 | 38 |
| | 50 | 40 | 6 | 19 |
| | 72 | 33 | 4,3 | 15 |
| Березняк разнотравный I класс бонитета, C ₃ –C ₄ | 10 | 199 | 24 | 125 |
| | 25 | 160 | 22 | 112 |
| | 37 | 67 | 12 | 45 |
| | 62 | 42 | 11 | 82 |

Примечание. Элементы минерального питания даны в расчете на чистый азот (N), окислы фосфора (P₂O₅) и калия (K₂O).

Таблица 17. Запасы подвижных форм азота, фосфора и калия в лесных почвах и ежегодное потребление их лесными насаждениями, кг/га

| Показатель | Элемент круговорота | | |
|---|---------------------|---------|---------|
| | Азот | Фосфор | Калий |
| Запас в 1-метровом слое лесных почв средней тайги Западной Сибири | 56 | 185–375 | 159–894 |
| Ежегодное потребление сосновыми насаждениями (по Ремезову, Погребняку, 1965): | | | |
| молодняки | 42 | 5 | 1 |
| средневозрастные насаждения | 32 | 3 | 11 |

Запасы подвижного фосфора и калия распределены в почвенном профиле сравнительно равномерно и превышают ежегодное потребление их молодняками и средневозрастными насаждениями в 20–60 раз (см. табл. 16, 17). Поэтому при рекультивации нарушенных земель потребность внесения фосфора и калия кратно меньше, чем азотных удобрений.

В северной и средней тайге корни древесных растений из-за низких температур более глубоких горизонтов почвы осваивают только поверхностные ее слои на глубину до 30 см. При строительных работах обычно нарушаются верхние горизонты почв на глубину до 20 см, в которых размещены наиболее богатые элементами питания горизонты A₀ и A₁.

3. Лесная рекультивация механически нарушенных почв

Запасы азота, лимитирующего плодородие лесных почв, в горизонтах A_0+A_1 в различных типах леса колеблются в пределах 0,55–4,2, в 20-сантиметровом слое – 1,4–5,6 т/га (табл. 18).

Таблица 18. Содержание азота в верхних горизонтах лесных почв Западной Сибири [160]

| Тип леса | Почвенная разность | Толщина горизонтов A_0+A_1 , см | Содержание азота в слое почвы толщиной 20 см | | | |
|-----------------------|--------------------|-----------------------------------|--|-------------------------------------|------|-------------------------------------|
| | | | т/га | % к запасам в 30-сантиметровом слое | т/га | % к запасам в 30-сантиметровом слое |
| Северная тайга | | | | | | |
| С-лш | Песчаная | 3 | 0,98 | 44 | 1,93 | 87 |
| С-змбр | То же | 5 | 1,36 | 64 | 1,96 | 92 |
| С-змяг | Суглинистая | 4 | 3,50 | 88 | 3,80 | 98 |
| Л-змяг | То же | 2 | 2,04 | 62 | 3,30 | 100 |
| Л-гбм | -«- | 10 | 4,22 | 61 | 5,57 | 80 |
| Средняя тайга | | | | | | |
| С-бр | Песчаная | 5 | 0,55 | 28 | 1,45 | 74 |
| С-змбр | То же | 6 | 0,78 | 41 | 1,38 | 73 |
| С-гбм | -«- | 15 | 1,55 | 71 | 1,76 | 81 |
| С-зм | Суглинистая | 7 | 0,98 | 30 | 2,68 | 82 |

Примечание: С-лш – сосняк лишайниковый; С-змбр – зеленомошно-брусничный; С-змяг – зеленомошно-ягодниковый; С-бр – сосняк брусничнический; С-зм – сосняк зеленомошный; С-гбм – сосняк голубично-бруснично-моховой; Л-змяг – лиственничник зеленомошно-ягодниковый; Л-гбм – лиственничник голубично-бруснично-моховой.

После удаления лесной подстилки и гумусового горизонта в ходе строительных работ почвы теряют 28–88% азота и 14–60% фосфора и калия. Срезание слоя почвы толщиной 20 см ведет к потере 73–100% азота, содержащегося в осваиваемом корнями 30-сантиметровом слое почвы.

3.2. Состав и продуктивность молодняков на нарушенных почвах

Исследования состава и продуктивности молодняков выполнены в сосняках таежной зоны Западной Сибири в наиболее эксплуатируемых типах леса (лишайниковые, бруснично-зеленомошниковые, зеленомошно-ягодниковые и голубично-бруснично-моховые). Заложено по 12 пробных площадей в северо- и среднетаежной подзонах.

Сравнивали 2 вида нарушений почвенного покрова:

сильное – снятие и сдвигание бульдозером в сторону слоя почвы толщиной 10–20 см на более чем 70% нарушенной территории;

умеренное – повреждение до 30% почвенного покрова, использованное в качестве контроля, имитирующего нарушение почв на сплошных вырубках.

Срезание 70% верхних наиболее плодородных горизонтов почвы негативно сказалось на плодородии почв и естественном лесовозобновлении. Резко уменьшилось общее количество самосева, ухудшился породный состав, снизилась высота и продуктивность молодняков.

Наиболее катастрофическая ситуация сложилась на сухих песчаных почвах сосняков лишайниковой, кустарничково-лишайниковой и лишайниково-брусничной групп типов леса. Снятие горизонтов A_0 и A_1 в них сопровождается большой потерей органического вещества, и, соответственно, валового азота почв. Обнажаются подзолистый горизонт, а при более глубоком нарушении – ортштейновые и ортзандовые прослойки песков. Они не благоприятны для лиственных и большинства темнохвойных пород, естественным способом возобновляется только малотребовательная к плодородию сосна обыкновенная. Однако лесовосстановление идет чрезвычайно медленно. Достаточное количество подроста (7–9 тыс. шт./га) накапливается в течение 12–16 лет (табл. 19). Такая медлительность недопустима ни с хозяйственных, ни с экологических позиций, поскольку из почв, лишенных древесной растительности, интенсивно вымываются подвижные формы азота, фосфора и калия. На слабонарушенных участках за тот же период подроста появилось в 1,5–1,9 раза больше.

Количество подроста не характеризует в полной мере процесс лесовосстановления. Из-за снижения плодородия сильнонарушенных почв продуктивность молодняков на них по запасу стволовой древесины в 4 раза ниже, чем на слабонарушенных участках (см. табл. 19). В равной мере снижаются масса хвои и объем ежегодного мертвого опада, из которого формируется лесная подстилка и гумусовый горизонт почв.

Отмеченные закономерности относятся к несомкнувшимся молоднякам, то есть к периоду, когда почвенное плодородие используется не в полной мере и еще нет острого дефицита в элементах почвенного питания. Смыкание корневых систем положит начало недостатку в потреблении азота. Начнется интенсивное изреживание и трансформация сосновых молодняков в низкопродуктивные редины, неспособные накапливать в почве запасы органических веществ и полностью перехватывать нисходящий поток подвижных форм азота, фосфора, калия. Наряду с низкими

3. Лесная рекультивация механически нарушенных почв

почвенно-мелиоративными свойствами сосновые редины малоценны в эксплуатационном отношении: деревья в них имеют низко опущенную крону, сбежистые мелкотоварные стволы не пригодны для строительства и лесопиления.

Таблица 19. Влияние нарушения почв на таксационные показатели 10–20-летних молодняков северо- и среднетаежных лесов Западной Сибири

| Тип леса, породный состав материнских древостоев | Удаление А ₀ А ₁ , % | Средние таксационные показатели молодняков | | | | |
|--|--|--|---------------------------|------------------------|------------------------------|---------------------------|
| | | Породный состав | Возраст, лет ¹ | Высота, м ² | Кол-во деревьев, тыс. шт./га | Запас, м ³ /га |
| Северная тайга | | | | | | |
| Песчаные почвы | | | | | | |
| С. лишайниково-брусничный, 5С5Л | Более 70 | 9С1Б | 16 | 2,2 | 9,3 | 2,1 |
| | Менее 30 | 9С1Б | 17 | 2,8 | 13,6 | 8,7 |
| С. бруснично-зеленомошный, 8С1Л1Б | Более 70 | 9С1Б | 16 | 2,6 | 6,8 | 4,8 |
| | Менее 30 | 9С1Б | 16 | 2,6 | 10,6 | 7,9 |
| Суглинистые почвы | | | | | | |
| С. зеленомошно-ягодниковый, 5С3Л2Б | Более 70 | 6Б4С ед. Л, Ос | 19 | 4,4 | 24,8 | 38,7 |
| | Менее 30 | 6Б4С ед. Л, Ос | 20 | 3,6 | 27,6 | 31,6 |
| С. голубично-бруснично-моховой, 5С3Б2Л | Более 70 | 7Б2С1Ос ед. Л | 19 | 7,4 | 17,8 | 31,3 |
| | Менее 30 | 8Б2С ед. Л, Ос | 17 | 4,5 | 27,3 | 34,2 |
| Средняя тайга | | | | | | |
| Песчаные почвы | | | | | | |
| С. кустарничково-лишайниковый, 10Сед. Б | Более 70 | 8С2Ос ед. Б | 12 | 1,9 | 7,3 | 7,6 |
| | Менее 30 | 8С1Б1Ос | 13 | 2,8 | 13,6 | 25,5 |
| С. зеленомошно-ягодниковый, 9С1Кед. Б, Е | Более 70 | 9С1Б ед. Ос | 14 | 2,5 | 18,5 | 25,1 |
| | Менее 30 | 10С ед. Б, Ос | 15 | 3,4 | 23,5 | 47,7 |
| С. голубично-бруснично-моховой, 8С1К1Бед. Е | Более 70 | 9С1Ив ед. Б | 13 | 2,4 | 18,7 | 21,0 |
| | Менее 30 | 7С3Б ед. Ос | 13 | 2,9 | 34,3 | 50,2 |
| Суглинистые почвы | | | | | | |
| С. зеленомошно-ягодниковый, 10Сед. Е, Б, Ос | Более 70 | 5С5Ос | 12 | 2,5/3,3 | 10,3 | 9,7 |
| | Менее 30 | 9Ос1С | 14 | 2,6/4,4 | 21,8 | 35,1 |

| Тип леса, породный состав материнских древостоев | Удаление A_0A_1 , % | Средние таксационные показатели молодняков | | | | |
|--|-----------------------|--|---------------------------|------------------------|------------------------------|---------------------------|
| | | Породный состав | Возраст, лет ¹ | Высота, м ² | Кол-во деревьев, тыс. шт./га | Запас, м ³ /га |
| С. зеленомошно-ягодниковый, 5С1Е1К3Ос | Более 70 | 6С4Ос | 11 | 2,5/2,6 | 15,1 | 9,9 |
| | Менее 30 | 5С5Б | 11 | 2,5/3,6 | 13,2 | 10,3 |
| К. зеленомошно-ягодниковый, 5К3С1Е1Ос | Более 70 | 10С | 12 | 2,1/- | 4,5 | 3,2 |
| | Менее 30 | 9Б1С | 13 | 2,9/3,4 | 25,3 | 46,9 |

Примечания: 1 – возраст молодняков определялся по сосне;

2 – высота молодняков: числитель – сосна обыкновенная, знаменатель – береза.

На свежих (умеренно влажных) песчаных почвах в сосняках бруснично-зеленомошной, зеленомошно-ягодниковой и голубично-бруснично-моховой групп типов леса естественное лесовозобновление идет успешнее, в основном за счет примеси березы. Однако и здесь продуктивность молодняков на сильно нарушенных почвах в 2 раза ниже, чем на слабонарушенных участках. Почвомелиоративные свойства молодого поколения березы не реализуются, поэтому сохраняется необходимость посадки хвойных культур. Негативное последствие сильного нарушения суглинистых почв выражается прежде всего в том, что на месте древостоев с абсолютным преобладанием хвойных пород (сосны, лиственницы, ели, кедра) формируются молодняки с преобладанием березы. На легких свежих суглинках доля участия березы и осины в составе возрастает до 6–8 единиц (см. табл. 19). Смена хвойных пород низкотоварными, не находящими сбыта древостоями березы и осины наносит огромный ущерб лесному хозяйству.

Использование осиново-березовых молодняков для биологической рекультивации почв осложняется высокой требовательностью этих пород к режиму азотного питания. Как показано в табл. 16, березовые молодняки потребляют азота в 3–4 раза больше, чем ель и сосна. Именно во столько раз больше придется вносить минеральных удобрений, выращивая не востребованные хозяйством насаждения. Без внесения удобрений признаки торможения роста молодняков проявляются уже в первые 10–20 лет. Запас ствольной древесины на сильнонарушенных землях может быть в 3,6–14,6 раза меньше по сравнению со слабонарушенными участками. Поэтому биологический этап на участках суглинистых почв, возобновившихся березой и осиной, должен предусмотреть реконструкцию этих молодняков – перевод в менее требовательные к почвенному плодородию хвойные насаждения.

3.3. Изменение ресурсов ягодников после нарушения почв

На лесных землях таежной зоны чаще всего используются ягодники семейства брусничных: брусника, черника, голубика. Сбор и реализация ягод вносят существенный вклад в бюджет коренного населения. Одновременно ягоды являются важной составляющей в рационе питания таежных животных и птиц.

Жизнедеятельность ягодных полукустарничков тесно связана с состоянием лесной подстилки, в нижних слоях которой размещается основная часть органов вегетативного возобновления и значительная часть корневых систем. Пересыхание лесной подстилки после рубки леса, а тем более механическое ее разрушение неминуемо вызывают сокращение обилия брусники, черники, голубики.

Для учета состояния ягодников на трассах трубопроводов заложено 24 пробные площади: по 12 в северотаежной и среднетаежной подзонах. Каждая пробная площадь представлена тремя секциями: участки трассы с разрушением почвенного покрова менее 30%, более 70% и контроль (исходное насаждение). Обилие ягодников определено по общему проективному покрытию ими почвы. Установлено, что на трассах трубопроводов через 10–20 лет после нарушения почвенного покрова ягодные полукустарнички удовлетворительно сохранились только на участках с нарушением почвы менее 30% (табл. 20).

Таблица 20. Проектное покрытие почвы брусникой, черникой и голубикой на трассах трубопроводов 10–20-летней давности и в исходных насаждениях

| Группа типов леса | Почвенная разность | Проектное покрытие почвы ягодниками, % | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|--------------------|--|---------|----------|-------|---|---------|----------|-------|---------------|----------|---------|----------|-------|---------------|
| | | В исходных насаждениях | | | | На участках с нарушением почвы менее 30 | | | | | 80–100 | | | | |
| | | брусника | черника | голубика | итого | брусника | черника | голубика | итого | % к исходному | брусника | черника | голубика | итого | % к исходному |
| Северная тайга | | | | | | | | | | | | | | | |
| Лш | Песок | 14 | 10 | 2 | 26 | 16 | 9 | - | 25 | 96 | - | 1 | ед. | 1 | 4 |
| Клш | То же | 13 | 19 | - | 32 | 10 | 8 | - | 18 | 56 | 1 | ед. | - | 1 | 3 |
| Змяг | Суглинок | 14 | 10 | 8 | 32 | 5 | 20 | 6 | 31 | 97 | 3 | 10 | 2 | 15 | 47 |
| Гбм | То же | 7 | 23 | 15 | 45 | 5 | 7 | 5 | 17 | 38 | 2 | 9 | 6 | 17 | 38 |
| Средняя тайга | | | | | | | | | | | | | | | |
| Клш | Песок | 45 | 20 | ед. | 65 | 22 | 8 | 5 | 35 | 54 | 3 | 1 | 2 | 6 | 9 |
| Змяг | То же | 33 | 5 | - | 38 | 17 | 2 | - | 19 | 50 | 3 | 2 | - | 5 | 13 |
| Гбм | -" | 25 | 20 | ед. | 45 | 12 | 5 | 13 | 30 | 67 | 1 | ед. | ед. | 1 | 2 |
| Змяг | Легкий суглинок | 30 | 15 | ед. | 45 | 27 | - | - | 27 | 60 | ед. | ед. | ед. | ед. | ед. |

Примечание. Лш – лишайниковая; Клш – кустарничково-лишайниковая;

Змяг – зеленомошно-ягодниковая; Гбм – голубично-бруснично-моховая.

На участках с нарушением почв менее 30% независимо от типа леса и гранулометрического состава почв восстановление покрова ягодников до 65% исходного покрытия происходит уже к возрасту молодняка. При срезании A_0 и A_1 на площади более 70% восстановление кустарничков происходит очень медленно, в основном вегетативным путем за счет «расползания» их от сохранившихся «латок». Скорость восстановления до исходной величины исчисляется многими десятками лет и зависит от наличия упомянутых «латок», глубины снятого горизонта и, соответственно, сохранности вегетативных органов размножения, типа лесорастительных условий и гранулометрического состава почв.

На трассах трубопроводов и минерализованных участках вырубок (погрузочные пункты) 10–20-летней давности нарушений выявлена положительная корреляция проективного покрытия кустарничков с увеличением густоты самосева лесообразующих пород. Быстрее других восстанавливаются нарушенные участки свежих и влажных типов леса (зеленомошно-ягодниковый, голубично-бруснично-моховой) с суглинистыми почвами. Восстановление начинается при количестве самосева древесных пород 9–10 тыс. шт./га. Увеличение проективного покрытия почвы ягодными кустарничками наблюдается до густоты самосева 19–20 тыс. шт./га. С дальнейшим увеличением густоты величина проективного покрытия суглинистых почв кустарничками стабилизируется на определенном уровне (рис. 4).



Рис. 4. Количество подроста и проективное покрытие почвы ягодными кустарничками на участках вырубок и трасс трубопроводов с 10–20-летней давностью минерализации

3. Лесная рекультивация механически нарушенных почв

Начало восстановления кустарничков в сухих типах леса (лишайниковый, кустарничково-лишайниковый, бруснично-лишайниковый) отмечено при количестве самосева 4–5 тыс. шт./га. Максимальное покрытие почвы кустарничками зафиксировано при густоте подроста 9–10 тыс. шт./га. Восстановление исходных ресурсов ягодных кустарничков на почвах песчаного гранулометрического состава из-за дефицита влаги и элементов минерального питания затягивается на неопределенный срок.

3.4. Обоснование биологической рекультивации лесных почв

Биологический этап рекультивации в соответствии с ГОСТ 17.5.1.01–83 включает комплекс агротехнических и фитомелиоративных мероприятий по восстановлению плодородия нарушенных почв.

Для земель сельскохозяйственного назначения на биологическом этапе рекультивации широко применяется внесение органических (торф, навоз) и минеральных удобрений, высев многолетних трав, пополняющих запасы гумуса в почве и улучшающих ее структуру. Почва подвергается интенсивной механической обработке с целью увеличения порозности, оптимизации водного и кислородного режимов.

Применительно к лесным землям методы интенсивного восстановления плодородия почв нерентабельны ни с экономических, ни с экологических позиций. Огромные затраты труда и средств не будут рационально использованы, так как в первые годы лесовозобновления внесенные удобрения будут использованы молодняками перспективных пород только частично. Ввиду низкой поглотительной способности оголенных горизонтов почв значительная часть внесенных калийных и азотных удобрений будет вынесена поверхностными, а в дальнейшем грунтовыми водами за пределы корнеобитаемого слоя почвы рекультивируемого участка. Посев многолетних трав, способных связать подвижные формы азота и калия и стабильно удерживать их в кругообороте зольных веществ, может стать препятствием естественному лесовозобновлению. Но даже та малая часть удобрений, которая будет использована естественным самосевом или лесными культурами, не даст ощутимого экономического эффекта, поскольку рубка нового древостоя произойдет не ранее чем через 80–100 лет.

Несостоятельность интенсивного агротехнического метода восстановления плодородия лесных почв в природоохранном отношении выражается в следующем. Компенсация потерь перегнойно-аккумулятивного горизонта торфованием потребует добычи торфа из расчета 500 м³ на 1 га рекультивируемых земель. Это приведет к нарушению территорий болот, по площади соизмеримых с нарушенными лесными землями.

Леса являются естественными саморегулирующимися биогеоценозами. Поэтому их рекультивация должна предусматривать восстановление не только плодородия почвы, но и исходных биоценозов, способных воспроизводить все виды лесных ресурсов (грибы, ягоды, технические лекарственные растения, охотничью фауну), обладать средозащитными функциями и формироваться на принципах саморегулирования.

Интенсивная механическая обработка почвы приведет к уничтожению характерного для бореальных лесов живого напочвенного покрова, в первую очередь, ягодниковых полукустарничков: брусники, черники, голубики и др. Изменение кормовой базы вызовет изменения фауны: сократится обилие боровой дичи, увеличится численность мышевидных грызунов.

Внесение органических и минеральных удобрений до того, как коренные хвойные породы займут господствующее положение, даст преимущества к захвату территории березой и осинкой, так как они не только имеют далеко распространяющиеся летучие семена, обгоняют в росте сосну, ель, кедр, но и более отзывчивы на удобрения.

Учитывая низкое естественное плодородие таежных почв, при проведении биологического этапа рекультивации следует ориентироваться не на интенсивные агротехнические технологии, а на процессы естественного восстановления почв под лесной растительностью.

В основу лесной рекультивации должны быть положены следующие принципы:

1. Незамедлительное восстановление лесной среды на техногенно нарушенных землях – сразу после окончания технического этапа рекультивации.
2. Максимальное сохранение при лесовосстановительных работах остатков подпочвенной растительности, прежде всего ягодниковых полукустарничков.
3. Внесение минеральных удобрений дробными дозами в период смыкания молодняков, в средневозрастных и приспевающих насаждениях.

3. Лесная рекультивация механически нарушенных почв

4. Охрана восстанавливаемых лесных насаждений от пожаров, препятствующих накоплению мертвого опада и формированию перегнойно-аккумулятивного горизонта.

Незамедлительное восстановление лесной растительности необходимо для предотвращения вымывания из почвенного профиля подвижных форм азота, фосфора, калия и создания восходящего потока зольных элементов. Только древесные растения способны освоить значительную толщу почвенного профиля и материнской породы, извлечь и транспортировать зольные вещества к поверхности.

Для сохранения биоразнообразия и восстановления полной структуры коренных лесных биоценозов важно, чтобы основные компоненты подпологовой растительности начали разрастаться одновременно с восстановлением древесной растительности и успели занять свою нишу еще в открытом фитоценозе. После смыкания молодняков резко возрастает конкуренция за свет, влагу и элементы минерального питания. Если к этому моменту подпологовые травы и полукустарнички не укрепили свои позиции, внедрение их в закрытый ценоз чрезвычайно затруднено. В этом случае формируются мертвопокровные леса, лишенные кормовой базы лесной фауны.

Внесение минеральных удобрений сразу после технического этапа рекультивации до смыкания молодняков будет способствовать формированию поверхностной корневой системы деревьев, так как корни усиленно разрастаются в горизонтах почвы, наиболее богатых элементами минерального питания. Как следствие, тормозится формирование стержневых и якорных корней, способных добывать основные элементы минерального питания из более глубоких горизонтов. После исчерпания запасов азота, фосфора, калия в поверхностных слоях почвы наступит депрессия в росте лесных насаждений, а порой – их деградация. Поэтому сначала необходимо выждать, чтобы молодняки образовали глубинную корневую систему, и только после этого вносить удобрения. При выполнении этих условий будет обеспечен непрерывный процесс интенсивного нарастания надземной фитомассы древостоя. В результате ежегодного опада листьев, хвои, коры и усыхающих ветвей уже через 10–15 лет начнет накапливаться лесная подстилка. Спустя еще 10–15 лет нижние слои лесной подстилки в процессе частичного разложения станут приобретать структуру грубого гумуса и регулярно пополнять почву зольными элементами.

Для полного восстановления перегнойно-аккумулятивного горизонта и насыщения поверхностных горизонтов почвы элементами минерального питания до той степени, которая наблюдается в естественных почвах, требуется несколько поколений леса. Однако условно можно считать, что на участках, где коренные хвой-

ные породы сразу же получили господствующее положение, основные этапы лесной рекультивации закончатся к возрасту спелых насаждений, то есть, в течение 80–100 лет. К этому времени установится естественный баланс между восходящим и нисходящими потоками зольных веществ.

Смена коренных хвойных лесов производными лиственными насаждениями благоприятна для восстановления плодородия почв. Мертвый опад березы и осины (листья, ветви) богаче по содержанию зольных веществ, быстрее разлагается, формирует «мягкий» гумус. Биологическую рекультивацию суглинистых почв было бы целесообразно осуществлять под лиственными насаждениями в качестве своеобразного «севооборота». Однако, ввиду низкого спроса на лиственную древесину, такая ротация убыточна для лесного хозяйства. Несостоятельна она и с природоохранных позиций. Мертвый опад хвойных пород (хвоя, мелкие ветви) свободно проникает сквозь кроны брусники, черники и других подпологовых кустарничков. Опавшие листья березы и осины создают почти сплошное покрывало, которое под тяжестью снега прижимает стебли кустарничков к земле, приводит к их длительному затенению и частичному выпреванию весной. После смены хвойных лесов березняками и осинниками брусника, черника, голубика, княженика и другие ягодные кустарнички постепенно выпадают из напочвенного покрова. Поэтому для восстановления плодородия лесных почв следует создавать культуры хвойных пород или формировать естественные насаждения с примесью березы и осины 3–5 единиц породного состава в молодняках и 2–3 единицы в более старших древостоях.

В стоимостном отношении лесная рекультивация техногенно нарушенных почв должна включать затраты на следующие виды работ:

1. Создание лесных культур, реконструкция естественных молодняков, проведение рубок ухода в культурах и смешанных молодняках с целью формирования насаждений строго определенного породного состава: близких к исходным (коренным) типам леса и обеспечивающих быстрее восстановление перегнойно-аккумулятивного горизонта.

2. Системное внесение комплекса минеральных удобрений для компенсации потери элементов минерального питания, удаленных со срубленной древесиной, а также потери азота, фосфора и калия в результате срезания верхних слоев почвы и вымывания их из почвенного профиля в период отсутствия на участке сомкнутой растительности.

3. Охрана земель, находящихся на этапе лесной рекультивации, от лесных пожаров, вызывающих выгорание лесной подстилки.

4.

РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ЗАГРЯЗНЕННЫХ НЕФТЬЮ ЛЕСНЫХ И БОЛОТНЫХ ПОЧВ

По глубине разрушения лесных и болотных фитоценозов, степени необратимости негативной трансформации почв, ухудшению санитарной и экологической обстановки нефтяное загрязнение многократно превосходит все виды отрицательного воздействия нефтегазодобычи. Естественное восстановление природных экосистем со средним и высоким уровнем нефтяного загрязнения в суровых климатических условиях северной и средней тайги крайне затруднено, может длиться десятки и даже сотни лет. Поэтому в России и мировой практике большое внимание уделяется разработке различных методов ликвидации разливов нефти. Первые исследования в этом направлении выполнены в условиях Азербайджана [1, 3, 8, 41] и средней полосы европейской части России [24, 85, 86, 96, 97]. По рекультивации загрязненных нефтью лесных и болотных почв таежной зоны количество публикаций ограничено [150, 153, 166, 167].

Тюменской лесной опытной станцией ВНИИЛМ предложены варианты решения этой проблемы применительно к лесным и болотным почвам таежной зоны Западной Сибири [44, 155, 159].

Рекомендации разработаны в результате многолетних исследований закономерностей локализации нефтяного загрязнения на территории разлива и в почвенном профиле, динамики естественного самоочищения почв и восстановления лесных и болотных экосистем, эффективности современных способов ускорения биодеградации углеводородов нефти в различных почвенно-гидрологических условиях, а также на основе обобщения опыта производственных работ по рекультивации нефтезагрязненных земель в Ханты-Мансийском автономном округе.

4.1. Теоретические основы очистки почв от нефтяного загрязнения

В основу рекультивации загрязненных нефтью земель положен метод их очистки на месте разлива, основанный на способности почв к самоочищению за счет испарения, вымывания, атмосферного окисления нефти под действием солнечной радиации и биодеградации [85, 150].

Микроорганизмы, способные использовать в качестве питания углеводороды нефти, всегда встречаются в составе микробных сообществ почв и вод нефтеносных территорий. Наиболее высокую численность (в порядке убывания) имеют бактерии родов *Arthrobacter*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Agrobacterium*, *Alcaligenes* и *Flavobacterium*, а также грибы родов *Trichoderma*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Mortierella* и дрожжи *Aureobasidium*, *Candida*, *Rhodotorula*. Несколько ниже обилие бактерий родов *Mycobacterium*, *Corynebacterium*, *Micrococcus* и актиномицетов. Общая численность бактерий в нефтезагрязненных почвах сравнима с численностью грибов и дрожжей. В загрязненных нефтью водоемах присутствуют те же микроорганизмы, но преобладает род *Pseudomonas*, а не *Arthrobacter*, и численность бактерий превышает численность грибов.

Виды углеводородокисляющих микроорганизмов резко различаются по способности усваивать углеводороды разных классов, развиваться в аэробных, микроаэробных или в анаэробных условиях, в нейтральных, кислых и щелочных средах, по способу первичного «захвата» молекул или коллоидных частиц нефтепродуктов.

Бактерии рода *Pseudomonas* не способны поселяться на поверхности нефтепродуктов и усваивают, прежде всего, нефтепродукты, растворенные в воде и почвенных растворах. Бактерии родов *Mycobacterium*, *Rhodococcus*, *Corynebacterium*, *Acinebacter* и дрожжи рода *Torulopsis* способны колонизировать поверхность нефти, контактировать с ней, непосредственно усваивая углеводороды с поверхности контакта. Бактерии рода *Pseudomonas* и *Achromobacter* способны разрушать алифатические, ароматические и некоторые другие виды углеводородов в аэробных условиях, легко разлагая легкие бензины, лигроиновые и керосиновые фракции нефти. В разрушении тяжелых фракций большее участие принимают организмы семейств *Mycobacteriaceae* и *Brevibacterium*, дрожжи и грибы. Микобактерии и нокардии более активны в отношении разветвленных парафинов и углеводородов сложного строения, чем *Pseudomonas* [175, 177].

4. Рекультивация загрязненных нефтью лесных и болотных почв

Сообщества микроорганизмов разных родов и классов разрушают сложные и устойчивые к биоразложению углеводороды эффективнее, чем монокультуры.

Основная концепция рекультивации нефтезагрязненных территорий состоит в ускорении естественных процессов самоочищения почв, максимальной мобилизации внутренних ресурсов экосистем на восстановление своих первоначальных функций [23, 155]. Это достигается при помощи таких мероприятий, как: рыхление почвы и создание искусственного микрорельефа; внесение торфа, извести, минеральных удобрений и нефтеокисляющих микроорганизмов; высев трав-мелиорантов (табл. 21).

Таблица 21. Факторы, лимитирующие процессы биологического разложения нефти в почве, методы их нейтрализации

| Лимитирующие факторы | Негативные воздействия на процессы биологического разложения нефти | Рекомендуемые мероприятия |
|---|--|---|
| Пленка нефти толщиной более 5 мм, битуминизированная нефтяная корочка на поверхности почвы | Ухудшение аэрации, закисление поверхностных слоев почвы, непригодность почв для семенного возобновления растений | Сбор и удаление остаточной свободной нефти сорбентами. Отмывка переувлажненных почв от остаточной нефти струями воды. Разрушение тонкой нефтяной корочки поверхностным рыхлением почв. |
| Высокая концентрация углеводородов в поверхностных слоях почвы: более 20% в подзолисто-глеевых, более 40% в торфяных почвах | Подавление жизнедеятельности почвенной микрофлоры. Ухудшение физических свойств почв, увеличение гидрофобности песчаных, снижение проницаемости суглинистых, ухудшение аэрации, закисление почв. Непригодность почв для высших растений. | Срезание и удаление сильнозагрязненного нефтью поверхностного слоя торфяных почв. Внесение в минеральные почвы торфа с последующим его перемешиванием с загрязненным грунтом. Перемешивание фрезой замазученных поверхностных слоев торфяных почв с менее загрязненными нижними слоями торфа на глубину не более 30 см. |
| Избыточное застойное переувлажнение болотных почв | Дефицит кислорода, высокая кислотность, неблагоприятный температурный режим почв. | Регулярное фрезерование почв. Формирование микрорельефа из гребней и борозд. Высев гидрофильных трав-мелиорантов. |
| Недостаточное увлажнение песчаных и супесчаных почв | Подавление жизнедеятельности нефтеокисляющих микроорганизмов, затруднение семенного возобновления растений | Внесение торфа с последующим его перемешиванием с загрязненной почвой, дождевание. |

| Лимитирующие факторы | Негативные воздействия на процессы биологического разложения нефти | Рекомендуемые мероприятия |
|--|--|--|
| Высокая кислотность почв | Подавление жизнедеятельности нефтеокисляющих бактерий | Внесение известняковой или доломитовой муки и других раскислителей. Улучшение аэрации почв регулярным рыхлением или формированием микро-рельефа из гребней и борозд на переувлажненных почвах. |
| Хлоридно-сульфатное засоление почв | Подавление жизнедеятельности нефтеокисляющей микрофлоры, непригодность почв для древесных и травянистых растений | Рассоление почв естественным путем, затоплением или другими методами. |
| Заиление почв шламом | Ухудшение аэрации, засоление и загрязнение почв | Внесение торфа с последующим перемешиванием его с загрязненной почвой. Регулярное фрезерование почв. |
| Накопление промежуточных продуктов распада нефти | Защелачивание почв накапливающимися органическими кислотами | Внесение известняковой или доломитовой муки и других раскислителей. Высев трав-мелиорантов. |
| Бедность почв усвояемыми формами калия, азота, фосфора | Подавление жизнедеятельности нефтеокисляющих микроорганизмов, угнетенное развитие растений-мелиорантов | Внесение азотных, фосфорных, калийных или комплексных минеральных удобрений. |
| Бедность почв нефтеокисляющими микроорганизмами | Медленная биodeградация нефти | Внесение накопительных культур аборигенных микробных сообществ или промышленных микробиологических препаратов-нефтедеструкторов. |

Углевodородoкисляющая микрофлора (бактерии, дрожжи, грибы, актиномицеты) является постоянным компонентом природных почвенных биоценозов. Аборигенные комплексы нефтеокисляющих микроорганизмов особенно активны на участках, периодически подвергавшихся нефтяному загрязнению невысокой интенсивности. Тем не менее, из-за крайне неблагоприятных почвенно-гидрологических и климатических условий таежной зоны процессы естественного самоочищения почв тормозятся под влиянием многих лимитирующих факторов (см. табл. 21), протекают очень медленно – многие десятки и даже сотни лет.

4. Рекультивация загрязненных нефтью лесных и болотных почв

Главный лимитирующий фактор – свойства самой нефти. При концентрациях более 20% в минеральных и более 40% (по весу) в торфяных почвах нефть является сильным консервантом, резко ухудшает кислородный режим и агрегатную структуру почв. Поэтому рекультивацию загрязненных нефтью земель методом микробиологического разложения следует начинать только после сбора свободной нефти и уменьшения механическими способами ее содержания в почве ниже уровня 20 кг/м².

В процессе естественного самоочищения почв и рекультивационных работ выделяют 3 основных этапа [61, 62, 85].

Первый этап характеризуется преимущественно абиотическими процессами, включающими распространение нефтяных углеводородов по почвенному профилю, испарение, вымывание, фотохимическое разложение. Концентрация нефти в почве резко снижается (на 40–50%) в первые месяцы после загрязнения.

На первом этапе большое значение имеют такие мероприятия, как: сбор свободной нефти, разрушение образующейся нефтяной корочки, а также поверхностное рыхление загрязненного слоя почвы, улучшающее его аэрацию и способствующее испарению легких фракций. Глубокая вспашка и глубокое фрезерование почвы нежелательны, так как приводят к перемещению неветрившейся нефти в нижележащие горизонты почвы, затрудняют испарение ее легких, наиболее токсичных для почвенной микрофлоры, фракций.

Непременным условием перехода к микробиологическому этапу деградации нефти является снижение ее содержания в почве ниже критической концентрации: 20% – в подзолисто-глеевых и 40% – в торфяных почвах. Если этого не произошло естественным путем, то в конце первого этапа могут потребоваться дополнительные мероприятия, назначаемые в зависимости от уровня загрязнения:

- перемешивание верхних замазанных слоев почвы с менее загрязненными нижними;
- внесение в минеральные почвы торфа как адсорбента подвижной нефти и как средства, интенсифицирующего биodeградацию углеводородов;
- срезание и удаление верхнего битуминизированного слоя почвы.

Второй этап начинается с перехода к микробиологическому разложению нефти и характеризуется биохимическими изменениями всех групп углеводородов нефти под воздействием почвенных микроорганизмов. Количество углеводородокисляющих бактерий-гетеротрофов увеличивается в десятки раз. В результате снижается содержание метанофтеновых фракций нефти – ее наиболее токсичных компонентов.

При невысоком уровне загрязнения и благоприятных почвенно-гидрологических условиях второй этап длится 3–4 года, но на сильнозагрязненных участках он может продолжаться неопределенно долго.

На этом этапе проводят основные мероприятия по интенсификации микробиологической деградации остаточных углеводов: внесение извести, минеральных удобрений и бактериальных препаратов; добавление торфа в минеральные почвы; регулирование аэрации, температурного и водного режима почв; пробный посев трав. Оптимальное их сочетание позволяет снизить загрязнение почв до уровня, безопасного для высших растений, в течение одного-двух вегетационных периодов.

Начало *третьего этапа* определяется по исчезновению в остаточной нефти исходных и вторичных парафиновых углеводов и характеризуется переходом от активных мер интенсификации биодеградации нефти к фитомелиорации. По химическим параметрам окисление нефти заканчивается не ранее чем через 25 лет.

С экологических позиций токсические свойства нефти исчезают через 10–15 лет после рекультивационных работ, когда продукты ее метаболизма включаются в почвенный гумус, частично растворяются и удаляются из почвенного профиля.

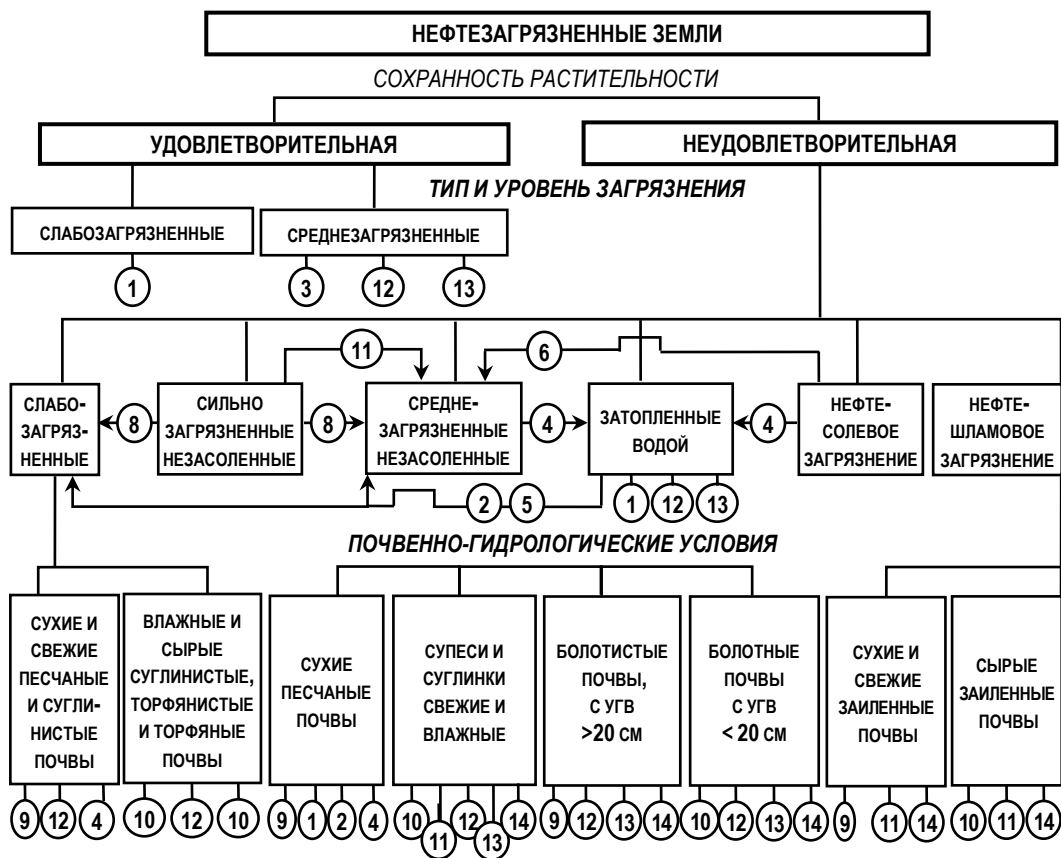
4.2. Классификация нефтезагрязненных земель

Цель рекультивации лесных и болотных почв – восстановление естественных сообществ. Оно происходит значительно успешнее и быстрее, если используются фрагменты фитоценозов, сохранившиеся на участках разлива нефти в местах их минимального загрязнения. Поэтому при ликвидации последствий загрязнения и восстановлении нарушенных земель необходимо исходить из главного принципа: не нанести экосистеме больший вред, чем тот, который уже причинен при загрязнении [153]. Рекультивация земель должна проводиться с максимально возможным сохранением естественной растительности. В качестве первого критерия классификации нефтезагрязненных земель (рис. 5) необходимо принять *сохранность коренной растительности*.

Сохранность растительности считается удовлетворительной, если участку нефтяного загрязнения соответствует один из следующих показателей:

- проективное покрытие сохранившегося травяно-мохового покрова – более 50%;
- количество жизнеспособных деревьев среднего возраста и старше – не менее 350 экз. /га;
- количество жизнеспособного подроста и молодняка древесных пород превышает 5 тыс. экз. /га (при его относительно равномерном размещении).

4. Рекультивация загрязненных нефтью лесных и болотных почв



ТЕРМИНЫ, УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- **СОХРАННОСТЬ РАСТИТЕЛЬНОСТИ УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНАЯ** – проективное покрытие травяно-моховым покровом более 50 %, или количество жизнеспособных деревьев – более 350 шт. /га, или здорового подроста – более 5 тыс. шт. /га.
- **СИЛЬНОЗАГРЯЗНЕННЫЕ ПОЧВЫ** – содержание нефти в слое почвы 0–10 см более 40% в торфах и более 20% в песках и суглинках, или общее количество нефти в почвенном профиле превышает 20 кг/м².
- **СЛАБОЗАГРЯЗНЕННЫЕ ПОЧВЫ** – содержание нефти в торфах – менее 4 кг/м², в песках и суглинках – менее 8 кг/м².
- **СРЕДНЕЗАГРЯЗНЕННЫЕ ПОЧВЫ** – занимают промежуточное положение между слабо- и сильнозагрязненными почвами.
- **ЗАСОЛЕННЫЕ ПОЧВЫ** – содержание водорастворимых солей в 1 кг почвы более 10 г.

МЕРОПРИЯТИЯ, РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ПРИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ

1. Естественное очищение водоемов и почв от нефтяного загрязнения
2. Сбор остаточной свободной нефти
3. Очистка почв от нефти способами, обеспечивающими сохранение естественной растительности
4. Устройство дамб для локализации разлива или затопления участка с целью вытеснения водой из почвы нефти
5. Осушение затопленных или переувлажненных участков
6. Естественное рассоление почв
7. Удаление сухостоя, захламленности
8. Снятие сильнозагрязненного слоя почвы
9. Рыхление почвы на глубину 15–30 см
10. Рыхление почвы с формированием микроповышений
11. Внесение торфа или других органических удобрений
12. Внесение извести и минеральных удобрений
13. Внесение культуры нефтеокисляющих микроорганизмов
14. Посев, посадка растений-мелиорантов

Рис. 5. Классификация нефтезагрязненных земель [153]

На таких участках рекомендуются методы сбора нефти и приемы рекультивации, не связанные с механической обработкой почвы и не приводящие к гибели сохранившейся растительности: дождевание с откачкой загрязнителя, внесение нефтеокисляющих бактерий, удобрений и т. п. Участки с уровнем загрязнения нефтью менее 4 кг/м^2 на торфяных и менее 8 кг/м^2 на песчаных и суглинистых почвах можно оставлять на естественное восстановление растительности в расчете на самоочищение почв от остаточных нефтепродуктов, если они не являются источником загрязнения близлежащих водоемов.

При определении очередности рекультивации накопившихся замазученных земель важно учитывать давность их загрязнения. К первоочередным объектам относятся разливы давностью более 3-х лет, на которых закончилась деградация фитоценозов, испарились наиболее токсичные легкие фракции углеводородов, обозначился переход к микробиологическому этапу разложения нефти. Эти данные позволяют выбрать индивидуально для каждого разлива наиболее дешевые, быстрые и эффективные методы рекультивации. Для разливов с давностью менее 1 года в качестве неотложных назначают работы по сбору свободной нефти.

Для участков, на которых растительность погибла полностью или сохранилась в таких малых количествах, что ею можно пренебречь, основным критерием классификации является **уровень загрязнения нефтью**. При содержании нефти в подзолисто-глеевых почвах более 200 г/кг , а в торфяных – более 400 г/кг микробиологические процессы полностью прекращаются или резко замедляются. Такие участки относятся к сильнозагрязненным и перед проведением рекультивационных работ могут нуждаться в доочистке от свободной нефти или удалении загрязненного слоя почвы.

На многих месторождениях обводненность добываемой нефти достигает 60–70%. Там, где сопутствующие воды сильно минерализованы, почвы нефтяных разливов оказываются засоленными. Поэтому еще одним критерием классификации является **уровень нефтесолевого загрязнения**. Участки, содержащие в корнеобитаемом слое почвы водорастворимые карбонаты, хлориды и сульфаты в количествах более 1 г/кг почвы, должны выделяться в *группу нефтесолевого загрязнения*. Перед проведением биологического этапа рекультивации необходимо осуществить рассоление почв. Оно может происходить естественным путем или с помощью затопления участка водой, прокладки дренажных канав, а также иными методами.

Для создания оптимальных условий жизнедеятельности почвенной нефтеокисляющей микрофлоры на различных почвах требуются специфические агротехнические мероприятия. Нормы внесения удобрений, извести, наборы трав-мелио-

рантов для различных условий произрастания неодинаковы. Поэтому одним из главных критериев классификации нефтезагрязненных земель являются *почвенно-гидрологические условия* участков.

Разливы нефти на *сухих песчаных почвах* характерны для насыпных оснований буровых площадок. Они невелики по площади, отличаются относительной равномерностью и значительной глубиной загрязнения, удобны для механической обработки почвы. Из-за неустойчивого водного режима применение бактериальных препаратов обычно малоэффективно. Ускорение биологического разложения нефти можно достичь внесением торфа и минеральных удобрений, регулярным рыхлением почвы с последующим высевом ксерофитных трав-мелиорантов.

Специфичность нефтезагрязненных *суглинистых лесных почв* заключается в сложности их механической обработки из-за множества препятствий – пней и корневых систем деревьев. Кроме того, рыхление влажных суглинистых почв улучшает их аэрацию на короткий срок. В дальнейшем фрезерованные суглинки могут уплотняться даже сильнее, чем на участках, не подвергшихся механической обработке. Поэтому на суглинистых почвах в зависимости от их влажности рекомендуются как дисковые орудия, так и плуги, формирующие микроповышения в виде взрыхленных пластов. Для фитомелиорации используют мезофитные виды трав.

Микробиологическое разложение нефти *на таежных болотах* тормозится прежде всего чрезмерной обводненностью торфа, что определяет плохую аэрацию, низкие температуры, высокую кислотность торфа. Улучшить аэрацию болотных почв можно двумя способами: сбросить избыточные воды со всего участка или изменить микрорельеф болота. Для фитомелиорации следует использовать преимущественно гигрофильные травянистые растения.

В отдельную категорию нефтезагрязненных земель следует отнести замкнутые котловины болот, а также участки болот вдоль насыпей дорог, где в результате нарушения естественного стока создается выход грунтовых вод на поверхность, а осушить участок не представляется возможным. Такие участки классифицированы нами как *«болотные почвы с уровнем грунтовых вод менее 20 см»* (см. рис. 5). Если после фрезерования торфяная масса на таких участках приобретает текучесть и не позволяет сформировать микроповышения, аэрацию почвы целесообразно осуществлять многократным фрезерованием или орошением участка аэрированной водой.

Поскольку на сильно обводненных участках болот почти вся нефть сосредоточена в верхнем слое почвы толщиной до 10 см, их очистка удобнее срезанием загрязненного слоя торфа, объем которого составит 500–800 м³ на 1 га.

Для фитомелиорации обводненных участков лесных земель используют исключительно гидрофильные травы. В технологическом отношении большое значение имеют такие характеристики нефтяных разливов, как площадь участка, количество древесной растительности на нем.

На мелких участках применение машин и орудий, базирующихся на сельскохозяйственных или промышленных тракторах, нерентабельно или сопровождается значительным нарушением прилегающих незагрязненных территорий. Поэтому на разливах площадью менее 0,2 га следует планировать обработку почвы с использованием мотоинструментов.

Территорию разливов нефти в лесу, на лесных вырубках и участках, покрытых кустарниками или подростом древесных пород высотой более 2 м, относят к «лесным участкам». На схеме (см. рис. 5) они не выделены в отдельную категорию, но технологические схемы рекультивации таких участков обязательно включают мероприятия по удалению сухостоя, захламленности, для обработки почвы выбирают орудия, способные работать на территориях с пнями и корнями деревьев.

Чтобы не усложнять классификацию нефтезагрязненных земель, давность загрязнения и площадь разливов не включены в классификационную схему. Тем не менее, учет этих характеристик обязателен при паспортизации разливов, разработке технологий и составлении проектов рекультивации конкретных участков.

Крупные разливы нефти обычно представляют собой сложные системы, неоднородные по почвенно-гидрологическим условиям, уровню загрязнения, сохранности растительности. Например, начинаясь на дренированном лесном участке, потоки нефти устремляются в ложбины с влажными почвами, нередко достигая ближайшего болота. При этом загрязняются как лесные, преимущественно минеральные, почвы, так и торфяные болотные. В месте локализации разлива дамбой может образоваться затопленный верховодкой участок с пленкой нефти на водной поверхности.

Метод рекультивации следует выбирать на основании тщательного натурного обследования, с учетом различий почвенно-гидрологических условий и уровня загрязнения отдельных фрагментов разлива.

4.3. Паспортизация загрязненных земель, проектирование рекультивационных работ

Выбор методов и технологии рекультивации должен выполняться на основании детального наземного обследования загрязненного участка, обеспечивающего сбор следующей информации:

4. Рекультивация загрязненных нефтью лесных и болотных почв

- площадь и давность разлива;
- наличие свободной нефти на поверхности воды и почвы;
- содержание нефти в горизонтах почвы, однородных по степени загрязнения;
- гранулометрический состав почв;
- уровень грунтовых вод в меженный период;
- количество сохранившейся растительности;
- обилие сухостоя и захламленности.

По материалам обследований составляют паспорт и масштабную схему нефтезагрязненного участка, в которых указывают контуры и характеристики следующих элементов:

- всей нарушенной территории и выделов, однородных по уровню загрязнения и требующих одинаковых рекультивационных мероприятий;
- участков других видов нарушений, влияющих на технологию рекультивационных работ (подтопление, засоление и заиление почв, гари, сухостой, завалы из порубочных остатков, насыпи привозного грунта и т. д.);
- зон с удовлетворительно сохранившейся растительностью;
- мест отбора проб почвы для анализов на содержание нефтепродуктов.

В зависимости от сохранности растительности, типа и уровня загрязнения почв, почвенно-гидрологических условий загрязненный участок может быть разделен на выделы, требующие примерно одинаковых агротехнических приемов рекультивации. Для выделов, однородных по уровню нефтяного загрязнения, определяют концентрацию нефти в почвенных горизонтах разной степени загрязнения и рассчитывают общее количество нефти в почвенном профиле – K_n (кг/м²):

$$K_n = 0,1 \sum K_i \times V_i \times h_i,$$

где: K_i – концентрация нефти в слоях почвы с разной степенью загрязнения, г/кг сухого веса почвы;

V_i – объемный вес почвы, кг/м³;

h_i – толщина загрязненного слоя почвы, представленная данным образцом, м.

Используя материалы обследования и приведенную выше классификацию нефтезагрязненных земель, по выделу назначают необходимый перечень рекультивационных мероприятий и разрабатывают технологические карты.

Запрещается планировать и применять следующие экологически опасные способы ликвидации разливов нефти:

- выжигание нефти, оставшейся в «ловчих ямах» и на поверхности почвы;
- засыпку территории разлива песком.

Участки с удовлетворительно сохранившейся растительностью и количеством остаточной нефти менее 4 кг/м² на торфяных почвах и менее 8 кг/м² на дренированных песчаных и суглинистых почвах исключают из площади рекультивации и оставляют под естественное самоочищение почв и восстановление растительности.

На участках с погибшей растительностью, но уровнем загрязнения менее 10 кг/м² и явными признаками начала естественной биодegradации нефти (нефть частично превратилась в рыхлую диспергированную массу, покрытую колониями микроорганизмов ржавого, грязно-желтого или белесого цвета) назначают «ускоренную» рекультивацию. Она предполагает разовую обработку почвы, включающую фрезерование, известкование, внесение комплекса минеральных удобрений и одновременный пробный посев трав с последующим прикатыванием или без него. Глубина фрезерования должна быть минимальной, что позволяет снизить концентрацию остаточных нефтепродуктов до уровня, безопасного для посева трав. Известковые и минеральные удобрения рекомендуется разбрасывать по поверхности загрязненной почвы на сопредельную с фрезеруемой полосой территорию, чтобы при последующем прохождении фрезы они были заделаны в почву на всю глубину обработки. Семена трав равномерно рассеивают на поверхности фрезерованной полосы.

Для участков с нефтяным загрязнением более 10 кг/м² намечают более сложный комплекс рекультивационных работ, состоящий из подготовительного этапа и мероприятий, направленных на ускорение микробиологического разложения нефти.

Основным руководящим документом, регламентирующим весь комплекс мероприятий по рекультивации конкретных разливов нефти, является технический проект, который разрабатывается экологической службой предприятия, осуществляющего рекультивационные работы, или специализированными организациями.

Технический проект должен содержать следующие разделы:

1. Схему участка в определенном масштабе с указанием:

- контура всей нарушенной территории и контуров выделов, требующих одинаковых рекультивационных мероприятий;
- мест отбора проб почвы и поверхностных вод (при необходимости) для химических анализов.

2. Пывыдельную характеристику состояния загрязненных почв и растительности, состава загрязняющих веществ и других видов нарушений, влияющих на

технологии рекультивационных работ (затопление, подтопление, засоление, заиление почв, гари, сухостои, отсыпка грунта).

3. Задачи, этапы и сроки проведения рекультивационных работ.
 4. Технологические карты по этапам работ на весь их период.
 5. Ожидаемое (прогнозируемое) состояние земель к окончанию рекультивации.
 6. Перечень необходимых технических средств, материалов, трудовых ресурсов и сметную стоимость рекультивационных работ.
 7. Требования техники безопасности и экологической безопасности.
- Технологические схемы рекультивационных работ на нефтезагрязненных участках приведены в приложении 4.

4.4. Технологии рекультивационных работ

4.4.1. Подготовительный этап

Подготовка участка к рекультивации предусматривает завершение работ, проведенных на стадии послеаварийной локализации разлива и сбора нефти, а также создание необходимых условий для осуществления мероприятий по ускорению микробиологического разложения нефти:

- обваловка разлива или установка боновых заграждений, препятствующих повторному замазучиванию участка от потенциальных источников разлива нефти, а также распространению загрязнителей на окружающую чистую территорию;
- очистка от свободной нефти;
- очистка от захламленности, мешающей работе почвообрабатывающих орудий: валежника, усохших деревьев, пней, крупных корней и т. д.;
- ликвидация солевого загрязнения;
- корректировка гидрологического режима;
- срезание сильнозагрязненных слоев почв.

Локализация небольших разливов на суходольных участках может выполняться прокладкой канав глубиной 30–50 см с помощью вертикальной фрезы МРТ-1, плугов-канавокопателей (ПКЛН-500А) или экскаваторов. При больших выбросах нефти устраивают двойную защиту в виде канав глубиной 0,5–0,8 м и примыкающих к ним (обрамляющих) валов грунта, выбранного из канавы. В местах возможного скопления ливневых и паводковых вод сооружают дамбы из привозного грунта. В дамбах при необходимости устраивают водопропускные устройства сифонного типа, обеспечивающие сброс скапливающейся воды, но не допускающие переток нефтяной пленки за пределы обваловки.

Локализация разливов нефти на болотах может проводиться обваловкой привозным грунтом или установкой деревянных стационарных боновых заграждений – направляющих БН-2Б.

В пределах загрязненного участка устраивают систему нефтесборных канав и «ловчих ям», рабочий объем которых с учетом частичного заполнения водой должен соответствовать объему излившейся нефти.

Сбор нефти из канав и «ловчих ям», частично заполненных водой, а также с поверхности небольших естественных водоемов осуществляется нефтесборщиками НВ-1, нефтесборными устройствами поплавкового типа, разработанными «Юганскнефтегазом» и «Ноябрьск-нефтегазом», передвижными насосными агрегатами ПНА-1, ПНА-2 Стерлитамакского завода «Красный пролетарий», центробежными насосами НЦС-4 Кусинского машиностроительного завода и др.

Из зарубежного оборудования успешно применяют установку для сбора нефти с водной поверхности Комара 12 МК2, способную с помощью тороидального диска собирать до 12 т/ч, насосную установку с плавучей всасывающей головкой «Вайкома Дельта» производительностью до 30 т/ч. Стягивание нефтяного пятна к месту установки откачивающих устройств выполняют с помощью перемещаемых боновых заграждений.

Удаление нефти с поверхности почвы осуществляется при помощи скиммеров, вакуумных установок, илососов, сборщиков грунта, установок по отжиму грунта и др. Хорошо зарекомендовала себя портативная вакуумная установка для сбора жидких нефтепродуктов и пастообразных эмульсий с поверхности земли «Пауэрвок» с водяным брандспойтом и ручным сборщиком «Аврус» и «Эльрус».

После откачки основного объема разлитой нефти очистку растительности и почвы можно выполнять сильной струей воды. Эффективность отмывки существенно повышается при добавлении в воду разлагаемых почвенной микрофлорой поверхностно-активных веществ (ПАВ) в концентрациях 0,2–0,5%.

Для сбора небольших пятен нефти, доочистки почв и водных объектов после откачки основного ее количества другими методами рекомендуются различные отечественные и зарубежные сорбенты в виде порошков, гранул и впитывающих матов. Однако их широкое внедрение возможно только при достаточном количестве технических средств для сбора с грунта и водных поверхностей сорбентов, отжима из них собранной нефти.

Очистка участка от усохшего древостоя осуществляется с помощью бензопил и трелевочных тракторов. На дренированных участках эти работы можно проводить круглый год, на заболоченных и временно затопленных удобнее выполнять

зимой по мерзлой почве. Для корчевки пней и очистки почвы от корней, мешающих работе почвообрабатывающих орудий, используют корчевальные машины, экскаваторы и бульдозеры. Крупные пни можно корчевать взрывным способом. На переувлажненных почвах сухостойные деревья с поверхностной корневой системой целесообразно валить и трелевать без спиливания, используя лебедку трелевочного трактора. При этом конец троса закрепляют на стволе дерева на высоте 1,0–1,5 м, а трактор, упершись в землю трелевочным щитом, за счет тягового усилия лебедки обеспечивает валку и трелевку дерева вместе с корневой системой.

Неликвидную древесину сжигают в пожаробезопасный период или складывают в местах, согласованных с лесничеством.

Срезка верхнего сильнозагрязненного слоя почвы является обязательным мероприятием на фрагментах загрязненного участка, где остаточное количество нефти превышает 20 кг/м² для торфяных и 40 кг/м² для минеральных почв. Заделка в почву большего количества нефтепродуктов приведет к микробиологическому омертвлению на десятки лет плодородного слоя почв и нанесет более сильный ущерб, чем оставление загрязнителя на поверхности. С целью экономии труда и средств срезают только самый верхний битумированный слой толщиной 5–10 см. Его следует вывозить на специальные полигоны для интенсивной очистки замазученных почв или, как исключение, перераспределять по менее загрязненной территории участка с таким расчетом, чтобы суммарное загрязнение почвы не превысило 20 кг/м². Разбрасывание сильнозагрязненного грунта на менее загрязненные территории можно выполнять грунтометом лесопожарным ГТ-3 или АЛХ-10, обеспечивающим достаточно равномерное рассеивание почвы на полосу шириной 15–25 м.

Корректировка гидрологического режима загрязненного участка обычно выполняется с целью его осушения за счет сброса вод, накапливающихся вследствие обваловки участка. Для этого при необходимости прокладывают дренажные каналы, а в валах предусматриваются трубы с задвижками и сифонами для флотации нефти. Если нефть не проникла глубоко в почву и основная ее часть сосредоточена на водной поверхности, то более целесообразно рекультивировать участок в обводненном состоянии.

4.4.2. Ускорение микробиологического разложения нефти

Для того чтобы ускорить микробиологическое очищение почв и восстановление первоначальных функций экосистем в условиях лесной зоны, применяют следующие мероприятия [102, 103, 155]:

- фрезерование почвы;
- создание искусственного микрорельефа на переувлажненных участках;
- внесение минеральных удобрений и извести;
- внесение торфа на бедных гумусом минеральных почвах;
- внесение нефтеокисляющих микроорганизмов;
- высев трав-мелиорантов.

Фрезерование почвы решает одновременно несколько задач: резко снижает концентрацию нефти в верхних слоях почвы путем разбавления с более чистым грунтом из нижних горизонтов; увеличивает поверхность соприкосновения остаточной нефти с чистой биологически активной средой; улучшает водно-воздушный режим почв; позволяет равномерно распределить по обрабатываемому слою почвы минеральные удобрения и известь. Глубину фрезерования выбирают пропорционально уровню загрязнения. Максимальную глубину (30 см) принимают для уровня загрязнения 20 кг/м² на торфяных и 40 кг/м² на минеральных почвах. С уменьшением уровня загрязнения пропорционально снижается и глубина перемешивания почвы. Дискование и плужная вспашка по всем перечисленным параметрам намного уступают фрезерованию, значительно удлиняя сроки разложения нефти, и могут применяться лишь в исключительных случаях.

Известкование проводят на кислых почвах с рН менее 5,5 с целью поддерживать реакцию почвенной среды близкой к нейтральной (рН 6–7). Оно улучшает физические свойства почвы, облегчает потребление микроорганизмами азота и фосфора, снижает подвижность токсичных компонентов нефти и продуктов ее разложения, нейтрализует накапливающиеся органические кислоты. Известкование является непременным условием эффективного применения минеральных удобрений и поддержания активности нефтеокисляющей микрофлоры. Потребность в известковании определяется по обменной кислотности – рН солевой вытяжки (табл. 22).

Таблица 22. Нормы внесения СаСО₃ (т на 1 га) в зависимости от кислотности и гранулометрического состава почвы

| Почвенная разность | рН солевой вытяжки | | | | | |
|--------------------------------|--------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | < 4,5 | 4,6–4,7 | 4,8–4,9 | 5,0–5,1 | 5,2–5,3 | 5,4–5,5 |
| Средне- и тяжелосуглинистая | 6,0 | 5,5 | 5,0 | 4,5 | 4,0 | 3,0 |
| Супесчаная и легкосуглинистая | 4,0 | 3,5 | 3,0 | 2,5 | 2,0 | 1,5 |
| Торфяно-болотная и торфянистая | 2,5 | 2,0 | 1,5 | 1,0 | 1,0 | – |

4. Рекультивация загрязненных нефтью лесных и болотных почв

Норму внесения известковых удобрений (Н) вычисляют по формуле:

$$H = 100 \text{ Д/П},$$

где: Д – норма чистого CaCO_3 ;

П – содержание действующего вещества в известковом удобрении в пересчете на CaCO_3 (табл. 23).

Таблица 23. Содержание действующего вещества в известковых удобрениях в пересчете на CaCO_3

| Известковое удобрение | Содержание действующего вещества, % | Действие |
|--|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Известняк молотый (известняковая мука) | 85–100 | Сравнительно медленное |
| Мел | 90–100 | Быстрее молотого известняка |
| Доломитовая мука | 95–109 | Аналогично мелу |
| Шлак доменный | 90–95 | Умеренное (нуждается в измельчении) |
| Известь жженая гашеная (пушенка) | До 135 | Быстрое и сильное |

Известковые удобрения должны быть хорошо измельчены, равномерно распределены по площади разлива и тщательно перемешаны с активным слоем почвы. Через 2–3 мес. после их внесения определяют кислотность почвы. Если рН менее 5,4, проводят повторное известкование.

Внесение минеральных удобрений позволяет обеспечить нефтеокисляющие микроорганизмы и травы-мелиоранты усвояемыми формами азота, фосфора, калия и требуется почти на всех типах почв лесной зоны. Доза удобрений (количество азота, фосфора, калия, необходимое для разового внесения на 1 га рекультивируемого участка) определяется многими факторами: типом почв; обеспеченностью их усвояемыми формами азота, фосфора, калия; уровнем нефтяного загрязнения; степенью увлажнения; интенсивностью водообмена в почве; способом и глубиной механической обработки почвы; комплексами микроорганизмов, участвующими в разложении нефти; применяемыми фитомелиорантами и т. д. Учитывая низкую обеспеченность лесных и болотных почв доступными формами азота, фосфора и калия, основной объем удобрений вносят перед фрезерованием почвы (табл. 24).

Таблица 24. Дозы минеральных удобрений, рекомендуемые для внесения при первичном фрезеровании на глубину 20–30 см

| Почва | Дозы действующего вещества, кг/га | | |
|--|-----------------------------------|--------|---------|
| | Азот | Фосфор | Калий |
| Песчаная | 30–60 | 30–40 | 40–50 |
| Супесчаная и суглинистая, пески, мульчированные торфом | 80–100 | 30–40 | 60–90 |
| Низинные и переходные болота | 40–50 | 30–50 | 80–100 |
| Верховые болота | 100–140 | 50–60 | 100–120 |

Примечание. При меньшей глубине фрезерования пропорционально сокращаются и дозы удобрений.

Такая заделка обеспечивает более равномерное распределение элементов питания в загрязненных слоях почвы и лучшую адаптацию к удобрениям почвенной микрофлоры. На бедных гумусом песках удобрения следует вносить невысокими дозами. Вследствие слабой поглотительной способности, низкой буферности и периодического пересыхания песчаных почв более высокие дозы могут угнетать почвенную микрофлору и быстро вымываться осадками. Для остальных почв дозы рассчитаны на обеспечение нефтеокисляющей микрофлоры азотом, фосфором и калием в течение 1–3-х мес. Превышение рекомендуемых доз даже в 2–3 раза не приводит к отрицательным последствиям, но не оправдано экономически. В пределах рекомендуемых интервалов дозы выбирают пропорционально уровню загрязнения: минимальные – при содержании в почве нефти 4–10 кг/м², максимальные – при загрязнении 15–20 кг/м².

Рассеивание удобрений без заделки в почву оправдано только на участках с сохраненной растительностью, где механическая обработка почвы нанесет больший вред, чем нефтяное загрязнение. Поверхностное внесение достаточно эффективно на периодически заливаемых и переувлажненных торфяных почвах, а также в случаях, если предусматривается искусственное орошение. Рекомендуются следующие дозы: азот – 20–70 кг/га д. в., фосфор – 15–25, калий – 12–50 кг/га д. в. Минимальные дозы применяют на слабозагрязненных участках. С повышением уровня загрязнения возрастает и доза удобрений, которую желательно вносить мелко, в 2–3 приема. На сухих почвах поверхностное внесение удобрений менее эффективно, оно применяется в исключительных случаях и проводится в дождливую погоду с использованием максимальных рекомендуемых доз.

При первом внесении предпочтение отдается удобным в применении комплексным удобрениям, содержащим азот, фосфор и калий в доступных для быстрого усвоения микроорганизмами форме и с минимальным количеством нитратного азота. Рекомендуются нитроаммофоска, карбаммофоска, фоскамид или нитроам-

4. Рекультивация загрязненных нефтью лесных и болотных почв

мофос в смеси с калием хлористым (табл. 25). Если в комплексном удобрении соотношение азота, фосфора, калия иное, чем предусмотрено в табл. 24, проводится корректировка путем добавления азотного или калийного удобрения. При нарушении баланса менее чем на 30% дозы можно рассчитывать по ведущему элементу: на минеральных почвах – по азоту, на торфяных – по калию. При отсутствии комплексных удобрений можно использовать смеси простых азотных, фосфорных и калийных удобрений с учетом их совместимости, придерживаясь пропорций, указанных в табл. 24. При благоприятном водно-воздушном и тепловом режиме легкоусвояемые азот, фосфор и калий быстро потребляются микроорганизмами и через 2–3 нед. могут снова лимитировать биodeградацию нефти. Поэтому не реже одного раза в месяц в прохладную погоду и не реже 15 суток в теплый период проводят анализ и корректировку содержания азота, фосфора и калия в почве. Оптимальное содержание водорастворимых форм в водах болотных почв составляет: азот (нитратный + аммонийный) – 20–70 мг/л, калий – 20–55, фосфор – 10–25 мг/л [18]. Соответствующие концентрации для минеральных почв: азот – 5–7 мг на 100 г почвы, калий – 8–15, фосфор – 8–15 мг на 100 г почвы. По мере снижения их содержания более чем в 5 раз ниже рекомендованного вносится дополнительное количество соответствующих удобрений.

Таблица 25. Содержание действующего вещества в минеральных удобрениях

| Удобрение | Марка N – P ₂ O ₅ – K ₂ O | Содержание, % | | |
|---------------------------------|---|---------------|-------------------------------|------------------|
| | | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| <i>Комплексные удобрения</i> | | | | |
| Фоскамид | – | 14 | 14 | 17 |
| Нитроаммофоска | 17–17–17 | 17 | 7 | 14 |
| | 13–19–19 | 13 | 6 | 16 |
| Карбаммофоска | 18–18–18 | 18 | 8 | 15 |
| Диаммофоска | – | 10 | 26 | 26 |
| Нитроаммофос | 23–23–0 | 23 | 10 | – |
| | 16–24–0 | 16 | 10 | – |
| | 25–25–0 | 25 | 11 | – |
| <i>Простые удобрения</i> | | | | |
| Калий хлористый гранулированный | – | – | – | 50 |
| Сульфат калия | 46 | – | – | 38 |
| | 50 | – | – | 42 |
| Селитра аммиачная | – | 34 | – | – |
| Суперфосфат двойной | 49 | – | 21 | – |
| | 43 | – | 19 | – |

Орошение аэрированной водой предложено Д. Ф. Исхановым как альтернатива интенсивной механической обработке почвы на сильнообводненных участках болот, когда практически вся нефть сосредоточена в верхнем 5-сантиметровом слое, а давность загрязнения не превышает 2-х лет.

На участке устраивают коллекторную систему канавок, обеспечивающую сток воды и нефти в специальные водоприемники, из которых вода, обогащенная кислородом и элементами минерального питания, необходимыми для нефтеокисляющих микроорганизмов, снова возвращается на участок по шлангам и садовым разбрызгивателям либо с помощью дальноструйных тракторных установок.

В обоих случаях необходимо обеспечить равномерное орошение всей площади участка. Непрерывное или периодическое орошение аэрированной водой в комплексе с внесением извести и минеральных удобрений значительно ускоряет микробиологическое окисление поверхностных загрязнителей. Малоподвижная и частично битуминизированная нефть после разрушения части парафинов также приобретает подвижность, может быть смыта водой и откачана обычными насосами.

Создание искусственного микрорельефа из чередующихся микроповышений (гребней) и микропонижений (борозд) рекомендуется на переувлажненных болотных почвах, где процесс биodeградации нефти тормозится из-за плохой аэрации, низкой температуры, высокой кислотности торфа. За счет увеличения поверхности ускоряется испарение легких фракций нефти. Улучшение аэрации и прогревания торфа создает в микроповышениях оптимальные условия для аэробных нефтеокисляющих бактерий и высших растений. Подвижная нефть вымывается в неглубокие, хорошо прогреваемые борозды и разлагается в водной среде значительно быстрее, чем в почве. Высеянные на микроповышениях травы более устойчивы к вымоканию в паводковый период.

Бороздование целесообразно осуществлять поперек поверхностного стока после фрезерной обработки почвы с помощью грядоделателей или конических катков, устанавливаемых сзади фрез. Достаточно экологичны и орудия типа плуга ПШ-1, формирующие микроповышения из перемешанной почвы. Сельскохозяйственные плуги с неполным оборотом пласта, а также лесные плуги, обеспечивающие полный оборот пласта и сдваивание загрязненных горизонтов, менее эффективны для ускорения биodeградации нефти и могут применяться только на участках с невысоким уровнем нефтяного загрязнения.

Внесение культур нефтеокисляющих микроорганизмов в почву оправдано, если требуется быстрое очищение почв, а также в случаях, когда естественная нефтеокисляющая микрофлора бедна по видовому составу и не может быть стиму-

4. Рекультивация загрязненных нефтью лесных и болотных почв

лирована описанными выше приемами [127]. Решение о целесообразности внесения микроорганизмов принимается после исследования почв на активность содержащейся в ней нефтеокисляющей микрофлоры с помощью методики, предложенной В. И. Вавером [18].

Из промышленных культур нефтеокисляющих микроорганизмов неплохо зарекомендовали себя «Деградойлас», «Дизойл», «TIREZIME», «Цетрин», «Универсал», «Байкал», «Ленойл СХП», «Агроил», «Дестройл+», «Микроорганизмы-деструкторы» и др. Целесообразно применение ферментных препаратов типа «Бел-витамил», не содержащих живых клеток, но сохранивших неповрежденные фрагменты ферментных систем углеводородокисляющих микроорганизмов.

К факторам, ограничивающим широкое применение промышленных нефтеокисляющих препаратов, следует отнести их дороговизну и непродолжительность действия. Уже через несколько недель может наблюдаться подавление внесенных в почву микроорганизмов аборигенными микробными сообществами, которые развиваются на фоне удобрений, вносимых с микробными препаратами. В связи с этим наиболее простым, дешевым и надежным способом является использование накопительных культур аборигенных микробных сообществ, которые спонтанно развиваются на нефтезагрязненных участках того или иного региона. Они более адаптированы к местным климатическим и почвенным условиям, а также к особенностям местных видов нефти как питательных субстратов и лучше перезимовывают.

Источником посевного материала могут служить разливы нефти на влажных почвах или мелкие непроточные водоемы умеренного уровня загрязнения с давностью загрязнения более 3-х лет, на которых активное развитие нефтеокисляющей микрофлоры произошло спонтанно или в ходе проведения рекультивационных работ. На таких участках нефть уже превратилась в рыхлую диспергированную массу, покрытую колониями микроорганизмов ржавого, грязно-желтого или белесого цвета. В водной среде полуразложившиеся хлопья нефти опутаны сине-зелеными водорослями.

Накопление культур микроорганизмов может быть выполнено как на специальных предприятиях, оснащенных ферментерами, так и в полевых условиях. В микробиологических лабораториях из проб грунта и воды, отобранных в качестве источника посевного материала, на минеральной среде с добавлением нефти и нефтепродуктов выделяют аборигенные комплексы углеводородокисляющих микроорганизмов. Масштабирование выделенных симбиотических штаммов микробов-деструкторов проводят, пропорционально увеличивая количество всех штаммов, специализирующихся на различных группах углеводородов, а также на про-

межуточных продуктах их окисления. Для временного хранения накопительные культуры наносят на пористый носитель (торф и т. п.), который и заделывается в загрязненную среду вместе с минеральными удобрениями и раскислителями.

В полевых условиях накопление аборигенных комплексов нефтеокисляющих микроорганизмов может быть выполнено в небольших мелководных, загрязненных нефтью болотных озерах или непересыхающих искусственных котлованах глубиной не более 1,5 м. Одновременно с «обсеменной» нефтеокисляющими микроорганизмами водой в водоем вносят в расчете на 1 тыс. м³ водоема раскислитель (100–150 кг CaCO₃) и минеральные удобрения (N – 50–70 кг, P – 15–25 кг, K – 30–35 кг) и обеспечивают периодическую аэрацию с помощью аэратора АП-24.

По достижении содержания нефтеокисляющих микроорганизмов в водоеме не менее 10⁹ клеток на 1 мл воды из водоема-накопителя воду развозят автоцистернами для орошения рекультивируемых участков, на которых наблюдается недостаточная активность аборигенной нефтеокисляющей микрофлоры.

4.4.3. Фитомелиорация

Травянистые растения улучшают структуру и увеличивают воздухопроницаемость почв. Они поглощают мутагенные, канцерогенные и другие биологически опасные продукты распада нефти, препятствуют вымыванию из рекультивируемого слоя почвы элементов минерального питания. Корневые выделения и продукты разложения трав способствуют развитию разнообразной почвенной биоты, образующей высокоактивный саморегулирующийся «конвейер» деструкторов, которые обеспечивают окончательное очищение и восстановление плодородия почв.

Растения-мелиоранты должны обладать достаточной выносливостью («толерантностью») к содержащимся в почве загрязнителям (остаточным нефтепродуктам, солям), быстрым ростом, надежным вегетативным или семенным размножением и возобновлением в соответствующих климатических и почвенно-гидрологических условиях. К наиболее перспективным следует отнести вегетивно-подвижные корневищно-рыхлокустовые и длиннокорневищные злаки с семенами крупных и средних размеров, удобными для сбора и высева: лисохвост луговой, овсяница красная, бекмания восточная, канареечник тростниковидный, костер безостый, пырей ползучий (табл. 26). Ценность этих растений заключается в том, что уже в первые годы после посева они способны путем вегетативного разрастания занять территорию рекультивируемого участка.

4. Рекультивация загрязненных нефтью лесных и болотных почв

Таблица 26. Травы, рекомендуемые для фитомелиорации нефтезагрязненных земель

| Вид (семейство) | Предпочитаемые почвы для посева | | | | | Высота травостоя | Размер семян | Норма высева, кг/га |
|---|------------------------------------|--|---------------------------|----------|----------|------------------|--------------|---------------------------|
| | Сухие песчаные | Супесчаные и суглинистые и влажные | Временно зато- пляемые | Болота | | | | |
| | | | | низинные | верховые | | | |
| <i>ОДНОЛЕТНИЕ</i> | | | | | | | | |
| Марь белая (маревые) | + | + | | + | + | Ср | М | 15–20 |
| Овес посевной (злаковые) | + | + | | + | + | Ср | Кр | 150–250 |
| Черда трехраздельная (сложноцветные) | | | + | + | | Ср | Ср | 40–100 |
| <i>МНОГОЛЕТНИЕ</i> | | | | | | | | |
| <i>Стержнекорневые</i> | | | | | | | | |
| Донник желтый (бобовые) | + | + | | | | В | М | 40–80 |
| Клевер гибридный (бобовые) | | + | | + | + | Ср | М | 30–60 |
| Клевер луговой (бобовые) | + | + | | | | Ср | М | 40–80 |
| Люпин многолистный (бобовые) | + | + | | | | В | Кр | 180–200 |
| <i>Плотнокустовые</i> | | | | | | | | |
| Осока шаровидная (осоковые) | | | | + | + | Ср | М | 30–60 |
| <i>Рыхлокустовые</i> | | | | | | | | |
| Бескильница расставленная (злаковые) | | + | + | + | + | Ср | М | 30–60 |
| Волоснец сибирский (злаковые) | + | + | | | | Ср-В | Ср | 50–100 |
| Ежа сборная (злаковые) | | + | | + | + | В | Ср | 50–100 |
| Житняк гребенчатый (злаковые) | + | + | | + | + | В | Кр | 40–100 |
| Овсяница луговая (злаковые) | | + | | + | + | Ср | Кр | 50–120 |
| Пырей бескорневищный (злаковые) | + | + | | + | + | В | Кр | 60–120 |
| Тимофеевка луговая (злаковые) | | + | | + | + | В | М | 40–80 |
| Райграс высокий (злаковые) | | + | | + | + | В | Кр | 60–120 |
| Регнерия волокнистая (злаковые) | | | | + | + | В | Кр | 50–100 |
| <i>Корневищно-рыхлокустовые</i> | | | | | | | | |
| Лисохвост луговой (злаковые) | | + | | + | + | В | Кр | 40–90 |
| Овсяница красная (злаковые) | | + | | + | + | Ср | Кр | 50–110 |
| Полевица белая (злаковые) | | + | | + | + | Ср | М | 30–90 |
| Полевица гигантская (злаковые) | | + | | + | + | В | М | 30–70 |
| <i>Короткокорневищные</i> | | | | | | | | |
| Частуха подорожниковая (частуховые) | | | + | + | | Ср | Ср | 60–80 |
| <i>Длиннокорневищные</i> | | | | | | | | |
| Арктофилла рыжеватая (злаковые) | + | + | | + | + | В | Ср | 60–120 |

| Вид (семейство) | Предпочитаемые почвы для посева | | | | | Высота травостоя | Размер семян | Норма высева, кг/га |
|---|------------------------------------|--|---------------------------|----------|----------|------------------|--------------|---------------------------|
| | Сухие песчаные | Супесчаные и суглинистые и влажные | Временно зато- пленные | Болота | | | | |
| | | | | низинные | верховые | | | |
| Бекмания восточная (злаковые) | | + | | + | | В | Ср | 70–150 |
| Канареечник тростниковидный (злаковые) | | | | + | + | В | М | 25–60 |
| Костер безостый (злаковые) | + | + | | + | + | В | Кр | 60–150 |
| Мяглик луговой (злаковые) | + | + | | + | + | Ср | М | 40–80 |
| Осока пузырчатая (осоковые) | | | | + | | Ср | Ср | 50–100 |
| Осока топяная (осоковые) | | | + | | | Ср | Ср | 50–100 |
| Пырей ползучий (злаковые) | + | + | | + | + | В | Кр | 50–120 |
| Рогоз широколистный (рогозовые) | | | + | + | | В | Мл | 30–80 |
| Ситняг болотный (осоковые) | | | | + | | Ср | М | 40–100 |
| Ситник нитевидный (ситниковые) | | | | + | | Ср | М | 40–80 |
| Тростник обыкновенный (злаковые) | | | + | + | | В | Мл | 40–60 |
| <i>Ползучие</i> | | | | | | | | |
| Клевер белый (бобовые) | + | + | | + | + | Н | М | 50–90 |

Условные обозначения:

высота травостоя: Н – низкий (менее 30 см), Ср – средний (30–60 см), В – высокий (выше 60 см).
размер семян: Кр – крупные (более 4, 5 мм), Ср – средние (2, 5–4, 5 мм), М – мелкие (менее 2, 5 мм),
Мл – мелкие летучие.

Среди вегетативно-малоподвижных многолетников (стержнекорневые, плотно- и рыхлокустовые, короткокорневищные) ценными (предпочитаемыми) видами являются ежа сборная, овсяница луговая, тимофеевка луговая, люпин многолистный, частуха подорожниковая.

Виды с мелкими и летучими семенами, несмотря на их высокую вегетативную подвижность (иван-чай узколистный, кипрей болотный, вейники, тростник, рогоз), менее перспективны из-за растянутости сроков созревания семян, трудоемкости их сбора и невозможности механизированного высева. Хозяйственная ценность остальных растений, имеющих нелетучие семена, снижается из-за трудоемкости сбора мелких семян. Для внедрения этих растений желательно в фазе созревания семян скосить их на соседних участках и разбросать скошенную массу по рекультивируемой площади или пересадить корневища указанных трав на данную территорию. Однолетники целесообразно использовать в качестве фитоиндикато-

4. Рекультивация загрязненных нефтью лесных и болотных почв

ров для выявления пригодности нефтезагрязненных земель под посевы многолетних трав. Эти растения ценны тем, что уже в год посева образуют густые заросли, способствуя развитию микробиологической флоры, разрушающей нефтепродукты.

На рекультивируемых землях желательно высевать не один какой-либо вид, а практиковать создание травосмесей из нескольких видов, различающихся по фитоценотическим особенностям (вегетативной подвижности, характеру семеношения, высоте и т. д.). Это ускоряет развитие дерново-образовательного процесса и формирование гумусового горизонта, усиливая самоочищение нефтезагрязненных почв.

Подбор трав-мелиорантов следует вести с учетом почвенно-гидрологических условий рекультивируемых участков. Основными задернителями песков в естественных условиях являются иван-чай, пырей ползучий и вейник наземный. При создании травосмесей на легких песчаных почвах возможно использование таких малотребовательных к условиям произрастания видов, как тимopheевка луговая, клевер белый, мятлики луговой и арктический, овсяница красная и овечья, ромашка непахучая, марь белая.

Ассортимент видов для суглинистых почв достаточно разнообразен. Травосмеси создают путем сочетания видов различных жизненных форм: длиннокорневищных, рыхло- или плотнокустовых с включением бобовых растений, например лисохвост луговой, овсяница луговая и красная, клевер белый и луговой. Возможны и другие варианты.

Для рекультивации низинных болот, суглинистых и торфянистых сырых почв травяно-болотной группы типов леса перечень трав-мелиорантов наиболее обширен. Несмотря на возможность использования в данных условиях ситников и осок, основная роль в фитомелиорации отводится злакам и бобовым.

На торфяниках низинных болот можно применять следующие травосмеси:

- тимopheевка луговая, овсяница луговая, полевица белая, мятлик луговой, овсяница красная, клевер белый;
- тимopheевка луговая, овсяница луговая, мятлик луговой, полевица белая, клевер розовый;
- канареечник тростниковидный, бекмания восточная, полевица белая;
- тимopheевка луговая, ежа сборная, костер безостый, клевер луговой.

Участки, периодически затопливаемые водой, зарастают рогозом, частухой, чередой, тростником, вахтой трехлистной, осоками пузырчатой и топяной. Торфяники верховых болот засевают осоками, ситниками, пушицей, рогозом. На хорошо

осушенных торфяниках возможны посевы костра безостого, канареечника тростниковидного, полевицы белой, лисохвоста лугового, овсяницы красной, клевера гибридного.

4.5. Эффективность раздельного и комплексного действия рекультивационных мероприятий

Полевые опыты по комплексной активизации природных факторов, определяющих биологическую очистку нефтезагрязненной почвы, выполнены ЗАО «Элитакомплекс» под руководством Л. А. Салангина [102] на серой лесной тяжелосуглинистой почве. Исследовали 3 уровня нефтяного загрязнения: первый – до 100 г/кг (возможно восстановление поврежденного ценоза агротехническими средствами); второй – в пределах 140–170 г/кг (рекомендуется использовать биологические препараты-нефтедеструкторы); третий – 200–300 г/кг (использование промышленных бакпрепаратов малоэффективно).

Результаты анализов по определению остаточной нефти в почве в зависимости от агротехнических и биологических способов ее восстановления при трех уровнях загрязнения показали, что под влиянием естественных погодных условий нейтрализация токсичных соединений протекает крайне медленно. При уровне загрязнения до 100 г/кг через 7 лет количество нефти снизилось с 98,7 до 65,7 г/кг. Степень очистки составила 33,5% (табл. 27).

Таблица 27. Содержание остаточной нефти в почве в зависимости от использованных вариантов опыта (восстановления) [102]

| Вариант опыта | Год | | | | | | | Степень очистки за 7 лет, % |
|--|------|------|------|------|------|------|------|-----------------------------|
| | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | |
| Уровень загрязнения – до 100 г/кг | | | | | | | | |
| Контроль | 98,7 | 84,2 | 83,4 | 76,7 | 72,3 | 66,1 | 65,7 | 33,5 |
| Фрезерование | 96,4 | 81,5 | 75,2 | 69,3 | 58,0 | 48,2 | 43,4 | 55,0 |
| НРК– 60 кг/га д. в. | 99,2 | 80,2 | 75,7 | 62,4 | 54,3 | 44,9 | 39,0 | 60,7 |
| Фрезерование + НРК | 94,3 | 74,3 | 65,3 | 50,5 | 40,6 | 30,1 | 25,8 | 72,6 |
| Фрезерование + НРК + биопрепарат | 95,2 | 40,5 | 24,3 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 96,9 |
| Фрезерование + НРК + биопрепарат + сидерат | 98,4 | 35,2 | 20,2 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 97,0 |
| НСР ₀₅ | 5,2 | 11,3 | 13,7 | 16,7 | 17,3 | 17,4 | 18,2 | |

4. Рекультивация загрязненных нефтью лесных и болотных почв

| Вариант опыта | Год | | | | | | | Степень очистки за 7 лет, % |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------------------|
| | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | |
| Уровень загрязнения – 140–170 г/кг | | | | | | | | |
| Контроль | 140,1 | 132,0 | 126,4 | 120,4 | 108,3 | 114,4 | 107,3 | 23,4 |
| Фрезерование | 142,2 | 113,0 | 83,2 | 73,2 | 50,4 | 42,1 | 38,0 | 73,3 |
| НРК – 60 кг/га д. в. | 147,8 | 124,1 | 94,0 | 79,0 | 50,7 | 44,0 | 38,2 | 74,1 |
| Фрезерование + НРК | 162,0 | 106,8 | 80,0 | 64,3 | 50,6 | 38,0 | 38,7 | 76,5 |
| Фрезерование + НРК + биопрепарат | 154,3 | 66,1 | 19,0 | 6,3 | 6,1 | 4,3 | 2,9 | 98,1 |
| Фрезерование + НРК + биопрепарат + сидерат | 144,0 | 58,0 | 19,4 | 5,6 | 6,4 | 4,1 | 2,7 | 98,1 |
| НСР ₀₅ | 8,9 | 19,7 | 16,2 | 16,5 | 10,4 | 13,9 | 12,5 | |
| Уровень загрязнения – 200–300 г/кг | | | | | | | | |
| Контроль | 250,1 | 234,1 | 230,0 | 213,4 | 196,3 | 196,0 | 190,0 | 24,1 |
| Фрезерование | 249,7 | 222,5 | 184,8 | 161,2 | 141,1 | 126,5 | 106,5 | 57,4 |
| НРК – 60 кг/га д. в. | 268,4 | 231,4 | 193,6 | 163,4 | 140,2 | 129,3 | 119,3 | 55,6 |
| Фрезерование + НРК | 282,6 | 242,6 | 180,1 | 152,1 | 123,1 | 109,9 | 99,9 | 64,6 |
| Фрезерование + НРК + биопрепарат | 267,0 | 170,4 | 93,5 | 50,0 | 26,5 | 16,3 | 10,5 | 96,1 |
| Фрезерование + НРК + биопрепарат + сидерат | 271,2 | 170,0 | 86,1 | 43,7 | 21,0 | 12,3 | 8,9 | 96,7 |
| НСР ₀₅ | 22,5 | 18,4 | 19,7 | 14,3 | 12,5 | 16,9 | 14,2 | |

Примечание. НРК – комплексное удобрение, 60 кг/га д. в., БП – биопрепарат из углеводорододеградирующих бактерий.

Рыхление несколько активизировало разложение углеводов, тем не менее, различия в сравнении с контрольным вариантом находились в пределах наименьшей существенной разницы. Использование минеральных удобрений имело некоторое преимущество перед фрезерованием, но различия также недостоверны. Совместное применение НРК и механической обработки на нефтезагрязненной почве на протяжении 7-ми лет снизило концентрацию нефти с 94,3 до 25,8 г/кг, т. е. степень очистки за этот период составила 72,6 %, однако почва осталась токсичной.

Обработка рекультивируемой почвы биологическим препаратом, состоящим из консорциума аборигенных бактерий, деградирующих углеводороды, имела неоспоримые преимущества перед выше представленными способами восстановления. Через 2 года в почве содержалось 24,3 г/кг нефти, а на 7-й год – 3,0 г/кг. Степень очистки составила 96,9%.

Введение сидеральных посевов в систему рекультивационных мероприятий также способствовало снижению концентрации нефти. Максимальную степень

очистки почвы от углеводородов нефти обеспечило проведение комплекса восстановительных работ, включающего агротехнические и биологические мероприятия.

При изначальном уровне содержания нефти в почве 140–170 г/кг степень очистки за 7 лет при использовании всех предложенных способов была несколько выше, чем в контрольном варианте, где за весь цикл почва очистилась лишь на 23,4%. Рыхление и внесение минеральных удобрений достоверно снижало концентрацию углеводородов по отношению к контролю, тем не менее, на протяжении всего периода исследований она продолжала оставаться высокой.

Применение биологического препарата на фоне агротехнических мероприятий уже через год привело к снижению количества нефти в почве в 2,3 раза, а совместно с посевом сидеральных культур – в 2,5 раза к исходному. На 4-й год в образцах почвы этих вариантов содержалось 5,6–6,3 г/кг нефти.

При уровне загрязнения углеводородами 200–300 г/кг проведение агротехнических мероприятий было менее эффективно, хотя с 4-го года концентрация нефти достоверно снижалась по сравнению с контролем. Тем не менее к концу цикла в почве осталось высокое содержание углеводородов – 99,9–119,3 г/кг. Ежегодное рыхление нефтезагрязненного участка, внесение минеральных удобрений как отдельно, так и в комплексе при высоком изначальном количестве нефти, не обеспечивает снижение ее концентрации до безопасного уровня.

На всех трех уровнях нефтезагрязнения уменьшению количества нефти в почве способствовал комплекс мероприятий, направленный на создание благоприятных условий для жизнедеятельности углеводородокисляющих микроорганизмов: тщательное рыхление почвы, внесение азота, фосфора, калия, обработка экомобиопрепаратом и посев сидеральных культур. За один вегетационный период данная система реабилитационных мер привела к снижению концентрации нефти в почве: при уровне до 100 г/кг – в 2,8 раза; 140–170 г/кг – в 2,5 раза; 200–300 – в 1,6 раза. При остаточном количестве нефти в почве менее 100 г/кг возможен посев трав-мелиорантов: при уровне нефтезагрязнения 200–300 г/кг фитомелиорацию можно начинать только после двух лет восстановительных мероприятий.

Под влиянием погодных условий вегетационного периода на всех уровнях загрязнения деструктировало не более 11,1% нефти. С повышением концентрации от 100 до 140–170 и более 200 г/кг естественная деградация нефти снижалась. В годы с гидротермическими коэффициентами 1,4; 1,6; 1,7 условия температуры и увлажнения были более благоприятными для активной жизнедеятельности нефтеокисляющих бактерий. В год с гидротермическим коэффициентом 2,5 (с повышенным

4. Рекультивация загрязненных нефтью лесных и болотных почв

количеством выпавших осадков), недобором положительных и эффективных температур в естественных условиях разрушило от 3,0 до 4,8% углеводов. В 2001 г. с подобными погодными условиями тенденция повторилась, количество разрушенной нефти составило 3,1–4,4%.

На суглинистых почвах ведущую роль (40–53%) в ускорении биодegradации нефти играет внесение биологического препарата, состоящего из консорциума аборигенных углеводородокисляющих бактерий (табл. 28). Доля участия в разрушении нефти погодных условий, рыхления, внесения минеральных удобрений, травфитомелиорантов составляет от 10 до 20% [102].

Таблица 28. Доля участия отдельных элементов системы рекультивации почв в разрушении углеводов [102]

| Год | Доля участия факторов, % | | | | |
|---------|--------------------------|----------|------|--------------|---------|
| | Погодные условия | Рыхление | НПК | Биопрепараты | Сидерат |
| 1 | 17,2 | 11,9 | 13,2 | 52,5 | 5,2 |
| 2 | 5,7 | 16,8 | 13,8 | 53,1 | 10,6 |
| 3 | 12,7 | 12,4 | 13,6 | 48,9 | 12,4 |
| 4 | 12,0 | 16,0 | 14,1 | 41,7 | 16,2 |
| 5 | 11,9 | 11,3 | 14,3 | 55,5 | 4,0 |
| 6 | 8,2 | 22,9 | 20,3 | 46,8 | 1,8 |
| 7 | 16,0 | 17,3 | 14,3 | 45,7 | 6,5 |
| Среднее | 11,9 | 15,1 | 14,4 | 53,0 | 8,1 |

4.6. Особенности очистки от нефтяного загрязнения торфяных почв северной и средней тайги

Детальное картирование разливов нефти в таежной зоне Западной Сибири, выполненное Тюменской ЛОС ВНИИЛМ, показало, что 80% разлитой нефти сосредотачивается на болотах или в заторфованных лесных западинах, которые считают естественными «ловушками» на пути продвижения нефти в озера и реки [172].

Нами изучалась скорость биодegradации нефти в естественных и лабораторных условиях. При этом учитывалась высокая кислотность и недостаточное обеспечение торфяных почв кислородом, короткий и холодный вегетационный период северной и средней тайги. Прежде всего обследованы образцовые участки, имевшие высокий уровень нефтяного загрязнения перед началом рекультивационных

работ и удовлетворительные показатели при приемке их комиссией после рекультивации, выполненной в течение одного вегетационного периода.

Из числа «показательных» рекультивированных участков почти половина была забракована при рекогносцировочном осмотре по причине видимых следов нефтяного загрязнения. Для остальных участков в аккредитованной лаборатории Тюменского госуниверситета выполнен анализ 220 образцов почвы, взятых с глубины 0–5 и 17–20 см. Установлено, что даже среди самых лучших рекультивированных участков только 23% удовлетворяют требованиям регионального норматива по остаточному содержанию нефти в торфяных почвах (60 г/кг). Около 20% «показательных» участков имели остаточное загрязнение 80–195 г/кг, 57% принятых после рекультивации болотных участков содержали в торфе от 200 до 780 г/кг остаточной нефти (рис. 6).

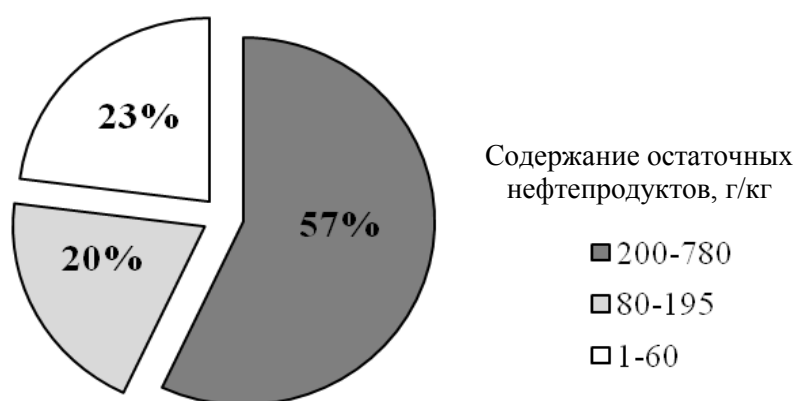


Рис. 6. Распределение подвергавшихся загрязнению торфяных почв по содержанию остаточной нефти через 10–15 лет после рекультивации

Полевые эксперименты подтвердили низкую эффективность очистки сильнозагрязненных нефтью торфов биологическими методами в условиях северной тайги. Трехкратное внесение накопительных культур-нефтедеструкторов в сочетании с известкованием и добавлением комплекса минеральных удобрений обеспечило снижение нефтяного загрязнения верхнего слоя торфа (0–10 см) в течение 3-х летних месяцев с 600 до 510 г/кг, то есть только на 15 % (табл. 29). Внесение гуматов не вызвало достоверного снижения в почве остаточных нефтепродуктов.

4. Рекультивация загрязненных нефтью лесных и болотных почв

Таблица 29. Содержание нефтепродуктов в торфяной почве северной тайги до и после однолетней рекультивации опытного участка

| Вариант эксперимента | Содержание остаточных нефтепродуктов, г/кг | | | |
|--|--|----------|---------------------|----------|
| | До рекультивации | | После рекультивации | |
| | 0–10 см | 20–25 см | 0–10 см | 20–25 см |
| Известкование + внесение удобрений (NPK) + 3- кратное внесение нефтеструктора | 600 | 380 | 510 | 330 |
| Известкование + внесение удобрений (NPK) + 2-кратное внесение гуминового препарата | 610 | 360 | 620 | 350 |

Объект **лабораторных исследований** – болотные почвы северной и средней тайги Западной Сибири, рекультивированные 10–15 лет назад и имеющие разную степень загрязнения (150–530 г/кг торфа) смолистыми и асфальтовыми фракциями нефти. Опыты выполнены при температуре 20–25 °С в пластмассовых ящиках, масса нефтезагрязненного субстрата – 4 кг.

В течение 3-х лет корректировались и анализировались следующие факторы, влияющие на скорость биодegradации нефти: исходный уровень загрязнения; кислотность, аэрация, влажность, добавление минеральных удобрений (NPK), нефтеструктора (накопительная культура аборигенной нефтеокисляющей микрофлоры), гуматов.

Поддерживался оптимальный уровень влажности торфа – в пределах 60–70% полной его влагоемкости. Контроль – 100%-я влагоемкость.

Минеральное удобрение нитроаммофоску (N – 16%, P – 16%, K – 16%) сначала растворяли в воде, затем им поливали нефтезагрязненную почву из расчета 0,19 г на 1 кг экспериментального образца и перемешивали.

Нефтеструктор производства НПО «Элита-Комплекс» из расчета 10 мл на 1 кг почвы вносили в нефтезагрязненный субстрат через 2 сут после применения удобрения, далее – через 15 сут, по 6 внесений в 1-й и 2-й год. На 3-й год нефтеструктор применяли в 4-кратной дозе (40 мл на 1 кг почвы) 5 раз в течение 2-х мес. с увеличением кратности рыхления исследуемых образцов.

Почвенные образцы для определения содержания смол и асфальтенов отбирали до начала эксперимента и через 4, 8, 12, 27 и 37 мес. эксперимента (табл. 30).

На основании экспериментов в полевых условиях (северная тайга) и лабораторных опытов сделаны следующие выводы.

Таблица 30. Содержание в торфе асфальтенов и смол в разные сроки эксперимента при различных комбинациях факторов, влияющих на их биодеструкцию

| Вариант опыта | Контролируемые факторы, кратность корректировок за 3 года | | | | | | Содержание асфальтенов и смол, г/кг торфа, в дни после начала эксперимента | | | | | | |
|-------------------------------------|---|-----|----|----|-------|-----|--|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| | pH | НРК | НД | ГМ | ВЛ, % | РХЛ | Исходное | 120 | 240 | 360 | 720 | 810 | 1095 |
| Исходное загрязнение – 150–180 г/кг | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | 7 | 3 | 12 | 1 | 60-70 | 10 | 150 | 90 | - | 60 | 60 | 60 | - |
| | | | | | | | 180 | 150 | - | 100 | 80 | 67 | - |
| Исходное загрязнение – 200–300 г/кг | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | 7 | 6 | 17 | - | 60-70 | 12 | 260 | 230 | - | 230 | 160 | 146 | - |
| | | | | | | | 225 | 190 | - | 190 | 190 | 170 | 200 |
| 11 | 2–7* | 6 | 17 | - | 100** | 12 | 240 | 230 | - | 200 | 196 | 196 | 200 |
| | | | | | | | 260 | 200 | - | 200 | 200 | 200 | 200 |
| 12 | 7 | 6 | 17 | 3 | 60-70 | 17 | 250 | 100 | - | 82 | 82 | 72 | - |
| Исходное загрязнение – 310–400 г/кг | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 7 | 6 | 17 | - | 60-70 | 17 | 400 | 220 | 210 | 210 | 182 | 173 | 172 |
| 2 | 7 | 6 | 17 | 3 | 60-70 | 17 | 330 | 210 | 110 | 110 | 110 | 110 | - |
| 4 | 7 | 6 | 17 | - | 100** | 17 | 300 | 220 | - | 179 | 172 | 172 | 246 |
| 8 | 2–7* | 6 | 17 | - | 100** | 12 | 310 | 310 | - | 228 | 228 | 139 | - |
| Исходное загрязнение – 410–530 г/кг | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 7 | 6 | 17 | - | 60-70 | 17 | 530 | 290 | 280 | 180 | 180 | 180 | 200 |
| | | | | | | | 460 | 280 | 240 | 140 | 140 | 140 | |
| 2 | 7 | 6 | 17 | 3 | 60-70 | 17 | 430 | 230 | 200 | 180 | 180 | 180 | 190 |
| | | | | | | | 450 | 280 | 260 | 200 | 200 | 192 | |
| 4 | 7 | 6 | 17 | - | 60-70 | 17 | 420 | 320 | - | - | 204 | 204 | 292 |
| 5 | 7 | 6 | 17 | - | 60-70 | 17 | 450 | 300 | - | 250 | - | - | - |
| 9 | 2–7* | 6 | 17 | - | 60-70 | 17 | 520 | 430 | - | 370 | 315 | 264 | 236 |
| 11 | 2–7* | 6 | 17 | - | 60-70 | 17 | 410 | 410 | - | 324 | 254 | 254 | 214 |

Примечание: НРК – нитроаммофоска (N – 16%, P – 16%, K – 16%); НД – нефтеструктор; ГМ – гуминовый препарат; ВЛ – влажность; РХЛ – рыхление (аэрация).

*pH в первые два года – 2,5; на третий год – 7.

**Влажность в первые два года – 100%, на третий год – 60–70%, корректировалась ежемесячно.

Кислая реакция среды почв (pH 2,5) является главнейшим фактором, тормозящим биodeградацию нефти в болотных почвах северной и средней тайги в естественных и лабораторных условиях.

Максимальное снижение содержания тяжелых фракций нефти в загрязненном торфе за 4, 8, 12 мес. достигнуто только при комплексной оптимизации факторов, влияющих на биодеструкцию нефти: известкованием кислую реакцию (pH 2,5)

4. Рекультивация загрязненных нефтью лесных и болотных почв

среды почв довели до нейтральной (рН 6–7); влажность торфа поддерживали на уровне 60–70%; периодическим рыхлением улучшали аэрацию; 10 раз добавляли нефтеструктор и комплексное минеральное удобрение нитроаммофоску. При начальном содержании нефтепродуктов 310–530 г/кг снижение составило 48–76%. При продолжении опыта еще в течение 15 мес. значительной деградации нефти не обнаружено (см. табл. 30).

Увеличение количества вносимого нефтеструктора в 4 раза при доведении реакции среды до нейтральной и еженедельном рыхлении за 3 мес. составило не более 44 % от первоначального.

За 1095 сут лабораторного опыта, по сумме положительных температур равных 7-ми вегетационным периодам северотаежной подзоны, достичь снижения уровня загрязнения торфяных почв асфальтовыми и смолистыми фракциями нефти до допустимого уровня (60 г/кг) не удалось.

Как видно из табл. 30, удовлетворительные результаты получены только в образцах торфа с содержанием тяжелых фракций нефти 150–180 г/кг. При концентрации нефти в торфяной почве более 200 г/кг процессы ее биodeградации резко замедляются как в естественных условиях, так и в контролируемой среде. Поэтому на таких участках, прежде чем проводить мероприятия, направленные на ускорение микробиологического разложения нефти, обязательно предварительное срезание верхнего битумированного слоя почвы толщиной 5–10 см с вывозкой его для переработки. Торф с содержанием нефти более 300 г/кг является прекрасным сырьем для дополнительного получения нефти или битума, из него можно готовить топливные брикеты или другие энергетические материалы.

Нами опробовано 2 варианта брикетирования:

- прессование на станке СОМАФЕР загрязненного торфа в смеси с древесными опилками в соотношении: 2:1; 1:1; 1:2; 1:4, 1:8;
- брикетирование смеси загрязненного и чистого сухого торфа в шнековом формователе ФШ-0,8 ЗАО ЦЭИ «Пресс-Торф».

Установлено, что даже минимальное добавление нефтезагрязненного торфа к сухим березовым, сосновым или березово-сосновым опилкам в соотношении 1:4 и 1:8 препятствует образованию брикетов.

Технология брикетирования по методике ЗАО ЦЭИ «Пресс-Торф» предполагает:

- смешивание до получения однородной массы нефтезагрязненного торфа и предварительно подсушенного чистого торфа, добавку отвердителя;
- формование в поршневом шнековом агрегате торфобрикетов;
- досушивание торфобрикетов.

Торфобрикеты с добавкой нефтезагрязненного торфа по теплотворной способности сопоставимы с каменным углем и значительно превосходят фрезерный торф и бурый уголь (табл. 31). Зольность их в 3 раза ниже, чем у каменного угля.

Таблица 31. Сравнительная характеристика твердых видов топлива

| Вид топлива | Теплота сгорания, ккал/г | Зольность, % |
|------------------------------------|--------------------------|--------------|
| Фрезерный торф | 1600–2000 | 2,6–5,8 |
| Бурый уголь | 3000 | 35 |
| Каменный уголь | 4300 | 17,5 |
| Брикет из нефтезагрязненного торфа | 4400 | 5,5 |

4.7. Лесовосстановление на очищенных от нефти участках

Возврат рекультивированных нефтезагрязненных земель в состав земель лесного фонда только по результатам анализа почв на остаточное загрязнение приводит к фальсификациям. По действующим правилам исполнитель рекультивационных работ сам отбирает образцы почвы для анализа. Чтобы быстрее получить оплату, образцы отбирают в местах, где нефтяное загрязнение изначально было минимальным. Это способствует тому, что более половины площади рекультивированных территорий имеют сверхнормативное загрязнение даже через 5–15 лет после рекультивации.

Как показано выше (табл. 6), в годы с достаточным увлажнением на почвах с давностью загрязнения более 3-х лет может наблюдаться массовый самосев древесных пород при недопустимо высоком содержании в почве тяжелых фракций нефти. В засушливые годы такой самосев отмирает из-за гидрофобности почв. Поэтому возврат рекультивированных участков в состав земель лесного фонда даже с учетом высокой жизнеспособности однолетних посевов или посадок культур хвойных пород также ненадежен.

Подвергающиеся нефтяному загрязнению лесные участки находятся обычно на землях, арендуемых нефтегазовым комплексом. Они труднодоступны для работников лесного хозяйства и других контролирующих органов. Поэтому и рекультивационные и лесовосстановительные работы на них должны выполняться виновниками загрязнения. К сдаче должны предъявляться участки, соответствующие требованиям к лесопокрытым землям и относящиеся к категории «ценных лесных насаждений». В составе их дендроценозов должно быть достаточное количество экземпляров главных пород. Если на подвергавшихся загрязнению землях невозможно или нецелесообразно создавать ценные лесные насаждения, их логичнее заменять, на основании согласования с органами лесного хозяйства, компенсационными работами по ремедиации лесных дендроценозов на других участках.

5.

ТРЕБОВАНИЯ К ЗЕМЛЯМ, РЕКУЛЬТИВИРОВАННЫМ ПОСЛЕ МЕХАНИЧЕСКОГО НАРУШЕНИЯ, НЕФТЯНОГО И СОЛЕВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Требования к участкам, возвращаемым в состав земель лесного фонда, складываются из общих требований, обязательных для всех категорий земель, и дополнительных требований, учитывающих особенности последующего целевого использования участка [70–72].

5.1. Общие требования к участкам, возвращаемым в состав земель лесного фонда

Приемка земель должна учитывать особенности целевого использования участка в период аренды и после его возвращения.

При рекультивации земель *по строительному направлению* требования ограничиваются в основном проверкой качества мероприятий, предупреждающих эрозию почв, противопожарным обустройством, исключением подтопления и загрязнения прилегающих участков.

Сельскохозяйственное использование земель, рекультивированных после нефтяного и солевого загрязнения, допускается в исключительных случаях при обязательном контроле содержания в почве и растительных продуктах веществ, опасных для животных и человека (3,4 бенз(а) пирена, тяжелых металлов и др.).

Обводненные земельные участки, осушение которых невыполнимо по техническим причинам, должны быть переведены в земли водного фонда с ограничением товарного рыбоводства до полной естественной детоксикации вод и донных отложений.

При *природоохранном* направлении рекультивационные мероприятия должны обеспечивать естественное самозарастание участков и естественное восстановление исходного плодородия почв.

Для участков земель, предназначенных для *лесохозяйственного использования*, предъявляются следующие основные требования:

- участок очищен от временных строений, использованного технологического оборудования, остатков стройматериалов, строительных, бытовых отходов и мусора;
- вывезена ликвидная древесина, очистка мест рубок выполнена с учетом специфики промобъекта и почвенно-гидрологических условий;
- разобраны временные переправы через водные преграды, из затопливаемых в половодье зон удалена вся древесина, которая может создать заторы на реках и ручьях;
- высота пней не превышает 1/3 диаметра среза, а при рубке деревьев тоньше 30 см – 10 см;
- удалены или обезврежены загрязнители, отсутствуют факты и признаки загрязнения почв;
- выполнена рекультивация земель, нарушенных во время строительства, как на участке отвода, так и на прилегающей территории;
- проведена планировка нарушенной поверхности участка (засыпка ям и углублений), обеспечен свободный проход машин и механизмов;
- на участках, где проводилась отсыпка бедным песчаным грунтом слоем более 0,5 м, верхний слой почвы улучшен добавлением торфа или суглинистых грунтов;
- имеются гидротехнические и противоэрозионные системы, защищающие возвращаемые и прилегающие земли от размыва, затопления, заболачивания;
- к промышленным объектам, расположенным в пределах возвращаемого участка и требующим периодического посещения, построены дороги, обеспечивающие всепогодный доступ к ним в течение всего периода их эксплуатации;
- устроены переезды через нефте- и газопроводы;
- на участках, не предусматривающих снятие грунта, сохранность гумусового слоя почвы – не менее 40% по проективному покрытию;
- отсутствуют признаки эрозии почв: длина промоин глубиной более 15 см не превышает 3 м; площади раздува составляют менее 3% площади участка;

5. Требования к землям, рекультивированным после механического нарушения, нефтяного и солевого загрязнения

➤ обеспечено противопожарное обустройство территории месторождений и пожарно-защитных зон объектов в соответствии с Правилами пожарной безопасности в лесах, приказом МПР России от 06.02.2008 № 32 «Об утверждении Классификации природной пожарной опасности лесов и Классификации пожарной опасности в лесах по условиям погоды, а также Требований к мерам пожарной безопасности в лесах в зависимости от целевого назначения лесов, показателей природной пожарной опасности лесов и показателей пожарной опасности в лесах по условиям погоды».

Все земли, нарушенные при строительстве и эксплуатации промышленных объектов, должны быть рекультивированы в течение не более чем через 1 год с момента их нарушения.

При возврате земель, не подвергшихся нефтяному загрязнению, среднее проективное покрытие почвы живым напочвенным покровом должно быть не менее 30% на эрозионно неопасных и не менее 50% на всех типах минеральных почв с уклоном более 8° – на суглинках и 15° – на песках и супесях.

Приемка участков, где применялись искусственные меры по восстановлению растительного покрова, проводится по результатам не ранее второго вегетационного периода после посева.

При возврате в состав земель лесного фонда на всех лесных землях естественные или искусственные насаждения следует создавать из древесных пород, согласованных с департаментом лесного хозяйства субъекта РФ, густота которых должна быть достаточной для перевода лесных участков в лесопокрытую площадь.

Участки трасс линий электропередачи и связи, проходящие в лесах, выполняющих оздоровительные функции, должны быть рекультивированы в соответствии с требованиями использования земель в рекреационном направлении.

5.2. Дополнительные требования, обусловленные особенностями использования земель в период аренды

5.2.1. Буровые площадки

Рекультивация площадок разведочного бурения, помимо общих требований, предусматривает проведение следующих работ:

- демонтаж и вывозку бурового оборудования;
- рекультивацию шламовых амбаров;
- ликвидацию или заглушение скважин согласно РД-39-2-1182–84.

Участки эксплуатационных кустов скважин возвращаются лесничеству в 2 этапа: первый – после выполнения буровых работ и полного обустройства площадки для эксплуатации; второй – после окончания функционирования всех скважин. Кроме того, в период эксплуатации куста скважин регулярно проводится рекультивация территории площадки, подвергающейся нефтяному загрязнению, а также участков вне зон постоянного отвода, нарушаемых в результате самовольного проезда транспортных средств и механизмов, обслуживающих куст эксплуатационных скважин.

На первом этапе рекультивируется периферийная часть буровой площадки, которая отводилась в краткосрочное пользование на период строительства. Наряду с общими требованиями должны быть проведены следующие работы:

- вывезено буровое оборудование;
- эксплуатационные скважины подключены к сборным коллекторам;
- рекультивированы шламовые амбары;
- часть буровой площадки, оставляемая в пользование на весь период эксплуатации скважин, отграничена в натуре ограждением или земляным валом, столбами.

Если шламовый амбар оставляется не засыпанным, он не принимается лесничеством, а включается в площадь, оставляемую на весь период эксплуатации скважин.

Токсичность производственных отходов в шламовых амбарах, согласно результатам химического анализа проб или его токсикологической паспортизации, – не должна превышать IV класс опасности. Для старых шламовых амбаров в водоохраных зонах все отходы должны быть нейтрализованы, проведены дополнительные меры по гидроизоляции, укреплению стенок, амбары засыпаны.

Решение об оставлении отходов в шламовых амбарах, размещенных на территории водоохраных зон, принимается на основании результатов аналитических исследований содержания приоритетных загрязняющих веществ. Все проведенные работы подтверждаются актами, согласованными с компетентными территориальными органами по охране окружающей среды.

При лесохозяйственном направлении использования рекультивированные шламовые амбары передаются в состав земель лесного фонда не менее чем через один год с момента засыпки их инертным грунтом с учетом следующих требований:

- отсутствуют признаки просадки поверхности на месте шламовых амбаров, нет нарушений целостности рекультивационного слоя;
- на поверхности рекультивационного слоя визуально не обнаруживается выдавленный шлам и нефтяные проявления;

5. Требования к землям, рекультивированным после механического нарушения, нефтяного и солевого загрязнения

➤ сформирован новый плодородный слой почвы и живой напочвенный покров из многолетних видов трав, адаптированных к данным климатическим и почвенным условиям с проективным покрытием почвы не менее 60% на суходолах и не менее 30% – на торфяных болотах и заболоченных землях.

Если шламовые амбары имеют надежную гидроизоляцию, а отходы, размещенные в них, определены (преимущественно методами биотестирования) как малоопасные или как практически неопасные, на болотах и на заболоченных землях допускается оставление таких шламовых амбаров без засыпки с санитарно-гигиеническим направлением рекультивации. При этом должны быть выполнены следующие требования: укреплена с помощью древесно-кустарниковой и травянистой растительности обваловка, предохраняющая от утечки водного содержимого на прилегающие территории; приняты надежные меры, предохраняющие от повторного использования шламового амбара в качестве мест размещения отходов.

Для шламовых амбаров, построенных на гидроморфных (болотных) почвах, содержание нефтепродуктов и токсичных химических веществ, применявшихся при бурении, испытании и эксплуатации скважин, в грунтовых и поверхностных водах, за пределами 100-метровой зоны от стенки шламового амбара вниз по направлению стока, согласно результатам химического анализа проб, не должно превышать ПДК данных веществ для водных объектов, используемых в рыбохозяйственных целях.

При анализе грунтовых и поверхностных вод возможно применение метода биотестирования для определения степени их токсичности. При выявлении высоких степеней токсичности (1–3 классы опасности) назначаются аналитические исследования состава химических веществ.

Рекультивированный шламовый амбар должен быть огражден обваловкой или траншеей, предохраняющими от проезда технических средств, установлены аншлаги, предупреждающие об опасности сбора ягод, грибов и других дикоросов.

Приемка центральной части буровой площадки проводится после окончания функционирования всех скважин и их ликвидации согласно РД 39-2-1182–84.

5.2.2. Карьерные выемки

Участки карьеров с экскаваторным способом разработки площадью менее 3 га возвращаются в состав земель лесного фонда после полного завершения их эксплуатации. Участки крупных карьеров разбиваются на секции площадью не более 2 га.

Каждая секция разрабатывается и возвращается отдельно. Работы на очередной секции разрешаются только после рекультивации и сдачи предыдущих секций.

При гидромеханизированном способе разработки минерального грунта перед сдачей должна быть полностью завершена эксплуатация участка и на нем проведены рекультивационные работы.

Техническая рекультивация карьерных выемок, предназначенных для *лесохозяйственного использования*, помимо общих требований, предусматривает выполнение следующих условий:

- останцы невыбранного грунта срезаны, ямы и углубления засыпаны;
- откосы выемки выположены в пропорциях не менее 1:3. На откосах, имеющих протяженность более 6 м и уклон более 8°, сформирован стабильный газон из сеяных травосмесей или уложенной дернины с сомкнутостью травостоя не менее 60%;
- грунтовые воды в песчаных карьерных выемках в июле–августе должны находиться на глубине 0,5–1,5 м, в суглинистых грунтах – на глубине 1 м и более;
- днища и откосы карьерных выемок, с остаточной толщиной песка над уровнем грунтовых вод более 1,5 м, покрыты торфопесчаной смесью или плодородной почвой слоем не менее 10 см;
- карьерные выемки, размещенные на склонах водосборов, ограждены с нагорной стороны водоотводящими валиками или канавами;
- карьерные выемки должны иметь съезды с уклоном не более 15°, исправные подъездные пути.

5.3. Дополнительные требования, обусловленные последующим целевым использованием земель

5.3.1. Участки, намечаемые под сельскохозяйственные угодья

При рекультивации участков, предназначенных под сельскохозяйственное использование, помимо общих требований (раздел 5.1), предусматривается выполнение следующих условий:

- уровень грунтовых вод в первой декаде июля должен находиться не ближе 1 м для пахотных земель и не менее 0,5 м для непойменных сенокосов;
- на выработанных торфяниках мощность придонного (защитного) слоя торфа в осушенном состоянии составляет не менее 0,5 м;

5. Требования к землям, рекультивированным после механического нарушения, нефтяного и солевого загрязнения

- полная очистка участка от всех видов захламленности, отсутствие ям, рытвин, валов земли, склонов более 10°, других преград и препятствий для сельскохозяйственных машин и орудий;
- при использовании рекультивированных участков под пашни, культурные сенокосы, требующих землевания, качество и толщина насыпаемого плодородного слоя почвы в подзоне южной тайги, предлесостепи и лесостепи должны удовлетворять требованиям ГОСТ 17.5.3.05–84 и ГОСТ 17.5.3.06–8;
- в северной и средней тайге мощность плодородного слоя почвы, обогащенного органическим веществом и гумусом, должна быть не менее 15 см для сенокосов и не менее 25 см для пашен;
- проведение интенсивной фитомелиорации путем выращивания злаковых и бобовых культур для формирования корнеобитаемого слоя, обогащенного органическими веществами.

5.3.2. Карьерные выемки и торфяные выработки, намечаемые под поверхностные водоемы

Требования к рекультивации карьерных выемок и торфяных выработок, используемых для создания водоемов, помимо общих требований, изложенных в разделе 5.1, должны включать:

- по возможности комплексное использование водоемов – для природоохранных, рыбоводческих, рекреационных целей и пожарных водоемов;
- глубина водоема общего водохозяйственного назначения должна составлять не менее 1 м. При рыбохозяйственном использовании водоема уровень стояния вод над днищем выемки составляет не менее 2 м, а площадь литоральной зоны – не менее 25% площади водного зеркала при экскаваторном способе разработки и не менее 10% – при гидромеханизированном способе разработки;
- днища очищены от древесины и пней; снят плодородный слой почвы;
- водоемы оборудованы подъездными путями и другими элементами благоустройства в соответствии с утвержденным проектом;
- на выработанных торфяниках мощность придонного слоя торфа – не менее 0,15 м;
- береговые склоны помимо создания травяных газонов дополнительно укреплены либо посадкой ив (не менее 5 тыс. шт./га); либо набивкой укрепительных кольев, деревянных или бетонных свай; или укладкой сплошных и ячеистых бетонных плит, другими устройствами.

5.3.3. Участки, намечаемые под рекреацию

Требования к рекультивации земель при рекреационном использовании, помимо общих требований, изложенных в разделе 5.1, должны включать:

- вертикальную планировку территории с минимальным объемом земляных работ;
- обеспечение стабильности грунтов при строительстве сооружений для отдыха и занятия спортом.

Проектирование, строительство и эксплуатация зон рекреации водных объектов для организованного массового отдыха и купания должно проводиться в соответствии с требованиями ГОСТ 17.1.5.02–80 и с учетом требований, предусмотренных при лесохозяйственном и водохозяйственном направлениях.

5.4. Дополнительные требования к землям, рекультивированным после загрязнения нефтью и химическими веществами

Приемка земель осуществляется не ранее чем через 2 года с момента загрязнения и не ранее чем через 1 год с момента формирования на участке стабильного живого напочвенного покрова, подтверждающего отсутствие факторов, ограничивающих произрастание растений и фитомелиорацию почв. При приемке загрязненных земель должны быть выполнены следующие требования:

- сохранен естественный или сформирован искусственный микрорельеф, позволяющий использовать участок по целевому назначению;
- содержание в почве нефти и загрязняющих химических веществ^{*}, согласно результатам химического анализа проб, не превышает утвержденных норм их ПДК и ОДК для почв. При отсутствии норм ПДК (ОДК) неорганических и органических соединений для почв и грунтов, ОДК не превышает фоновое содержание химических веществ в почве[†];

^{*} По решению Рабочей Комиссии могут быть назначены для определения приоритетные вещества, загрязняющие почву.

[†] Для неосвоенных лицензионных участков недр это могут быть показатели исходного качества окружающей среды. При этом определяется содержание всех возможных, при планируемых технологиях, загрязняющих веществ на основе аналогов.

5. Требования к землям, рекультивированным после механического нарушения, нефтяного и солевого загрязнения

- общее содержание водорастворимых токсичных солей (CO_3^{2-} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+) в верхнем плодородном слое почвы – не более 0,2 %;
- остаточное содержание в почве нефти и продуктов ее трансформации на момент сдачи участка не превышает величин регионального норматива (приложение 5);
- сохранен естественный или сформирован новый живой напочвенный покров из многолетних видов трав и кустарников, адаптированных к данным климатическим и почвенным условиям с проективным покрытием почвы не менее 60% на автоморфных почвах (плакорные территории) и не менее 40% на гидроморфных почвах (болота и заболоченные земли);
- суммарная площадь зон с проективным покрытием почвы травами ниже требуемого значения составляет не более 20% общей площади принимаемого участка;
- по периметру участка выставлены аншлаги, предупреждающие об опасности сбора ягод, грибов, других дикоросов, сенокошения и выращивания продуктов питания и корма для животных на данной территории.

6.

РЕМЕДИАЦИЯ ЛЕСНЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ

6.1. Сукцессии лесных фитоценозов

В отличие от аграрных культур, возделываемых в течение одного-, максимум двух–трех вегетационных периодов, лесные сообщества формируются десятки и сотни лет, проходя принципиально разные состояния, часто со сменой главных лесобразующих (эдикаторных) пород. Поэтому даже разновозрастные леса, возникшие в одинаковых лесорастительных условиях, – «не есть что-либо однородное не только в пространстве, но и во времени» [66]. «Чтобы иметь возможность управлять изменениями биогеоценозов, необходимо разносторонне проанализировать наблюдаемую смену и выделить причины, ее вызывающие, оценив значение каждой из них» [131].

Б. А. Ивашкевич [58] исходил из представления о лесе как о «природном географическом явлении, находящемся в состоянии непрекращающегося развития и изменения». Продолжительность лесообразовательного процесса (возраст естественной спелости) определяется географическими условиями и биологическими особенностями лесобразующих пород. Для березняков и осинников он составляет 80–100 лет, сосняков, ельников, пихтарников – 150–250 лет. Полный цикл возрастного развития одного поколения кедра сибирского (от возникновения до полного распада) в составе древостоев «девственных» таёжных кедровников Западной Сибири охватывает 240–280 лет и разделяется примерно на 7 последовательно сменяющихся стадий развития [121, 122]. Согласно Б. П. Колесникову, «каждая стадия развития характеризуется не только определенным комплексом жизненных превращений и таксационных показателей деревьев главной лесобразующей породы, но и специфическими особенностями всех остальных компонентов во всех ярусах насаждения в целом» [65, 67].

6.2. Сукцессии условий произрастания

Сукцессии лесных экотопов менее заметны, чем изменения фитоценозов, но они определяют более радикальные изменения лесов [130]. Сравнительно недавно (5 тыс. лет) оледенение Западно-Сибирской равнины вызвало практически полное уничтожение доледниковой флоры и фауны и создало новые матрицы экотопов для формирования современных зон растительности от тундры до безлесных степей. В послеледниковый период циклические изменения климата определяли приоритетность хвойных или лиственных лесов, пиропитных или редко прогораемых ценозов.

Пески, транспортируемые ледниковыми и речными потоками, не оставались в пределах речных долин. Они перемещались пыльными бурями на плакорные территории, формируя гривы и увалы различной высоты на надпойменных террасах или двучленные почвы на более отдаленных пространствах. Толща песчаных отложений стала важнейшим фактором в формационном расселении лесов. Песчаные увалы и гривы осваивались преимущественно сосной обыкновенной. Двучленные почвы с толщей покровных песков менее 1 м были одинаково пригодными для формирования коренных типов сосны обыкновенной, темнохвойных и лиственных пород.

За пределами южной границы оледенения сохранились доледниковые комплексы почв разной степени засоления и солонцеватости. Наряду с сухостью климата они определили южную границу ареалов ели, сосны кедровой сибирской, пихты, лиственницы и других чувствительных к засолению почв видов, создали условия для формирования березово-осиново-ивняковых колков.

По мере смыкания растительного покрова и прекращения перевевания песков главным фактором закрепления территорий на сроки в несколько поколений лесобразующих пород стали лесные пожары.

Наряду с катастрофическими лесными пожарами сукцессии биотопов определялись и ценотическими факторами. В условиях прохладного климата наползание из заболоченных западин сфагновых мхов стало причиной заболачивания соседних плакорных опушек тайги, темпы которого в Западной Сибири в настоящее время составляют 16 тыс. га в год [16, 83, 93]. Длительное господство хвойных сопровождается оподзоливанием почв.

6.3. Теоретические основы ремедиации лесных насаждений

По мнению древних философов, «в одну и ту же реку нельзя войти дважды». Поэтому и ремедиация лесных биогеоценозов, понимаемая как восстановление их до «исходного состояния», в течение одного поколения леса маловероятна. В. Н. Седых [118, 120] отмечает, что лесовосстановительные «мероприятия должны осу-

ществляться в течение нескольких возрастных этапов лесообразовательного процесса, пока не будут созданы лесные насаждения, подобные тем, которые были до рубки, пожара или разрушения другим фактором».

Приведение лесов Западной Сибири в состояние, присущее коренным лесным экосистемам, сформировавшимся в процессе тысячелетий, – практически невыполнимая задача. Ремедиация остро необходима в экстремальных ситуациях лесообразовательного процесса, когда может начаться необратимая деградация фитоценоза или экотопа. Ее актуальность, эффективность и рентабельность определяются уровнем освоенности лесов и зонально-типологическими условиями.

Лесотундровые редколесья и плакорные притундровые леса в силу естественной редкостойности обычно не нуждаются в корректировке структуры молодняков и средневозрастных насаждений. Остро необходима ремедиация спелых и перестойных интразональных лесов приречных долин, не способных обновляться без огневого разрушения.

Хвойные молодняки северной и средней тайги слабо подвержены конкуренции травяного покрова и лиственных пород. Из-за бедности таежных почв, дефицита тепла послерубочная и послепожарная смена пород в плакорных лесах менее вероятна. Поэтому здесь можно ограничиться минимальным количеством агротехнических и более поздним началом лесоводственных уходов.

Наиболее остро нуждаются в ремедиационных мероприятиях леса *южной тайги, предлесостепи и лесостепи*. Во второй половине XX в. они подверглись ширококомасштабным сплошнолесосечным рубкам, вызвавшим массовую смену хвойных насаждений березняками и осинниками. В последние 50 лет приспевающие и спелые хвойные леса не один раз пройдены выборочными, по существу приисковыми, рубками промежуточного пользования.

Термин «ремедиация» в природоохранной литературе употребляют преимущественно по отношению к почвам, регулярно подвергавшимся механической обработке, для которых характерен сформировавшийся пахотный горизонт с негативными агрохимическими характеристиками. В лесном хозяйстве термин «ремедиация» рассматривается в более широком смысле и подразумевает восстановление высокопродуктивных коренных типов леса с их гидрологическим режимом, плодородием почв и естественным биоразнообразием.

Методы ремедиации лесных почв без нарушения их естественного сложения практически не разработаны. На лесных участках, подвергшихся полному разрушению почв в результате срезки плодородных горизонтов, засыпки их песком, сильного нефтяного или солевого загрязнения, некорректно говорить о ремедиации биогеоценозов. На таких участках речь может идти о рекультивации почвы, кото-

рая должна обеспечить восстановление лесного участка до состояния, пригодного для выращивания насаждений коренного типа леса. Если коренное насаждение не становится идеальным вариантом, можно планировать реконструктивные и мелиоративные мероприятия, затраты на которые компенсируются за счет дополнительной прибыли от нового, более продуктивного фитоценоза.

В лесах эксплуатационного назначения многие участки уже давно расстроены лесными пожарами, некорректными рубками, инвазиями вредных насекомых. Поэтому нелогично требовать от виновника последнего нарушения восстановления лесного биогеоценоза до *исходного неудовлетворительного* состояния. Это убыточная трата труда и средств.

Основными задачами *ремедиации дендроценозов эксплуатационного назначения* являются: *предотвращение нежелательных смен главных лесообразующих пород, улучшение породного состава, повышение продуктивности и устойчивости древостоев; сокращение сроков выращивания и получение дополнительных лесных ресурсов; сохранение и усиление средозащитных, водоохраных, санитарно-гигиенических и других полезных функций лесов.*

Ремедиация эксплуатационных дендроценозов – повседневная задача лесоводства на гарях и вырубках, безупречных с экологической точки зрения. В *таежной зоне* ремедиационные мероприятия в сомкнувшихся насаждениях заключаются в регулировании их видового состава рубками ухода или с помощью арборицидов. Очередность их назначения устанавливается в зависимости от лесоводственной потребности в уходе, обусловленной особенностями лесорастительных условий, состоянием насаждений и целевым назначением лесов (приложение 6).

В *подтайге и лесостепи* Западной Сибири ремедиационная коррекция лесных фитоценозов наряду с ограничением второстепенных пород должна предусматривать и *регулирование живого напочвенного покрова*. Наиболее радикальное ограничение конкуренции травяного покрова достигается обработкой почвы широкозахватными двухотвальными плугами или бульдозерами, срезающими плодородные горизонты почвы толщиной 10–20 см, сдвигающими их в сторону и формирующими минерализованные полосы, борозды, площадки, обедненные гумусом и лишенные органов вегетативного возобновления трав и листовых пород. Временное обеднение почв гумусом компенсируется потреблением азота, фосфора, калия из водоупорных прослоек и подстилающих суглинков, которое восстанавливается через 2–3 года после распространения поверхностных корней лесообразующих пород за пределы минерализованных полос и борозд.

При ремедиации смешанных молодняков и средневозрастных дендроценозов не допускается снижения сомкнутости и полноты древостоев менее 0,7. Это необ-

ходимо для ограничения развития под пологом травяного покрова, резко повышающего пожароопасность в ранневесенний период.

Основной лесоводственный уход должен быть направлен на предотвращение смены хвойных лесов низкотоварными березняками и осинниками. Он представляет собой единую систему мероприятий, обеспечивающих выход хвойных молодняков из травяного покрова и исключают угнетение их березой и осинкой.

Программы ремедиации насаждений *эксплуатационного назначения* предусматривают выполнение следующих правил:

1. После перевода молодняков в лесопокрытую площадь и отнесения их к *ценным лесным насаждениям* такие участки должны учитываться в *отдельном реестре* с регулярным дополнением его результатами всех проводимых видов ухода.

2. На участках ценных лесных насаждений *главная порода должна постоянно занимать доминирующее положение*.

3. Каждый последующий уход должен расширять жизненное пространство лучших (целевых) деревьев как минимум на период до следующего приема рубок ухода, обеспечивать их постоянное доминирующее положение в насаждении.

4. Для предотвращения деградации мохового покрова, буйного развития под пологом насаждений злаковой растительности, повышающей пожароопасность в весенний период, относительная полнота древостоя в любом возрасте должна быть не менее 0,7.

Желательно, чтобы режим формирования средневозрастных, приспевающих и спелых насаждений соответствовал динамике самоизреживания насаждений с полнотой 1,0, допуская уменьшение запаса, количества деревьев и полноты главного яруса не более чем на 30%. При такой интенсивности ухода лучшие (перспективные) деревья компенсируют накопление стволовой древесины за счет расширения их жизненного пространства.

Прореживания должны обеспечить равномерное размещение деревьев, доращиваемых до заключительной рубки. Если площадь питания одного дерева в спелом сосновом насаждении составляет в среднем 30 м², то для 2-х деревьев, находящихся на расстоянии менее 3 м друг от друга, она должна составлять не менее 50 м², для 3-х – не менее 80 м². Максимальная ширина прогалин не должна превышать средний диаметр корневых систем деревьев главной породы в возрасте технической спелости.

Восстановление плодородия почв в эксплуатационных лесах, ориентируемых на монокультуры хвойных пород, теоретически можно достичь ротацией хвойных и лиственных насаждений. Однако производственный опыт такой целевой ремедиации лесных почв практически отсутствует.

7.

РЕМЕДИАЦИЯ ПРИТУНДРОВЫХ ЛЕСОВ

7.1. Природные особенности притундровых лесов

Притундровые леса расположены в условиях крайне холодного климата на мерзлотно-таежных почвах и существенно отличаются от таежных лесов. Естественное развитие притундровых лесов происходит по пирогенному типу. Исключительно медленное разложение мертвого опада сопровождается формированием грубого гумуса, заторфовыванием почв, накоплением огромного количества горючих материалов в виде лесной подстилки, торфа и лишайников. Периодически, по мере наступления засушливых лет, притундровые леса подвергаются обширным пожарам, которые, разрушая древостои и устраняя толстые слои лесной подстилки и лишайников, являются пусковым механизмом естественного обновления спелых и перестойных насаждений. Для исключения хозяйственного и экологического ущерба от стихийных пожаров крайне актуально заменить пирогенное возобновление притундровых лесов рубками обновления с научно обоснованными методами подготовки субстрата для самосева.

Редкие и слабые урожаи семян хвойных пород, их пониженная всхожесть определяют низкую интенсивность и растянутость во времени процессов естественного лесовозобновления и разновозрастность древостоев. Невысокая конкурентная способность лиственных пород и травянистой растительности под пологом древостоев, на вырубках и гарях обуславливает значительную продолжительность периода эффективного накопления самосева хвойных пород.

Поражают резкие различия между лесами водораздельных пространств (плакоров) и азональными припойменными лесами. Плакорные леса – низкорослые, низкополнотные, запас спелых древостоев не превышает $100 \text{ м}^3/\text{га}$. В припойменных лесах средняя высота древостоев достигает 20 м, полнота – 0,4–0,8, запас – до

250 м³/га. В них сильнее выражена необходимость регулируемого обновления и выше его экологическая и экономическая рентабельность.

Из формаций в составе земель лесного фонда абсолютно преобладают лиственничники (79%). На долю ельников, сосняков и кедровников приходится соответственно 16,6; 2,1 и 2,2% площади. В возрастной структуре темнохвойных лесов преобладают древостои V и VI классов возраста и почти полностью отсутствуют древостои старше VIII класса возраста.

Недостаток тепла и мерзлотность почв определяют поверхностное размещение, высокую сомкнутость корневых систем деревьев, и, соответственно, интенсивную корневую конкуренцию даже при относительно небольшой полноте древостоев и сомкнутости крон. Поэтому при распределении насаждений по полнотам следует руководствоваться следующими критериями: низкополнотные – 0,3–0,4; среднеполнотные – 0,5–0,6; высокополнотные – 0,7 и выше.

Повышенная ветровая активность в регионе требует особо осторожного разреживания наиболее продуктивных сомкнутых насаждений, чтобы не вызвать их распада вследствие ветровала. Редколесья относительно устойчивы к ветрам благодаря далеко простирающейся поверхностной корневой системе деревьев.

Слабая освоенность и трудная доступность земель лесного фонда, небольшие запасы ликвидной древесины на единице площади, ограниченность трудовых и финансовых ресурсов не позволяют в ближайшее время охватить рубками обновления все нуждающиеся в них насаждения притундровых лесов. В связи с этим проведение рубок обновления в ближайшее время реально в наиболее продуктивных лесах с полнотой 0,5 и выше. Исходя из этих критериев, площадь насаждений, нуждающихся в первоочередных рубках обновления в притундровых лесах Западной Сибири, составляет почти 300 тыс. га, или около 20% площади спелых и перестойных насаждений.

Более половины насаждений, нуждающихся в первоочередных рубках обновления, обеспечены подростом лиственницы, сосны, ели и кедра в количестве, достаточном для формирования древостоев с преобладанием в составе хвойных пород. Подпологовый подрост и молодняк успешно адаптируются после удаления древостоя и должны использоваться в качестве основы для формирования нового поколения леса.

Основным фактором, затрудняющим сопутствующее и последующее естественное возобновление лиственницы, сосны и ели, является мохово-лишайниковый покров и торфянистые горизонты почвы толщиной более 15 см. Для успешного по-

явления и выживания всходов хвойных пород обязательна минерализация почвы огнем или механическими способами. Нарушение мохово-лишайникового покрова нежелательно только при уходе за кедровниками, так как покров из мхов является благоприятной средой для «захоронения» орешков кедровой, для их прорастания и развития всходов кедра.

В связи с изменением климата наблюдается тенденция к увеличению в составе притундровых лесов древостоев с преобладанием сосны и кедра. Рубки обновления должны способствовать обогащению лиственничных лесов сосной, кедром, елью.

7.2. Очередность и принципы назначения ремедиации

Ремедиация перестойных, спелых и приспевающих притундровых лесов выполняется путем создания благоприятных условий для роста молодых перспективных деревьев, имеющих в насаждении или появляющихся в результате рубок обновления и содействия естественному лесовозобновлению в древостоях, в которых главные породы с долей участия не менее 30% достигли перестойного возраста или достигнут его по окончании цикла ремедиационных мероприятий [156].

В современных экономических условиях ремедиация остро необходима и рентабельна в наиболее продуктивных типах лесорастительных условий: сухих периодически свежих (кроме сосняков лишайниковых), свежих периодически влажных и влажных периодически сырых (табл. 32).

Таблица 32. Хозяйственные группы типов леса для первоочередного назначения ремедиационных мероприятий

| Группа типов леса | Характер увлажнения почв | Тип леса (по Е. П. Смолоногову) |
|----------------------------|-----------------------------|--|
| Кустарничково-лишайниковая | Сухие периодически свежие | Кустарничково-лишайниковый |
| Зеленомошно-брусничная | Свежие периодически влажные | Зеленомошно-ягодниковый, зеленомошно-мелкотравно-водяниковый, багульниково-брусничный |
| Кустарничково-моховая | Влажные периодически сырые | Бруснично-багульниково-моховой, голубично-бруснично-моховой, хвощево-зеленомошный, пойменный |

В группу первой очередности ремедиации назначают насаждения, обеспеченные подростом хвойных пород в достаточном количестве (табл. 33).

Таблица 33. Шкала оценки обеспеченности подростом хвойных пород насаждений притундровых лесов, подлежащих ремедиации

| Лесо-образующие породы | Типы лесорастительных условий (группа типов леса) | Количество жизнеспособного подроста в пересчете на средний, тыс. шт. / га, со встречаемостью не менее 60% | |
|---|---|---|-------------|
| | | недостаточное | достаточное |
| Лиственница сибирская, сосна обыкновенная | Сухие периодически свежие (кустарничково-лишайниковая) | 1–2 | > 2 |
| | Свежие периодически влажные (зеленомошно-брусничная) | 1–3 | > 3 |
| | Влажные периодически сырые (кустарничково-моховая) | 1–2 | > 2 |
| Ель сибирская, кедр сибирский | Кустарничково-лишайниковая, зеленомошно-брусничная, кустарничково-моховая | 1–2 | > 2 |

Примечание. При меньшей и большей высоте подроста применяют коэффициенты перевода, равные соответственно 1,5 и 0,8. Подрост считается мелким, если экземпляры высотой до 0,5 м составляют более 60% общего их количества, и крупным, если экземпляры высотой более 1,5 м составляют более 30% общего количества.

Группу второй очередности образуют древостои с полнотой более 0,5, недостаточно обеспеченные подростом сосны, ели, кедра, лиственницы (см. табл. 33) в тех типах леса, в которых с помощью простейших мер можно обеспечить последующее возобновление этих пород.

К третьей группе очередности ремедиации относят древостои с полнотой более 0,5, не вошедшие в группу первой и второй очередности, а также насаждения полнотой 0,3–0,4 и редины без подроста, где рубкам обновления обязательно будут предшествовать мероприятия по содействию естественному возобновлению леса.

Методы ремедиации назначают в зависимости от биологических особенностей главной породы (отдельно для светлохвойных, еловых и кедровых лесов), полноты, возрастной и ярусной структуры древостоя (наличия деревьев 2-го яруса или младших поколений), успешности возобновления главных пород, типа леса и лесорастительных условий, устойчивости древостоя к ветровалу и бурелому. Методы ремедиации сочетают методы рубок обновления с необходимыми мерами лесовосстановления, при проведении которых основное внимание уделяется макси-

мальному использованию природного возобновительного потенциала насаждений: сохранению подроста предварительных генераций и созданию благоприятных условий для сопутствующего и последующего естественного возобновления хвойных пород.

В зависимости от метода рубки, соответствующего природным особенностям участков леса (биогеоценозов), в производственную проверку включают следующие методы *ремедиации*:

- Выборка перестойных деревьев за 3 приема и последующий уход за подростом (*трехприемная рубка обновления с уходом за подростом*).
- Выборка перестойных деревьев за 2 приема и уход за подростом (*двухприемная рубка обновления с уходом за подростом*).
- Выборка за 2 приема деревьев перестойного поколения разновозрастных древостоев и уход за более молодыми поколениями (*рубка обновления с уходом за неспелым поколением разновозрастных древостоев*).
- Полосная выборка перестойных деревьев, содействие сопутствующему и последующему естественному лесовозобновлению (*рубка обновления полосная с содействием естественному лесовозобновлению*). Обновление проводится в двух вариантах: с шириной полос 25 и 50 м (для последующей сравнительной комплексной оценки).

Следующий заруб отводят только после того, как на делянках предыдущего заруба естественное возобновление или культуры обеспечили возможность перевода участка в категорию *ценных лесных насаждений*, в крайнем случае – в категорию *покрытых лесом земель*, а средняя высота нового поколения (подроста или культур) превысила 0,5 м.

7.3. Ремедиация лиственничных и сосновых лесов

Основные нормативы и методы *ремедиации* в притундровых сосновых и лиственничных (чистых и смешанных) лесах на свежих периодически влажных почвах (лиственничники и сосняки кустарничково-лишайниковые, зеленомошно-ягодниковые, зеленомошно-мелкотравные) с полнотой древостоев 0, 4–0, 6 приведены в табл. 34.

Таблица 34. Методы ремедиации лиственничных и сосновых притундровых лесов Западной Сибири (базовая модель)

Группы типов леса на сухих периодически свежих и свежих периодически влажных почвах – лиственничники и сосняки кустарничково-лишайниковые, зеленомошно-мелкотравные, зеленомошно-ягодниковые. Полнота древостоев – 0,4–0,6

| Возрастная структура древостоя | Подрост и 2-й ярус хвойных пород | Возраст начала обновления, лет | Метод рубки обновления и способ лесовозобновления | Нормативы рубок обновления | | | | | | Метод ремедиации | |
|--------------------------------|--|--------------------------------|--|--|---|---|--|---------------------------------------|---|------------------|---|
| | | | | максим. площадь, га: лесосечных полос комплексных лесосек | ширина длина лесосечных полос, м | ширина кулис при первом зарубе, м | примыкание размещение комплексных лесосек | сроки при- мыка- ния, лет | интенсивность рубки на полосе, % запаса | | кол-во приемов на лесосечной полосе |
| Одно-возрастная | Подрост в достаточном кол-ве | 161 | Равномерный выборочный с сохранением подроста | $\frac{1,5-2,0}{20}$ | $\frac{75}{200-250}$ | 75 | Непосредственное Чп-Шх | 15–20 | 40–50 | 2 | 1ЛС |
| | Подрост отсутствует или в недостаточном кол-ве | 141 | Котловинный, полосный с СПЕВ или созданием ЛК | $\frac{0,6}{10}$ | $\frac{50}{125}$ | 150 | Непосредственное Чп-Шх | 20–25 | 100 | 1 | 2.1ЛС |
| | | | | $\frac{0,3}{10}$ | $\frac{25}{125}$ | 75 | Непосредственное Чп-Шх | 20–25 | 100 | 1 | 2.2ЛС |
| Разно-возрастная | 2-й ярус (младшие поколения) | 161 | Выборочный с сохранением 2-го яруса (более молодого поколения) | $\frac{1,5-2,0}{20}$ | $\frac{75}{200-250}$ | 75 | Непосредственное Чп-Шх | 15–20 | 35–40 | 2 | 3ЛС |

Примечания:

1. В нерестоохраненных лесах, в водоохраненных зонах по берегам рек, на особо защитных участках лесов и в типах лесов на влажных периодически сырых почвах (лиственничники и сосняки – голубично-бруснично-моховые, хвоцево-зеленомошные и пойменные), а также во всех древостоях с полнотой 0,7 и выше, число приемов рубки увеличивается на один с соответствующим снижением интенсивности приемов рубок.

2. Древостои с полнотой ниже 0,4 и достаточным количеством подроста вырубятся в 1 прием. Методы рубок и параметры деленок такие же, как в "базовой модели". В древостоях без подроста за 15 лет до рубки проводится содействие естественному лесовозобновлению.

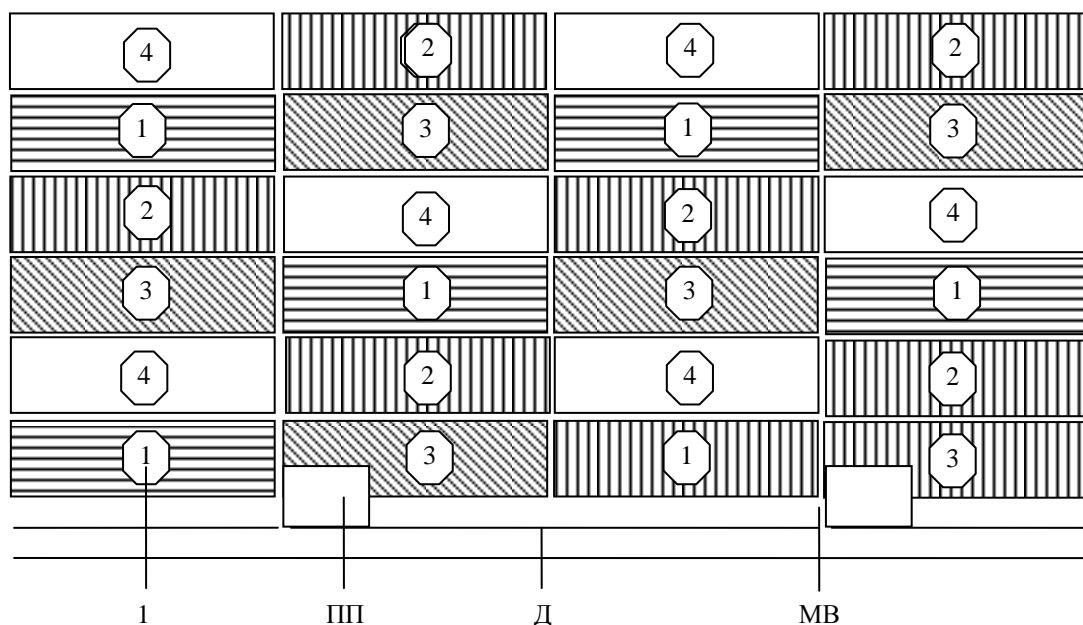
Условные обозначения: ЛК – лесные культуры, СПЕВ – содействие последующему естественному возобновлению главных пород, Чп-Шх – чересполосно-шахматное размещение лесосечных полос в пределах комплексной лесосеки

В одновозрастных лиственничных и сосновых лесах с достаточным количеством подроста хвойных пород рекомендуются зимние двухприемные рубки обновления с равномерной выборкой деревьев и обязательным сохранением подроста (вариант 1ЛС) путем применения узкопосечной технологии разработки лесосек с трелевкой деревьев за вершину. Ширина пасек равна полуторной средней высоте древостоя (25 м); ширина лесосечных полос – тройной ширине пасек (75 м), их длина – 200–250 м. Направление лесосечных полос – с севера на юг при чересполосно-шахматном размещении их в пределах комплексных лесосек. В одновозрастных древостоях сосны и лиственницы старше 140-летнего возраста, под пологом которых жизнеспособный подрост отсутствует или его количество недостаточное, назначаются полосные рубки с содействием последующему естественному возобновлению (СПЕВ) сосны и лиственницы (см. табл. 34, варианты 2.1ЛС и 2.2ЛС).

Экологическим основанием назначения полосных (котловинных) рубок для лиственницы сибирской и сосны обыкновенной являются: светолюбие их подроста, его неспособность длительно переносить сильную в условиях притундровой зоны корневую конкуренцию древостоя. Кроме того, для успешного последующего возобновления сосны и лиственницы необходима интенсивная механизированная обработка почвы, которая возможна лишь после рубки древостоя.

Лесосечные полосы отводят в двух вариантах: с шириной 50 м и 25 м и длиной 125 м (площадь – 0,6 и 0,3 га) с чересполосно-шахматным размещением в пределах комплексных лесосек (рис. 7). Направление рубки (примыкания) – с востока на запад. В результате отведения 4-х зарубов обновления в комплексе с интервалом между ними 20–25 лет через 60–75 лет обеспечивается формирование мозаичной (шахматной) ступенчато-разновозрастной структуры древостоя (варианты 2.1ЛС и 2.2ЛС).

В разновозрастных древостоях (или в календарно одновозрастных смешанных древостоях с породами, характеризующимися различным возрастом спелости) с достаточной долей участия жизнеспособных деревьев младших возрастных поколений (не менее 30% по числу деревьев) при равномерном или групповом размещении деревьев старших поколений назначается двухприемная рубка обновления соответственно с равномерной или групповой выборкой с сохранением деревьев младших поколений (см. табл. 34, вариант 3ЛС).



Условные обозначения:

①–④ – очередность зарубов лесосечных полос; МВ – магистральный волок;
 ПП – погрузочный пункт; Д – дорога.

Рис. 7. Очередность освоения комплексной лесосеки рубками обновления

Метод отбора деревьев в рубку – преимущественно верховой (по возрасту) или комбинированный. В первую очередь удаляют перестойные, угнетенные (IV–V классов роста), фаутные и сухостойные деревья. Ширина и длина пасек и лесосечных полос – те же, что и в варианте 1ЛС, но интенсивность приемов уменьшается до 25–30% с таким расчетом, чтобы после завершения цикла обновления полнота древостоя младших поколений была не ниже 0,3. В связи с тем, что рубка обновления во всей комплексной лесосеке завершается за 30–40 лет, возраст начала обновления определяется в 161 год (см. табл. 34).

7.4. Ремедиация перестойных кедровников

Основные нормативы и методы *ремедиации* кедровников на дренированных свежих и свежих периодически влажных почвах (кедровники кустарничково-лишайниковые, зеленомошно-ягодниковые) с древостоями исходной полноты 0,4–0,6 приводятся в табл. 35.

Таблица 35. Нормативы и методы ремедиации кедровых притундровых лесов Западной Сибири (базовая модель)

Группы типов леса на свежих периодически влажных почвах – кедровники кустарничково-лишайниковые, зеленомошно-ягодниковые. Полнота древостоев – 0,4–0,6.

| Возрастная структура древостоя | Подрост и 2-й ярус хвойных пород | Возраст начала обновления, лет | Метод рубки обновления и способ лесовозобновления | Нормативы рубки обновления | | | | | | | Метод ремедиации |
|-------------------------------------|--|--------------------------------|--|---|---|---|---|-----------------------------|--|---|------------------|
| | | | | макс. площадь, га: лесосечных полос комплексн. лесосек | ширина длина лесосечных полос, м | ширина кулис при первом зарубе, м | примыкание размещение лесосечных полос | сроки примыкания, лет | интенсивность рубки на поло- се (% запаса) | количество приемов на лесосечн. полосе | |
| Условно одно- возрас- тная | Подрост в достаточном кол-ве | 141 | Выборочный с сохранением подроста | $\frac{1,5-2,0}{10}$ | $\frac{75}{200-250}$ | 75 | Непосредственное Чп-Шх | 20-25 | 30-35 | 3 | 1К |
| | Подрост отсутствует или в недостаточном кол-ве | 240 | Котловинный, полосный с СПЕВ или созданием ЛК | $\frac{0,3}{3}$ | $\frac{25}{125}$ | 75 | Непосредственное Чп-Шх | 20-25 | 100 | 1 | 2К |
| Разно- возрас- тная | 2-й ярус (младшие поколения) | 161 | Выборочный с сохранением 2-го яруса (более молодого поколения) | $\frac{1,5-2,0}{10}$ | $\frac{75}{200-250}$ | 75 | Непосредственное Чп-Шх | 15-20 | 35-40 | 2 | 3К |

Примечания:

1. В нерестоохраняемых лесах, в водоохраняемых зонах по берегам рек, на особо защитных участках лесов и в типах леса на влажных периодически сырых почвах (кедровники – бруснично-багульничково-моховые, голубично-бруснично-моховые, хвоцево-зеленомошные и пойменные), а также во всех древостоях с полнотой 0,7 и выше число приемов рубки увеличивается на один с соответствующим снижением интенсивности приемов рубок.

2. Древостои с полнотой ниже 0,4 с достаточным количеством подроста вырубается в 1 прием. Методы рубок и параметры деленок такие же, как в «базовой модели». В древостоях без подроста за 15 лет до рубки проводится содействие естественному лесовозобновлению.

Условные обозначения: ЛК – лесные культуры, СПЕВ – содействие последующему естественному возобновлению главных пород, Чп-Шх – чересполосно-шахматное размещение лесосечных полос в пределах комплексной лесосеки

В условно разновозрастных кедровниках при достаточном количестве равномерно или группами размещенного жизнеспособного подроста главных пород наиболее целесообразны трехприемные рубки обновления с равномерной выборкой деревьев и сохранением подроста (вариант 1К) путем применения узкопосечной технологии разработки лесосек.

Рубка проводится в зимний период с сохранением мохового покрова и подстилки, которые представляют собой благоприятный субстрат для размещения орешков кедровкой. Направление лесосечных полос – С–Ю, ширина кулис – 75 м. Длина лесосечных полос – до 200–250 м. Интенсивность приемов – 30–35%, интервал – 20–25 лет с завершением обновления за 30–40 лет на лесосечных полосах и за 80–125 лет на комплексной лесосеке в целом. Минимальный возраст начала обновления – 141 год.

В условно разновозрастных спелых и перестойных кедровниках (старше 280 лет), под пологом которых жизнеспособный подрост главных пород отсутствует или его количество недостаточное, назначают рубку деревьев (вариант 2К) лесосечными полосами шириной 25 м и длиной до 125 м. Содействие последующему возобновлению кедровки выполняется путем частичного сохранения ненарушенного или сдвинутого в валики напочвенного покрова (мохового и подстилки) для «захоронения» семян кедровки.

Если на лесосечной полосе в течение 10 лет возобновление хвойных и лиственных пород не произошло, создают лесные культуры. По неглубоким минерализованным полосам, проложенным лесным почвообрабатывающим орудием, рубка может проводиться круглый год, кроме весенне-летнего периода распутицы. В равномерно- или группово-разновозрастных кедровниках с полнотой младших поколений 1- и 2-го яруса кедровки и сопутствующих хвойных пород не менее 0,3 назначают рубки обновления с равномерной выборкой деревьев и с обязательными мерами по сохранению деревьев младших поколений и подроста (вариант 3К). Метод отбора деревьев в рубку – преимущественно возрастной верховой с первоочередным удалением перестойных деревьев сопутствующих пород, а в последнюю очередь – перестойных деревьев кедровки. Применяется узкопосечная технология разработки лесосек в зимний период. Ширина лесосечных полос и кулис – 75 м, длина – до 250 м при чересполосно-шахматном примыкании. Интенсивность приемов обновления 25–30% по запасу позволяет за 2 приема срубить перестойные (по классу возраста) деревья и сформировать древостой с преобладанием кедровки общей полнотой 0,3 и выше в возрасте не старше 280 лет, характеризующийся достаточно высо-

кими семенной продуктивностью, естественным возобновлением, устойчивостью и природоохранными функциями.

7.5. Ремедиация еловых лесов

Основные нормативы и методы ремедиации в лесах с преобладанием ели, в сухих периодически свежих и свежих периодически влажных группах типов леса (ельники кустарничково-лишайниковые, зеленомошно-ягодниковые, зеленомошно-мелкотравные), с древостоями исходной полноты 0,4–0,6 приведены в табл. 36.

В условно одновозрастных еловых лесах, под пологом которых имеется достаточное количество жизнеспособного подроста хвойных пород, целесообразны трехприемные рубки обновления с равномерной выборкой деревьев и обязательным сохранением подроста (вариант 1Е) путем применения узкопосечной технологии разработки лесосек преимущественно в зимний период. Направление лесосечных полос – С–Ю, ширина – 75 м, длина – до 200–250 м, ширина кулис между лесосечными полосами одного года – 75 м. Интенсивность приемов – 30–35%, повторяемость – 15–20 лет с завершением обновления на лесосечной полосе за 40–50 лет, на комплексной лесосеке – за 45–100 лет.

В одновозрастных и условно одновозрастных спелых и перестойных ельниках с отсутствием или недостаточным количеством жизнеспособного подроста главных хвойных пород рекомендуется обновление с полной полосной вырубкой старых деревьев. Полосные рубки (вариант 2Е) выполняются полосами шириной 25 м, длиной – до 125 м (площадь – до 0,25–0,3 га), с кулисами шириной 75 м. Направление лесосечных полос – С–Ю, обеспечивающее лучшую ветроустойчивость стен леса. Примыкание лесосечных полос – непосредственное, размещение их в пределах комплексных лесосек – чересполосно-шахматное. Направление рубки – с востока на запад. Рубка сопровождается интенсивным содействием последующему естественному возобновлению путем рыхления и минерализации поверхности почвы. Если за 10-летний срок не появляется достаточное количество самосева хвойных и лиственных пород, создаются культуры. При 20–25-летнем сроке примыкания (интервале между обновлениями на четырех делянках) в целом на комплексном участке обновление завершается за 60–75 лет с переформированием условно одновозрастного древостоя ели в разновозрастный.

Таблица 36. Нормативы и методы ремедиации еловых притундровых лесов Западной Сибири (базовая модель)

Группы типов леса на свежих и свежих периодически влажных почвах – ельники кустарничково-лишайниковые, зелено-мошно-ягодниковые, зеленомошно-мелкотравные. Полнота древостоев – 0,4–0,6

| Возрастная структура древостоя | Подрост и 2-й ярус хвойных пород | Возраст начала обл., лет | Метод рубки обновления и способ лесовозобновления | Нормативы рубки обновления | | | | | | | Метод ремедиации |
|--------------------------------|--|--------------------------|---|--|----------------------------------|-----------------------------------|--|------------------------|---|---|------------------|
| | | | | макс. площадь, га: лесосечных полос комплексн. лесосек | ширина длина лесосечных полос, м | ширина кулис при первом зарубе, м | примыкание размещение лесосечных полос | сроки при-мыкания, лет | интен-сивность рубки на полосе (% запаса) | количе-ство приемов на лесосечн. полосе | |
| Условно одно-возрастная | Подрост в достаточном кол-ве | 141 | Выборочный с сохранением подростка | $\frac{1,5-2,0}{10}$ | $\frac{75}{200-250}$ | 75 | Непосредственное Чп-Шх | 15–20 | 30–35 | 3 | 1Е |
| | Подрост отсутствует или в недостаточном кол-ве | 141 | Котловинный, полосный с СПЕВ или созданием ЛК | $\frac{0,3}{5}$ | $\frac{25}{125}$ | 75 | Непосредственное Чп-Шх | 20–25 | 100 | 1 | 2Е |
| Разно-возрастная | 2-й ярус (младшие поколения) | 161 | Выборочный с сохранением 2-го яруса | $\frac{1,5-2,0}{10}$ | $\frac{75}{200-250}$ | 75 | Непосредственное Чп-Шх | 15–20 | 35–40 | 2 | 3Е |

Примечания:

1. В нерестоохраняемых лесах, в водоохраняемых зонах по берегам рек на особо защитных участках лесов и в типах леса на влажных периодически сырых почвах (кедровники – бруснично-багульниково-моховые, голубично-бруснично-моховые, хвоцево-зеленомошные и пойменные), а также во всех древостоях с полнотой 0,7 и выше, число приемов рубки увеличивается на один с соответствующим снижением интенсивности приемов рубок.

2. Древостои с полнотой ниже 0,4 с достаточным количеством подростка вырубается в 1 прием. Методы рубок и параметры деленок такие же, как в "базовой модели". В древостоях без подростка за 15 лет до рубки проводится содействие естественному лесовозобновлению.

Условные обозначения: ЛК – лесные культуры, СПЕВ – содействие последующему естественному возобновлению главных пород, Чп-Шх – чересполосно-шахматное размещение лесосечных полос в пределах комплексной лесосеки

В равномерно- или группово-разновозрастных древостоях при наличии деревьев младших поколений (2-го яруса), общая полнота которых не менее 0,2–0,3 и которые должны заменить старшие поколения, назначается соответственно обновление с равномерной или групповой выборкой старых деревьев и с обязательными мерами по сохранению деревьев младших поколений (2-го яруса) и подроста главных пород (вариант 3Е). С этой целью применяется узкопасечная технология разработки лесосек.

Метод отбора деревьев в рубку – преимущественно верховой по возрасту. В первую очередь удаляют перестойные, фаутные и сухостойные деревья, а в следующий прием – угнетенные спелые (IV–V классов роста). Ширина пасек – 25 м, лесосечных полос и кулис – 75 м, их направление – С–Ю. Размещение чересполосно-шахматное. Направление рубки – С–Ю. Число приемов – 2–3, достаточное для полного обновления возрастной структуры древостоя при интенсивности рубки не более 35–40% в каждый прием. Обновление проводится с интервалом 15–20 лет и завершается в течение 15–20 лет на лесосечной полосе и за 30–40 лет – на комплексной лесосеке. Для сохранения достаточной продуктивности и ветроустойчивости древостоя минимальная полнота его оставшейся части после 1-го приема не должна быть ниже 0,4, а после окончательного – 0,3.

7.6. Отвод лесосек и технологии лесосечных работ

Все работы, связанные с рубками обновления, проводятся в соответствии с Проектом рубок ухода и Технологической картой. При этом, с учетом особенностей этого вида рубок, отграничение в натуре всех лесосечных полос проводится в процессе отвода комплексных лесосек первого года рубки, а на столбах вырубаяют «щеки» в количестве, равном числу смежных лесосечных полос.

Отвод комплексных лесосек осуществляется в соответствии с требованиями Наставления по отводу и таксации лесосек в лесах Российской Федерации [81]. При подготовительных работах проводятся: подготовка погрузочных пунктов и магистральных волоков; уборка вдоль дороги и по периметру погрузочного пункта опасных деревьев; разметка пасечных волоков.

Разработка комплексных лесосек осуществляется по узкопасечной технологии с выполнением в полном объеме требований Правил охраны труда (2015). Пни на погрузочном пункте и магистральных волоках спиливают заподлицо с поверхностью почвы. Погрузочные пункты по возможности устраивают в местах без подраста.

Разработку лесосечной полосы шириной 75 м с равномерной выборкой деревьев (см. табл. 34, 35 и 36 варианты 1ЛС, 3ЛС, 1Е, 3Е, 1К, 3К) выполняют тремя параллельными пасаками шириной 25 м, примыкающими под прямым углом к магистральному волоку. Лесосечные полосы шириной 50 м в лиственных и сосновых лесах и 25 м в кедровых и еловых лесах, выходящие под прямым углом к погрузочным пунктам, разрабатывают соответственно двумя или одной пасекой. Основная технология разработки комплексных лесосек – узкопасечная с сохранением подроста. При этом предпочтительна разработка технологических полос с валкой деревьев на 2 волока. Запрещается проведение лесосечных работ в весенне-летний период при переувлажненной почве.

Используется традиционная лесосечная техника – бензопилы и трелевочные тракторы с тросочерной оснасткой (ТТ-4М, ТДТ-55 или их аналоги). Замена указанных тракторов общепромышленными (без специального тракторного оборудования) не допускается. По согласованию с органами лесного хозяйства допускается применение систем машин на базе харвестеров и валочно-пакетирующих машин ЛП-19Б по технологиям, обеспечивающим сохранение подроста и не подлежащих рубке деревьев в технологических полосах пасек.

Оптимальная ширина пасек при средней высоте древостоя 15–20 м равна 25 м, ширина пасечных волоков – не более 5 м. Разработка пасек ведется от погрузочного пункта. Для лучшей ориентировки намеченные пасечные волоки можно обозначить протянутой по земле цветной лентой. В процессе разработки пасек в насаждениях с подростом дерева вначале валят на волоке и на одной полупасеке под углом не более 30° к волоку в направлении погрузочного пункта. Вершинки деревьев и сучья спиливают или обрубают, после чего хлысты трелюют за вершины строго по волоку на погрузочный пункт и укладывают в штабель. После завершения работ на первой полупасеке аналогичным образом разрабатывается вторая.

Трелевка проводится без разворотов тракторов на волоке. Развороты допускаются, когда расстояние движения трактора задним ходом превышает 100 м, и выполняются на участках без подроста. При рубках обновления в насаждениях без подроста и молодняка сваленные деревья трелюют за комель, что позволяет частично минерализовать почву в технологических полосах. Операция обрубки сучьев переносится на погрузочный пункт. Там же концентрируется основная масса порубочных остатков.

Одновременно с рубкой или сразу после нее проводится очистка мест рубок от порубочных остатков с целью обеспечения надлежащего санитарного и противопожарного состояния участков и создания необходимых условий для последующего возобновления главных пород или проведения лесокультурных работ. На участках зимних рубок после схода снежного покрова проводится их доочистка. В со-



став работ по очистке также входит освобождение подроста от завалов порубочными остатками и его оправка.

На погрузочных пунктах порубочные остатки собирают в кучи или в валы, размещенные параллельными рядами, с расстоянием между ними не менее 15–20 м. На пасаках с достаточным количеством подроста основную массу лесосечных отходов укладывают на волоки в кучи или равномерно распределяют по волоку и приминают гусеницами тракторов. На пасаках с недостаточным количеством подроста и без подроста порубочные остатки собирают на участках без подроста и оставляют на перегнивание или сжигают в пожаробезопасный период с целью частичной минерализации почвы. С той же целью лесосечные отходы можно сжигать на погрузочных пунктах.

7.7. Содействие естественному лесовозобновлению при ремедиации притундровых лесов

Содействие естественному лесовозобновлению является неотъемлемой частью мероприятий по ремедиации и осуществляется путем проведения следующих организационно-технических и лесоводственных приемов [100]:

- а) учет и оценка успешности естественного возобновления хозяйственно-ценных пород до рубки и на всех ее этапах;
- б) сохранение подроста и молодняка хвойных пород в процессе рубки, оправка их по завершении лесосечных работ;
- в) оставление источников обсеменения;
- г) установление года проведения очередного приема рубки обновления древостоев с учетом хода естественного возобновления на участках предыдущего приема рубки;
- д) определение сезона разработки лесосек с целью лучшего сохранения подроста или обеспечения определенного уровня минерализации почвы при лесосечных работах;
- е) рациональная очистка мест рубок от порубочных остатков с учетом последующих лесовосстановительных работ;
- ж) минерализация поверхности почвы, создание микрорельефа и напочвенного субстрата, оптимального для появления и выживания всходов древесных пород;
- з) противопожарное обустройство мест рубок.

Учет подпологового подроста и последующего самосева хозяйственно-ценных пород обязателен перед каждым приемом рубок обновления и после него.

Он проводится в соответствии с Рекомендациями по содействию естественному возобновлению хвойных пород в равнинных лесах Тюменской области [100].

На участках с достаточным количеством подроста хозяйственно-ценных пород (см. табл. 33) содействие естественному лесовозобновлению заключается в своевременном удалении старого древостоя и обеспечении сохранности подроста предварительной генерации путем: проведения рубки обновления в зимний период методом узких пасек; очистки мест рубок; прокладки минерализованных полос вокруг хвойных молодняков в сухих и свежих типах леса с целью защиты их от лесных пожаров.

На участках, недостаточно обеспеченных (по шкале табл. 33) хвойным подростом, рубки обновления также выполняются с сохранением подроста. На технологических полосах пасек в местах, лишенных подроста, после первого приема рубки степень минерализации почвы должна составлять 15–25%, на погрузочных пунктах – не менее 35%.

На участках с недостаточным количеством жизнеспособного подроста предварительной генерации предпочтение отдается узкополосным (котловинным) рубкам, при которых обеспечиваются нормальные условия для механизированной обработки почвы и лучшее выживание появляющегося самосева хвойных пород. Под пологом даже разреженных древостоев всходы в массе гибнут от корневой конкуренции взрослых деревьев. Разработку лесосек с недостаточным количеством подроста на свежих песчаных и супесчаных почвах следует намечать на летний период, чтобы без дополнительных затрат обеспечить необходимую минерализацию почвы на волоках и погрузочных пунктах. Лесосеки с суглинистыми почвами удобнее разрабатывать в начале зимнего периода при неглубоком снежном покрове.

Степень обнажения минерального слоя почвы должна составлять 25–30% общей площади участка. Сибирской лесной опытной станцией ВНИИЛМ научно обоснована обработка почвы минерализованными полосами небольшой (5–8 см) глубины, на которых всходы деревьев растут лучше, меньше подвержены морозному выжиманию. Этот метод применим под пологом леса и на свежих вырубках.

Разработано и широко опробовано в производственных условиях *лесное почвообрабатывающее орудие* (ЛПО), работающее по принципу клина, который раздвигает лесную подстилку, лишайниковый, моховой и кустарничковый покров, но не повреждает поверхностные скелетные корни деревьев. Орудие обнажает минеральные стабильно увлажненные горизонты почвы, благоприятные для прорастания семян, укоренения и роста самосева лесообразующих пород. С целью предотвращения сдувания семян деревьев ветром и обеспечения их естественной заделки



в почву на минерализованных полосах предусмотрена прокладка трех продольных бороздок глубиной 3–5 см.

Лесное почвообрабатывающее орудие защищено патентом № 117245. Оно впервые решает проблему содействия естественному лесовозобновлению на мерзлотных почвах притундровых лесов, где корневые системы деревьев размещаются непосредственно под лесной подстилкой, заглубляются в минеральные горизонты не более чем на 20 см, и где обрыв скелетных горизонтальных корней традиционными лесными плугами сопровождается ветровалом деревьев-обсеменителей.

Минерализация поверхности лесных почв с помощью ЛПО без повреждения поверхностных скелетных корней деревьев позволяет сохранить продуктивность и защитные функции древостоев, в которых проводится содействие естественному лесовозобновлению. Многофункциональность, компактность, низкая энергоемкость ЛПО позволяют агрегатировать его с малогабаритными тракторами (класс тяги 14 кН), способными работать под пологом леса, не повреждая стволы и корни деревьев.

Прокладка через 3–5 м минерализованных полос не ухудшает рекреационную привлекательность и значительно снижает пожарную опасность хвойных насаждений. Предлагаемое орудие можно использовать для уменьшения горимости средневозрастных и спелых насаждений защитного назначения. Появление молодых поколений леса повышает эстетические качества зеленых зон населенных пунктов.

Механическая обработка почвы проводится летом при максимальной несущей способности почвы. В весенний период при влажной почве применение тяжелой техники не допускается.

На участках с развитым торфянистым горизонтом или густо заросших кустарничками, где покровосдиратели и поверхностные рыхлители не обеспечивают требуемое обнажение минеральных слоев почвы, следует использовать плуги ПКЛ-70, ПЛ-1. На вырубках с числом пней более 600 шт./га можно рекомендовать бульдозерную подготовку почвы в виде прерывистых полос и площадок. Во всех случаях заглубление в минеральный слой не должно превышать 5–10 см, а доля участков с полностью или частично снятым органогенным слоем должна составлять 20–25% общей площади вырубки.

На эрозионно опасных склонах нарезка борозд запрещается. Обработка почвы выполняется с помощью ручных мотоинструментов площадками размером от 1×1 м до 2×3 м, количество площадок – соответственно 1000 или 400 шт./га.

В свежих периодически влажных типах леса для опытно-производственной проверки, как исключение, можно рекомендовать бульдозерную подготовку площадок размером 2х2,5 м с частично удаленным торфянистым горизонтом, который сдвигается в валики высотой 0,3–0,5 м. На 1 га подготавливают 300–400 равномерно размещенных площадок.

7.8. Особенности содействия естественному лесовозобновлению в кедровых лесах

С целью создания благоприятных условий для последующего естественного возобновления *кедра* полосные (котловинные) рубки (вариант 2К) в условно одно-возрастных кедровниках на свежих периодически влажных почвах (кедровники кустарничково-лишайниковые, зеленомошно-ягодниковые) проводят зимой с максимальным сохранением мохового покрова. Покров из зеленых (гипновых) мхов, кукушкина льна и сфагновых мхов является благоприятным субстратом для размещения птицей кедровкой орешков кедрa и их успешного прорастания.

В кедровниках во влажных периодически сырых лесорастительных условиях (кедровники бруснично-багульниково-моховые, голубично-бруснично-моховые, хвощово-зеленомошные и пойменные) специальные меры по лесовосстановлению не планируются. Вырубки оставляют под естественное лесовозобновление кедрa с расчетом на его расселение кедровкой. На обнажениях минерального горизонта почвы по трелевочным волокам предполагается самосев ели, семенное и порослевое возобновление березы.

В свежих лесорастительных условиях рекомендуется посадка дичков кедрa высотой 15–25 см, взятых с соседних участков леса. Чтобы общее количество посадочных мест и сохранившегося при рубке жизнеспособного подростa было достаточным в соответствии со шкалой (см. табл. 33), следует равномерно рассадить между корневыми лапами пней 500–600 дичков кедрa на 1 га (по 1–2 гнезда у каждого пня). Агротехнический уход за культурами кедрa проводится со 2-го по 4-й год после посадки в соответствии с Руководством по лесовосстановлению и лесоразведению на землях лесного фонда Западной Сибири [101].

Лесовосстановление при *ремедиации* с равномерной выборкой деревьев в кедровниках с достаточным количеством жизнеспособного подростa обеспечивается путем сохранения подростa и применения узкопосечных технологий разработки лесосек. Обязательно последующее освобождение сохраненного подростa от порубочных остатков.

Для притундровых лесов характерны редкие урожаи семян, низкая их всхожесть, что растягивает на долгие сроки естественное лесовозобновление. Поэтому для своевременной ремедиации притундровых лесов необходима закладка лесных питомников и разработка надежных методов создания культур хвойных пород посевом.

8.

РЕМЕДИАЦИЯ ЛЕСОВ ТАЕЖНОЙ И ЛЕСОСТЕПНОЙ ПОДЗОН

8.1. Ремедиация сосновых лесов в подтаежной и лесостепной подзонах

В процессе естественной эволюции хвойные бореальные леса Евразии в прохладные влажные периоды характеризовались умеренной горимостью. Накопление лесной подстилки, ее оторфовывание и агрессивное распространение сфагновых мхов провоцировало заболачивание темнохвойных насаждений и практически исключало внедрение под их полог светлохвойных пород. В южной тайге и лесостепи разреживание лесов низовыми пожарами умеренной интенсивности сопровождалось проникновением в хвойные насаждения трав, способных снижать их пожароопасность и обогащать суглинистые почвы гумусом. Все это приводило к сокращению площадей, занимаемых сосной обыкновенной, и распространению ельников, пихтарников, кедровников. По мнению Б. П. Колесникова [67] и Е. П. Смолоногова [122], практически все современные леса на суглинистых и проточно увлажненных супесчаных почвах можно отнести к потенциальным кедровникам.

В XIX и XX вв. массовое заселение Урала и Западной Сибири положило начало широкомасштабной эксплуатации лесов и многократно увеличило их горимость. Преобладание в лесных культурах сосны обыкновенной (90% всех культур), роль сосны как пионерного вида в заселении территорий, опустыненных катастрофическими лесными пожарами, дефляцией почв, срезанием органогенных горизонтов почв в полосах отвода дорог, в карьерных выемках, на трассах трубопроводов создали предпосылки для расширения площадей сосновых насаждений. Однако конкурентами сосны в последние 100 лет стали не ель, кедр и пихта, а мягколиственные породы – береза, осина.

Для ремедиации сосновых лесов, лишенных к моменту заключительной рубки жизнеспособного подполового подроста, наиболее эффективными оказались *чересполосные постепенные рубки с интенсивной обработкой почвы, направленной на подавление травяного покрова*. В разнотравных типах леса южной тайги и лесо-

степи более надежная защита самосева и саженцев сосны обеспечивается применением широкозахватных плугов или бульдозеров, срезающих лесную подстилку и гумусовый горизонт вместе с органами вегетативного возобновления трав и поверхностными корнями осины.

Наиболее радикальное изменение лесорастительных условий, благоприятное для естественного возобновления сосны обыкновенной, сдерживающее восстановление травяного покрова, березы, осины, ивы и требовательных к плодородию почвы темнохвойных пород, наблюдается на гидравлических полигонах, формируемых после открытой добычи россыпей драгоценных металлов с применением шлюзо-обогащительных установок. Отработанные старателями полигоны схожи с последниковыми территориями, преобразованными потоками ледниковых вод. Сосна обыкновенная, адаптированная в позднечетвертичный период к бедным гумусом и влагой щебенисто-гравийным, песчаным и другим эродированным субстратам [112], успешно заселяет галечно-илистые шлейфы заплывленных разрезов, обгоняя в 3–5 раз по росту в высоту ель сибирскую, березу повислую, осину. Как показали наши обследования, при этом удовлетворительно восстанавливаются типичный для сосняков лишайниково-моховый покров и грибы. Боровая дичь, посещающая техногенные полигоны для наполнения желудка крупным песком и мелкой галькой, распространяет в своих экскрементах семена ягодных полукустарничков: брусники, черники, вороники и др.

Ремедиация, основанная на обеднении посевных и посадочных мест, на возврате к олиготрофным условиям местообитаний, в которых исторически сформировалась сосна обыкновенная, на первый взгляд кажется ущербной. Однако на Западно-Сибирской равнине самыми устойчивыми, долговечными, высокопродуктивными, легко самообновляющимися, обладающими типичным для сосняков биообразием являются сосновые насаждения на двучленных песчаных или супесчано-галечных отложениях, подстилаемых суглинистыми породами. Поэтому в лесорастительных условиях с высокой конкуренцией травяного покрова основным способом обработки почвы под культуры сосны обыкновенной остается плужная нарезка неглубоких борозд шириной 0,7–1,3 м.

8.2. Ремедиация лесов после катастрофических пожаров

Бесчисленные пожары от молний и извержения вулканов извечно возникали и возникают в различных типах растительности Земного шара, отражая глобальную



форму связей в системе «солнце–атмосфера–литосфера–биосфера» [105]. Воздействуя на лесные биоценозы в течение многих тысяч поколений леса, огонь стал непреходящим экологическим фактором, наносящим огромный экономический ущерб, но одновременно подготавливающим благоприятную среду для естественного пирогенного обновления климаксовых дендроценозов [104, 106, 108].

В XIX и XX вв., в результате циклически повторявшихся засух в условиях континентального климата Западной Сибири, средний интервал времени между пожарами, возникающими от молний, на одном и том же участке леса составлял 63 года, а с учетом антропогенных пожаров – 22 года [110]. В годы катастрофической горимости лесов Западной Сибири пожары охватывали миллионы гектаров, от задымленности атмосферы на прилегающих территориях не вызревали посевы зерновых культур [50].

С. Н. Санников и Н. С. Санникова, исследуя естественное лесовозобновление на гарях и сплошных вырубках, показали неэкологичность обновления сосновых лесов рубками и по многим параметрам отдали предпочтение огневой подготовке местообитания для нового поколения леса [110]. Странником периодического огневого обновления сибирских лесов является также В. Н. Седых [120].

Наши исследования показали, что уничтожение лесными пожарами травянистых растений, препятствующих семенному возобновлению хвойных пород, наблюдается только в высокосомкнутых хвойных древостоях. В результате чрезмерного накопления лесной подстилки в таких древостоях ухудшается прогреваемость минеральных слоев почвы, вследствие чего органы вегетативного возобновления (корневища и корни размножения) трав перемещаются в накопившуюся лесную подстилку и сгорают вместе с ней [142].

На вырубках и в изреженных древостоях органы вегетативного возобновления трав располагаются в минеральном горизонте почвы, где менее доступны для огневого воздействия. После лесных пожаров они обеспечивают быстрое и интенсивное разрастание травяного покрова в ущерб лесовозобновлению. Именно поэтому в изреженных насаждениях лесные пожары оказывают не положительное, а отрицательное воздействие на естественное возобновление хвойных пород, способствуют смене мхов травами, а сосняков, ельников, пихтачей и кедровников – березняками и осинниками [134].

На большей части лесных гарей степень выгорания лесной подстилки не превышает 90% исходной толщины ее слоя в сосняке брусничниковом, 80% – в сосняке бруснично-черничниковом и 70% – в сосняке черничниковом. Полная минерали-



зация поверхности почвы наблюдалась лишь на огнищах, в местах сжигания порубочных остатков и сухого валежника [111].

Недогоревший слой подстилки обладает высокими теплоизолирующими свойствами даже при толщине 0,5 см. Лучшей защитой от действия кратковременной высокой температуры низовых пожаров является минеральный горизонт почвы. В экспериментах С. Н. Санникова [104] во время летнего низового пала максимальная температура песчаной почвы на глубине 1–2 см не превышала 30 °С. После низовых пожаров слабой и средней интенсивности неповрежденными остаются органы растений, расположенные в минеральных горизонтах почвы на глубине более 1 см [142]. На таких гарях естественное лесовозобновление протекает успешно. После более интенсивных лесных пожаров требуется содействие естественному возобновлению хвойных пород или создание лесных культур.

На гарях-рединах, где средняя толщина недогоревшего слоя лесной подстилки менее 2 см, планируется и проводится содействие последующему возобновлению главных пород путем оставления внутригаревых обсеменителей. На гарях со средней толщиной недогоревшей подстилки более 2 см обязательно проводится минерализация почвы.

Открытые гари с периферийными обсеменителями и толщиной подстилки более 2 см так же, как и сплошные вырубki, включаются в фонд лесных земель, предназначенных для содействия естественному лесовозобновлению путем минерализации почвы в зоне естественного обсеменения, по ширине равной 3-кратной средней высоте семеносящих стен леса.

Проведение мер содействия последующему лесовозобновлению неэффективно и не планируется на следующих гарях:

- открытых (сплошных), лишенных обсеменителей;
- в группах заболоченных (болотно-травяных, осоково-сфагновых) типов леса, оставляемых на самозаращивание;
- в избыточно влажных, а также в разнотравных и сложных типах леса;
- на гарях во всех группах типов леса, за исключением лишайниковой, с давностью пожара более 2-х лет и на свежих гарях по вырубкам и рединам давностью более 2-х лет с обильным вегетативным возобновлением и развитием травянистой, древесной и кустарниковой растительности [142, 158].

На гарях под пологом леса с полной сохранившейся жизнеспособной части древостоя более 0,4, оставляемой после проведения санитарно-выборочных рубок на дальнейшее выращивание, содействие естественному возобновлению главных

пород также нецелесообразно и не планируется. Оно назначается лишь в спелых и перестойных древостоях в случае их отвода после пожара в сплошную рубку.

Учет сохранности растений после низовых пожаров и сопоставление глубины размещения органов их вегетативного возобновления позволили разделить травянистые растения сосняков зеленомошниковых по пожароустойчивости на 3 группы (приложение 7).

Пожароустойчивые – облигатно-корнеотпрысковые растения или геофиты с почками возобновления, расположенными в минеральном горизонте почвы на глубине более 2 см в сухих типах леса и не менее 1 см в свежих и влажных лесорастительных условиях. Это так называемые «пирофиты» – растения, способные успешно выживать, возобновляться и постоянно участвовать в составе сообществ в условиях «циклически пожарного режима среды» [109]. Растения этой группы сохраняются более чем на 50% даже при интенсивных низовых палах, сопровождающихся выгоранием подстилки до 80–90% по толщине. Снижение их обилия после пожара может быть вызвано лишь неблагоприятным для них косвенным действием огня на некоторые экологические факторы.

Временно подавляемые пожаром – виды, почки возобновления которых размещаются в нижнем, хорошо разложившемся и обычно недогораемом слое лесной подстилки (гемикриптофиты) или в верхнем 1-сантиметровом слое минерального горизонта почвы. Мозаичная по площади сохранность их в значительной мере зависит от степени микролокального выгорания подстилки. После интенсивных палов обилие их сокращается в 2–5 раз за счет отмирания особей, корневища которых сосредоточены в подстилке. Однако качественных изменений ценотической роли их популяций не наблюдается, так как они довольно быстро восстанавливают утраченные позиции за счет вегетативного и семенного размножения.

Неустойчивые к пожару – виды с органами вегетативного возобновления на поверхности почвы или в подстилке. После интенсивных палов их обилие сокращается более чем в 10 раз. Возвращение популяций в исходное состояние происходит медленно. При частых повторных пожарах может наблюдаться полная элиминация этих видов.

В общем ряду нарастания пожароустойчивости биоморфы травянистых растений хвойных лесов можно расположить следующим образом: надземно-ползучие, надземно-столонные, плотнокустовые, подземно-столонные, длиннокорневищные, корнеподстилочные, кистекорневые, короткокорневищные, корневищно-рыхлокустовые, длиннокорневищные, луковичные, корнеклубневые, стержнекорневые,

корнеотпрысковые. В приложении 7 в пределах каждой биоморфы виды приведены в порядке нарастания пожароустойчивости.

Отдельные растения возобновляются после низового пала из запаса семян, сохраняющих жизнеспособность в подстилке и минеральном горизонте. Заделка семян на глубину, безопасную для огневого воздействия, может обеспечиваться постепенным погребением их лесным опадом. У вереска и толокнянки повышенные температуры даже стимулируют прорастание семян [68]. После сильного выгорания подстилки почвенный запас семян и его значение в восстановлении растений снижаются. Обсеменение гарей в этом случае осуществляется от растений, ранее возобновившихся вегетативным путем, а также благодаря заносу семян извне ветром и животными.

Семенным способом гари обильно заселяют лишь несколько видов, имеющих летучие семена: иван-чай, кипрей болотный, ястребинка зонтичная, сушеница лесная, золотарник обыкновенный, сивец луговой. Поэтому анализ пожароустойчивости травянистых видов целесообразно вести на основе классификации биоморф, учитывающей характер вегетативного размножения травянистых многолетников.

После катастрофических лесных пожаров восстановление коренных хвойных лесов часто происходит в неприемлемо длительные сроки с образованием производных насаждений, характеризующихся низким товарным качеством древесины, сниженным биоразнообразием или ослабленными защитными функциями. В лесах эксплуатационного назначения ремедиационные мероприятия необходимы на территориях интенсивного использования, пройденных верховыми пожарами, которые уничтожили обсеменители главных лесобразующих пород. В этих случаях требуется посадка культур в соответствии с целевым назначением будущих древостоев. В резервных лесах зеленомошной группы достаточно выполнить содействие естественному лесовозобновлению минерализацией почвы с последующими уходами за составом насаждений. Если лесоводственные ухода за хвойными породами обеспечить невозможно, гари оставляют под естественное зарращивание.

Катастрофические лесные пожары в рекреационных лесах и на особо охраняемых природных территориях могут разрушить их до такой степени, что они становятся непригодными для использования по своему целевому назначению и подлежат замене другими подобными участками. Однако некоторые фрагменты гарей, возникших после катастрофических пожаров, могут стать бесценными полигонами для демонстрации пирогенной эволюции лесов в различных зонально-типологических условиях, использоваться для формирования пирогенных лесов с



высоким участием в живом напочвенном покрове древних экзотических пирофитов (папоротников, хвощей, вереска и др. видов), воссоздающих ландшафты четвертичного периода, голоцена и даже более ранних эпох.

8.3. Ремедиация насаждений, расстроенных некорректными рубками

Выявление *расстроенных насаждений, нуждающихся в ремедиационных мероприятиях*, затрудняется тем, что в отечественном лесоводстве нет количественных критериев и утвержденных методик оценки качества насаждений на различных этапах восстановительно-возрастной динамики их развития. Для их разработки можно использовать зональные таблицы хода роста насаждений полнотой 1,0 с естественным процессом самоизреживания, допуская снижение количества деревьев целевых лесообразующих пород и общей полноты насаждения до 30%.

Если в процессе рубки промежуточного пользования заготовлено сверхнормативное количество древесины, но число оставленных деревьев главной (целевой) породы соответствует указанным выше требованиям, с достаточно равномерным распределением их по площади участка, нарушение легко исправить рубками ухода, нацеленными на сохранение главной породы и устранение угнетающих деревьев второстепенных пород.

Если оставленное количество деревьев главной породы недостаточно для формирования из них изначально запланированного насаждения, необходимо пересмотреть целевую установку: перевести выдел в листовенное хозяйство с другой целевой породой; реконструировать выдел в разновозрастное насаждение, убрав не пользующиеся спросом породы и создав в достаточно широких коридорах и «окнах» культуры, компенсирующие снижение продуктивности ранее вырубленных деревьев.

Главная цель ремедиации *лесов эксплуатационного назначения* – восстановление дендроценозов, соответствующих потенциальной продуктивности лесорастительных условий. Однако это не означает обязательное восстановление исходных типов почв лесного участка. Например, на песчаных гривах кварцевых песков даже олиготрофная сосна обыкновенная растет по V классу бонитета. Пески характеризуются слабой водоудерживающей способностью, кислой реакцией, низкой буферностью, непригодны для продуктивного произрастания трав и формирования гумусового горизонта из гуминовых кислот. В континентальном климате лесные насаж-



дения на песчаных гривах низкобонитетны не из-за бедности почв элементами минерального питания, а, в основном, по причине сухости местообитания.

Исследованиями Сибирской ЛОС ВНИИЛМ установлено, что *разработка песчаных грив, направленная на удаление малоплодородных песчаных отложений, с оставлением в карьерной выемке над уровнем грунтовых вод 0,5–0,8 м невыбранной толщи песка или более 1,0 м суглинистого грунта, не снижает, а повышает плодородие днищ карьерных выемок по сравнению с исходными местообитаниями.*

8.4. Ремедиация лесных участков с чрезмерным накоплением лесной подстилки

Для бореальных лесов России характерно медленное разложение хвойной подстилки. Недостаток тепла в таежных лесах способствует консервации части органического опада в виде оторфованного горизонта A_1 . Этот процесс наиболее выражен в темнохвойных насаждениях. В возрасте 40–50 лет толщина лесной подстилки с момента возникновения кедровников на горяч вместе с живой частью мохового покрова составляет 5–7 см, в 160–200 лет – 15–20 см, а в 300–400 лет – 30–40 см [120].

Увеличение мощности органогенных горизонтов повышает водоудерживающие свойства почв, способствует разрастанию гидрофильных растений. Сфагновые мхи, присутствующие в лесных сообществах, начинают заполнять микрозападины, образуя своеобразные подушки, которые по мере дальнейшего роста смыкаются, перекрывая и подавляя покров из зелёных мхов и мелкотравья. Наряду со сфагновыми мхами увеличивается обилие кукушкина льна, осоки шаровидной, хвоща лесного и багульника. Почвы становятся сырыми и холодными, неблагоприятными для древесных растений [94].

Возникший процесс заболачивания приводит к коренной перестройке фитоценозов. Продуктивные биологически разнообразные кедровые леса постепенно превращаются в менее продуктивные сфагновые, бедные по видовому составу древостоя и живого напочвенного покрова. Семенное возобновление древесных пород в них практически прекращается, корешки проростков застревают в верхних периодически пересыхаемых слоях толстой подстилки и массово отмирают. Необходима ремедиация биотопа традиционными естественными пожарами или регулируемым отжигами органогенных горизонтов почвы.

Технологии регулируемого отжига лесной подстилки разработаны пока только для сплошных вырубок [136]. Контролируемый отжиг лесной подстилки в хвой-

ных насаждениях испытан в ограниченных экспериментальных масштабах в сосновых древостоях. В насаждениях ели, кедра, пихты отжиги практически не разработаны по причине тонкокорости и поверхностного размещения корневых систем деревьев этих пород. Для данных насаждений целесообразно испытать метод частичной минерализации почвы с помощью лесного почвообрабатывающего орудия ЛПО (Чижов, 2010, патент 117245). Если проводить обработку почвы этим орудием, меняя через 4–6 лет положение минерализованных полос и взрыхляя при этом новые участки лесной подстилки, можно ускорить ее разложение, сохранив видовое разнообразие живого напочвенного покрова

9

РОЛЬ ЖИВОГО НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В РЕМЕДИАЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЯХ

9.1. Ценотические и хозяйственные особенности живого напочвенного покрова лесов Западной Сибири

Принимая участие в биологическом круговороте веществ лесных насаждений, живой напочвенный покров (ЖНП) удерживает в своей фитомассе значительную долю почвенной влаги, элементов минерального питания. Его значение многократно возрастает на гарях и вырубках. Травы, фитомасса которых уже в первые годы после рубки увеличивается в несколько раз, конкурируют с молодыми древесными растениями за минеральное питание, влагу и свет, повышают пожарную опасность, способствуют массовому размножению грызунов. Особенно критические условия складываются для хвойных пород, возобновляющихся исключительно семенным способом. Их всходы менее конкурентоспособны, чем травянистые растения, размножающиеся вегетативным способом.

Усиление антропогенного воздействия на леса, выражающееся в периодическом нарушении их рубками, учащении лесных пожаров, сопровождается уменьшением их сомкнутости, сменой коренных типов леса производными. Этот процесс ярко выражен в предлесостепной и лесостепной подзонах Западной Сибири. Брусничные, бруснично-черничные, мшисто-ягодниковые типы сосняков постепенно трансформируются в вейниковые и злаково-мелкотравные [21, 69, 134]. Из живого напочвенного покрова исчезают постоянные спутники сосны, имеющие большое значение в сохранении стабильной структуры лесных экосистем: зеленые мхи, брусника, черника, зимолюбка, грушанка. Их место занимают вейники, мятлики, полевицы, коротконожка и другие злаки с примесью лесостепных короткокорневищных видов и полевых сорняков. Сукцессии приобретают необратимый характер, поскольку многие злаки, в частности вейники, способны переживать в угне-

9. Роль живого напочвенного покрова в ремедиационных мероприятиях

тенном состоянии все стадии формирования древостоя, оставаясь его постоянными компонентами [9].

Любое разреживание древостоя, снижающее его корневую конкуренцию и увеличивающее освещенность почвы, сопровождается вспышкой вегетативного возобновления злаков. В результате резко сужается интервал полнот, при которых обеспечивается естественное лесовозобновление. При сомкнутости древостоя более 0,7 подрост сосны отмирает из-за недостатка света [107]. При полноте менее 0,6 всходы гибнут из-за конкуренции и заваливания в зимний период ветошью разрастающихся трав. Поэтому даже с помощью несплошных рубок не всегда удается обеспечить естественное обновление сосняков. Приходится создавать дорогостоящие лесные культуры, что предполагает проведение интенсивной обработки почвы, сокращение обилия подпологовых, в частности ягодниковых растений. Это приводит к уменьшению количества боровой дичи, увеличению численности мышевидных грызунов и, в итоге, к изменению всего биоценоза.

ЖНП является неотъемлемой частью лесных экосистем. На вырубках злаки, развивая густую поверхностную корневую систему, препятствуют вымыванию из почвы азота, фосфора, калия, стабилизируют почвенное плодородие. Живой напочвенный покров служит кормовой базой и средой обитания лесной фауны, источником пищевых, кормовых, лекарственных, декоративных, медоносных, редких и охраняемых растений. Поэтому его регулирование при ремедиации должно выполняться с сохранением биоразнообразия и исторически сложившихся лесных экосистем.

В зависимости от конкурентной опасности для самосева и культур хвойных пород, ценотической роли и хозяйственной ценности травянистые и кустарничковые растения могут быть условно разделены на группы, различающиеся по уровню необходимой охраны и допустимого сокращения их обилия при лесовосстановительных работах:

➤ *сорняки* – сеgetальные и рудеральные виды, удаление которых полезно для лесных сообществ. К «условно сорным» следует отнести растения открытых местообитаний, интенсивно разрастающиеся после разрушения древостоя, образующие основную биомассу травяного покрова и в наибольшей мере тормозящие восстановление коренных лесных фитоценозов. Это, прежде всего, злаки – швейники, луговики, молиния, коротконожка, мятлики, полевицы. Кроме конкуренции за свет, влагу, питательные вещества и почвенный кислород, они определяют высокую пожароопасность вырубок в весенний период, увеличивая вероятность гибели культур и хвойных молодняков от лесных пожаров;



➤ *регулируемые доминанты* – преобладающие на вырубках виды, затрудняющие лесовосстановление и угнетающие хозяйственно-ценные и охраняемые растения. Допустимый уровень сокращения их обилия определяется требованиями лесовосстановления, но ограничивается необходимостью сохранения определенного их минимума для поддержания биоразнообразия и плодородия почв;

➤ *индифферентное разнотравье* – виды с неясной хозяйственной значимостью, оказывающие слабое конкурентное влияние на лесовосстановление;

➤ *охраняемые виды* – растения, имеющие большое хозяйственное значение или занесенные в Красную книгу.

Пищевые, лекарственные, кормовые, сырьевые (технические) дикорастущие виды лесных трав и кустарничков чрезвычайно разнообразны. Их полезные свойства освещены в многочисленных сводках общероссийского и регионального характера [22, 40, 63, 92, 96], но до сих пор недостаточно изучены. Дикорастущие растения не рассматриваются как глобально важный ресурс, используются в непомерно мизерных масштабах. Разделение растений ЖНП по целевому назначению, степени выраженности тех или иных полезных свойств вида, выполненное по литературным данным и нашим исследованиям, дано в приложении 8.

К *пищевым* отнесены растения, употребляемые непосредственно в пищу, а также служащие сырьем для кондитерской, пивоваренной и ликероводочной промышленности.

Медоносы разделены на 2 группы: виды, обеспечивающие обильный медосбор; растения со средней медопродуктивностью, пергоносы.

Лекарственные растения по степени изученности разделены на 2 категории: применяемые в официальной и народной медицине.

Среди *декоративных* выделены: растения с высокими декоративными свойствами; виды средней декоративности.

Эфиромасличные растения содержат эфирные масла, представляющие собой смеси различных веществ, обладающих приятным или целебным запахом. Эфирные масла используют в парфюмерии, мыловарении, ликероводочной и кондитерской промышленности.

Дубильные растения содержат в значительных количествах (не менее 5%) дубильные вещества. Получаемые из них экстракты используются в кожевенной, текстильной, авиационной промышленности, в медицине и виноделии.

Красильные растения широко применялись в текстильной промышленности и ковроделии. С расширением производства синтетических красителей область их



9. Роль живого напочвенного покрова в ремедиационных мероприятиях

применения сократилась, однако в пищевой и ликероводочной промышленности они сохраняют свое значение.

Кормовые растения разделены на сенокосные – виды, выдерживающие, как минимум, одно скашивание без значительного сокращения обилия, и пастбищные – виды, устойчивые к вытаптыванию. И те, и другие разделены по продуктивности и поедаемости домашними животными (лошадьми, коровами, овцами) на следующие группы:

- высокопродуктивные высокоценные кормовые растения;
- хорошо поедаемые средней и низкой продуктивности или высокопродуктивные, но среднепоедаемые растения;
- плохо поедаемые, но не ядовитые растения;
- ядовитые или растения, ухудшающие качество молока, шерсти.

Многие растения, не применяемые в настоящее время в пищу, могут рассматриваться в качестве «аварийного запаса», используемого в критических ситуациях или как материал для селекции. По мнению А. К. Кощева [64], их пищевые свойства явно недооцениваются.

Несмотря на разнообразие, большинство пищевых, лекарственных, эфиромасличных и технических растений не имеют достаточного обилия, при котором обеспечивается рентабельность заготовки и устойчивость популяции к интенсивному режиму эксплуатации. При низком обилии их на вырубках, в условиях вытеснения злаками, они нуждаются не в охране, понимаемой как сохранение на современном уровне, а в активном расселении.

9.2. Сукцессии живого напочвенного покрова в культурах сосны на вырубках березняков

Нами была выявлена эколого-ценотическая приуроченность различных видов травянистых растений к хвойным и лиственным формациям лесостепной зоны Западной Сибири и определены направление и скорость сукцессий ЖНП после смены древостоя-эдификатора.

Исследования выполнены под пологом и на вырубках в березняках разнотравных, а также в культурах сосны обыкновенной, созданных посадкой по плужным (ПКЛ-70) бороздам 15, 30, 45 и 60 лет назад на свежих вырубках аналогичных березняков (рис. 8). Обследовано 16 пробных площадей, на каждой из которых по методике Раменского [95] заложены по 20 учетных площадок размером 1 м² и определены: проективное покрытие живого напочвенного покрова, встречаемость и удельное видовое обилие, надземная сырая фитомасса травянистых растений.



По результатам исследований выполнена сравнительная оценка флористических списков, встречаемости и обилия наиболее распространенных видов ЖНП, которая дополнена сведениями из литературных источников [21, 55].

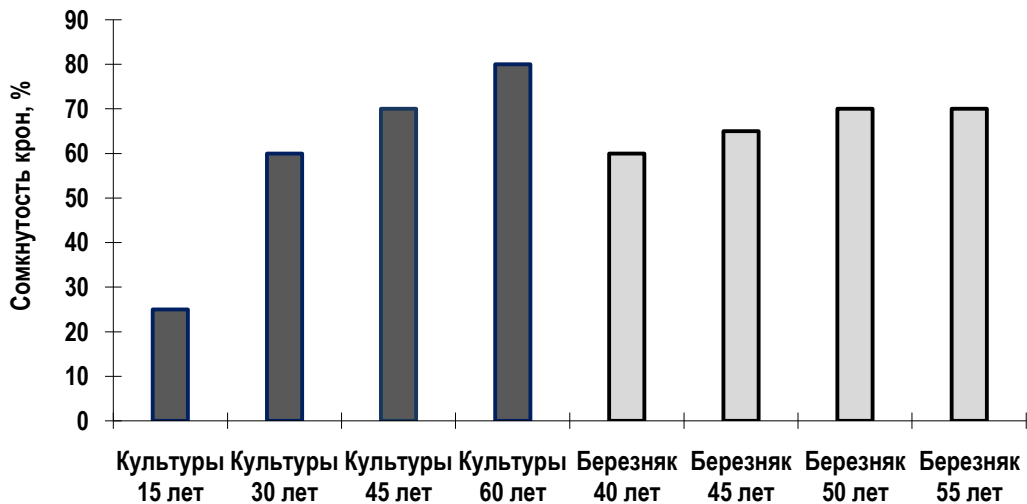


Рис. 8. Сомкнутость крон культур сосны и естественных березняков, в которых проведены натурные исследования

Анализ видового разнообразия наиболее распространенных представителей ЖНП коренных сосняков и березняков предлесостепи и северной лесостепи Западной Сибири показал высокое сходство этих формаций по видовому составу травяно-кустарничкового яруса, но резкие различия по моховому покрову, который преобладает в сосняках и практически отсутствует в березняках разнотравных (табл. 37). В березняках ягодниково-вейниковых мхи представлены рассеянно, что свидетельствует об их производном происхождении на месте сосновых лесов.

Преобладание мохового покрова в хвойных лесах, невысокое обилие и встречаемость мхов в березняках и осинниках, на наш взгляд, определяются не только различиями в почвенно-гидрологических условиях и режиме освещенности, но и, в большей степени, особенностями лесного опада. Хвоя и мелкие ветви хвойных пород формируют рыхлую светопроницаемую лесную подстилку, в которой обеспечивается достаточный уровень освещенности для мхов. Листья березы и осины образуют светонепроницаемый слой. Под тяжестью снежного покрова они придавливают к почве мхи и зимнезеленые низкорослые полукустарнички, обрекая их на световое голодание и отмирание.

9. Роль живого напочвенного покрова в ремедиационных мероприятиях

Таблица 37. Видовое разнообразие живого напочвенного покрова сосняков и березняков предлесостепи и северной лесостепи Западной Сибири

| Наиболее распространенные виды | Пески и супеси (Зубарева, 1960) | | Суглинистые почвы (Вегерин, 1970) | | | |
|--------------------------------|---------------------------------|----------|-----------------------------------|----------|-----------------------|--------------|
| | Сосняки | | Сосняки | | Березняки | |
| | ягодниково-зелено-мошные | травяные | ягодниково-зелено-мошные | травяные | ягодниково-вейниковые | разнотравные |
| <i>Травы и кустарнички</i> | | | | | | |
| Вейник тростниковидный | + | + | | + | + | + |
| Вейник наземный | | | + | + | + | + |
| Костяника | + | + | + | + | + | + |
| Герань лесная | + | + | | | | |
| Вероника дубравная | + | + | | | | |
| Брусника | + | + | + | + | + | |
| Черника обыкновенная | + | | + | + | | |
| Майник двулистный | + | + | + | | | |
| Лапчатка прямостоящая | + | + | | | | |
| Земляника обыкновенная | + | + | | | + | |
| Ортилия однобокая | + | + | | | | |
| Клевер средний | + | + | | + | | |
| Чина весенняя | + | + | | + | | + |
| Подмаренник северный | + | + | | | | + |
| Полевица гигантская | | | | | + | + |
| Будра плющевидная | | + | | | | + |
| Звездчатка ланцетолистный | | + | | | | |
| Мятлик луговой | | + | | + | | |
| Горошек мышиный | | + | | | | |
| Сныть обыкновенная | | + | | | | + |
| Тысячелистник обыкновенный | | + | | | + | |
| Клевер ползучий | | + | | | | |
| Седмичник европейский | | + | + | | | |
| Фиалка собачья | | + | | | + | |
| Кровохлебка лекарственная | | + | | | | + |
| Чина луговая | | + | | | | + |
| Подмаренник настоящий | | | | | | + |
| Медуница неясная | | + | | + | | + |
| Порезник сибирский | | + | | | | |
| Золотарник обыкновенный | | | + | + | + | |
| Орляк обыкновенный | | + | | + | + | |
| Грушанка круглолистная | | | + | + | + | + |
| Плаун сплюснутый | | | | + | | |
| Горечавка легочная | | | | + | | |
| Перловник поникший | | | + | + | + | |

| Наиболее распространённые виды | Пески и супеси (Зубарева, 1960) | | Суглинистые почвы (Вегерин, 1970) | | | |
|-----------------------------------|---------------------------------|----------|-----------------------------------|----------|-----------------------|--------------|
| | Сосняки | | Сосняки | | Березняки | |
| | ягодниково-зелено-мошные | травяные | ягодниково-зелено-мошные | травяные | ягодниково-вейниковые | разнотравные |
| Хвощ лесной | | | | + | + | + |
| Зимолюбка зонтичная | | | + | | | |
| Ястребинка зонтичная | | | | + | + | |
| Лилия саранка | | | | + | | |
| Клевер люпиновый | | | + | + | | |
| Василистник простой | | | | + | | + |
| Борщевик сибирский | | | | | | + |
| Ежа сборная | | | | + | | + |
| Скерда сибирская | | | | | | + |
| Линнея северная | | | + | | | |
| Дудник лесной | | | | | | + |
| Борец северный | | | | | | + |
| Пижма обыкновенная | | | | | | + |
| Кочедыжник женский | | | | | | + |
| Вороний глаз | | | | | | + |
| Осока волосистая | | | | | + | |
| Мхи | | | | | | |
| <i>Pleurozium Schreberi</i> | + | + | + | + | + | +* |
| <i>Hylocomium proliferum</i> | + | | | | + | |
| <i>Dicranum undulatum</i> | + | | + | + | + | +* |
| <i>Ptilium crista castrensis</i> | + | | + | + | + | |
| <i>Dicranum bergeri</i> | + | | | | | |
| <i>Rhytidiadelphus triquetrus</i> | + | | + | + | | +* |

Примечание. +* – виды с невысоким обилием и встречаемостью.

Живой напочвенный покров разнотравных березняков лесостепи Западной Сибири (Ишим – Тобольское междуречье) характеризуется большим разнообразием травянистых многолетников. Почти 50% видов, произрастающих в разнотравных березняках, встречаются и в разнотравных сосняках региона на типичных для березняков суглинистых и супесчаных почвах сосновой формации.

Сравнение видового состава живого напочвенного покрова в разнотравных березняках, на их вырубках и в культурах сосны различного возраста по значению коэффициента общности видового состава Жаккара (I_j) показало, что наибольшее сходство наблюдается между березняками и их свежими вырубками (табл. 38).

9. Роль живого напочвенного покрова в ремедиационных мероприятиях

Таблица 38. Коэффициент Жаккара (I_j) для попарно сравниваемых насаждений березняка разнотравного, их вырубок и культур сосны 30–60-летнего возраста, созданных на вырубках данных березняков

| Пробные площади | Березняк разнотравный | Вырубка березняка | Сосняк 30 лет | Сосняк 45 лет | Сосняк 60 лет |
|-----------------------|-----------------------|-------------------|---------------|---------------|---------------|
| Березняк разнотравный | | 0, 53 | 0, 50 | 0, 42 | 0, 31 |
| Вырубка березняка | 0, 53 | | 0, 38 | 0, 27 | 0, 18 |
| Сосняк 30 лет | 0, 50 | 0, 38 | | 0, 51 | 0, 44 |
| Сосняк 45 лет | 0, 42 | 0, 27 | 0, 51 | | 0, 51 |
| Сосняк 60 лет | 0, 31 | 0, 18 | 0, 44 | 0, 51 | |

В первые 15 лет эдификаторная роль культур сосны обыкновенной не заметна. В период с 15 до 30 лет (см. рис. 8) сомкнутость крон в культурах сосны возрастает с 25 до 60%. Однако коэффициент общности видового состава ЖНП культур сосны и березняков изменяется слабо. Даже в 45-летних сосняках, где уже сформировался экологический режим, отличный от режима березняков, различия ещё незначительные. Существенное несходство состава ЖНП отмечено при сравнении березняков с культурами сосны 60-летнего возраста. Подобная закономерность проявляется и при оценке сходства сосновых культур и вырубки березняков, но общность видового состава на этих объектах более низкая. В культурах сосны 45–60-летнего возраста сомкнутостью 70–80% ЖНП также не отличается радикально от его видового состава в березняках (табл. 38). Это можно объяснить тем, что продолжительность жизни многолетних травянистых растений соизмерима с долгожительством берез повислой, пушистой и сосны обыкновенной [9, 158].

С учетом литературных данных [21, 56], растения ЖНП нами разделены условно на «березняковые», «сосняковые» и виды, успешно развивающиеся в обеих формациях, что позволило более наглядно представить динамику обилия травянистых растений различной ценотической приуроченности в связи со сменой древостоев-эдификаторов (табл. 39, 40).

Таблица 39. Обилие растений живого напочвенного покрова в исходных и производных насаждениях

| Вид ЖНП | Березняки и их 2-летняя вырубка | Культуры сосны различного возраста, лет | | |
|---|---------------------------------|---|-----|-------|
| | | 15 | 30 | 45–60 |
| <i>Предположительно березняковые виды</i> | | | | |
| Бедраец камнеломка | Р | Н | Р | Р |
| Будра плющевидная | Р | Р | Р | Р |
| Василек шероховатый | | Н | Р | |
| Ветреница лесная | Р | Н | Р | |
| Земляника обыкновенная | Р | Р | Н-Р | Н-Р |
| Звездчатка злаковая | Н | Р | Р | Р |
| Костяника | Н-Р | Н | Н-Р | Н-Р |
| Мятлик узколистный | Н-Р | Р | Р | Р |
| Мятлик луговой | Р | Н | Р | |
| Порезник сибирский | Н-Р | Н | Р | Р |
| Полевица гигантская | Р | Р | Р | Р |
| Подмаренник северный | Р | Р | Р | Р |
| Тысячелистник азиатский | Р | Р | Р | Р |
| Чина луговая | Р | Р | Р | |
| <i>Предположительно березняково-сосняковые виды</i> | | | | |
| Вейник тростниковидный | Сг-Р | Р | Н-Р | Р |
| <i>Предположительно сосняковые виды</i> | | | | |
| Грушанка круглолистная | | | Р | Н-Р |
| Зимолюбка зонтичная | | | Р | Н-Р |
| Ортилия однобокая | Р | | Р | Р |
| | | | | Р |

Примечание. Обилие видов приведено по шкале В. С. Ипатова, Л. А. Кириковой, Т. А. Линдеман (1966): Сг – согосподствующие (удельное проективное покрытие 33–66%), Н – наполнители (33–5%), Р – редкие (менее 5%).

Таблица 40. Распределение травянистых растений различной ценотической приуроченности в насаждениях разной стадии развития

| Фитоценозы | Среднее количество видов живого напочвенного покрова | | |
|--------------------------------|--|------------------------|------------|
| | березняковые | березняково-сосняковые | сосняковые |
| Березняки, их 2-летние вырубки | 59(12) | 3(1) | 4(1) |
| Культуры сосны, лет: | | | |
| 15 | 62(13) | 3(1) | 2(0) |
| 30 | 58(14) | 3(1) | 7(3) |
| 45–60 | 34(10) | 3(1) | 12(3) |

Примечание. В скобках указано количество наиболее обильно представленных видов

9. Роль живого напочвенного покрова в ремедиационных мероприятиях

Смена живого напочвенного покрова в культурах сосны обыкновенной, созданных по плужным бороздам на вырубках разнотравных березняков, изолированных от соседства сосновых лесов, слабо заметна до 15-летнего возраста и отчетливо проявляется в 60-летних культурах за счет сокращения типичных «березняковых» и появления «сосняковых» видов: грушанки круглолистной, зимолюбки зонтичной, ортилии однобокой, зеленых мхов.

В связи со сменой доминирующего древостоя в культурах сосны обыкновенной наиболее быстро сокращается обилие таких видов, как мятлик луговой, полевица гигантская, девясил иволистный, лилия саранка, душица обыкновенная, реброплодник уральский, серпуха венценосная, чина весенняя.

В загущенных культурах сосны отмечена деградация березнякового разнотравья до мертвого напочвенного покрова в стадии средневозрастных сосняков, оставленных на естественное изреживание. Для окончательной смены березняка разнотравного сосняком разнотравным требуется более длительный срок, вероятно, не менее двух поколений сосны.

В качестве *редких видов* с встречаемостью менее 15% в исходных березняках и в культурах сосны на их вырубках из «березнякового» разнотравья отмечены: борщевик сибирский, василистник простой, вероника колосистая, вероника дубравная, вороний глаз, гвоздика широколистная, герань лесная, горошек заборный, горошек мышиный, горошек лесной, герань сибирская, девясил иволистный, душица обыкновенная, дудник лесной, жгун-корень, зопник клубненосный, зюзник европейский, клевер люпиновый, лапчатка серебристая, любка двулистная, медуница неясная, полынь широколистная, подмаренник настоящий, подорожник степной, реброплодник уральский, репешок волосистый, смолевка поникшая, смолевка обыкновенная, скерда сибирская, серпуха венценосная, таволга обыкновенная, таволга вязолистная, тонконог гребенчатый, тысячелистник обыкновенный, фиалка полевая, фиалка собачья, фиалка холмовая, фиалка удивительная, чина клубненосная, чина лесная, чина гороховидная, хвощ полевой, хвощ зимующий, очиток пурпурный, пырей ползучий.

Из «сосняковых» видов в качестве *редких* с встречаемостью менее 15% учтены гудайера ползучая, золотарник обыкновенный, кочедыжник женский, майник двулистный, мерингия бокоцветная, одноцветка крупноцветковая, молиния голубая, хвощ лесной, вейник наземный; из предположительно «березняково-сосняковых» видов отмечены купена лекарственная и ястребинка зонтичная.

Максимальное обилие растений открытых местообитаний отмечено в несомкнувшихся 15-летних культурах сосны. В культурах 30 лет и старше уже наблюдается процесс изреживания светолюбивых видов ЖНП.

В лесостепной и южно-таежных подзонах Западной Сибири значительна гибель лесных культур и подроста от остепнения (задернения злаками) и лесных пожаров, возникающих на вырубках в весенний период. По этой причине списывают от 6 до 15% всех создаваемых культур. Высокая частота пожаров на вырубках связана с тем, что полевая влагоемкость ветоши трав в 2 раза ниже, чем у лишайников и лесной подстилки из хвои, и в 6 раз ниже, чем у гипновых мхов [53]. После осадков любой интенсивности ветошь злаков при температуре воздуха выше +15 °С высыхает до горючего состояния в течение одного часа. Скорость распространения фронта огня на вырубках в ветреную погоду может достигать нескольких метров в секунду, поэтому тушение пожаров на сплошных вырубках крайне затруднено.

9.3. Методы регулирования живого напочвенного покрова

Проведенные нами исследования показали, что для регулирования обилия, конкурентоспособности и видового разнообразия ЖНП на ранних этапах развития лесных фитоценозов эффективны *агротехнический, химический и лесоводственный (дендроценотический) методы* [142, 143, 146, 149, 151, 156].

Агротехнический метод применяют при обработке почвы под культуры и содействии естественному лесовозобновлению. При этом дискование и фрезерование почвы, целесообразные для повышения почвенного плодородия, заменены плужной обработкой, которая менее совершенна в экологическом отношении, но более эффективна для ограничения негативного воздействия травяного покрова на лесовозобновление.

Химический метод (применение селективных гербицидов) позволяет оградить лесные сообщества от внедрения и чрезмерного развития степной и луговой растительности, контролировать без нарушения почв уровень конкурентных отношений между хозяйственно-ценными растениями и прочими компонентами ценоза. Он открывает широкие возможности в содействии естественному лесовозобновлению в разнотравных типах леса, в охране редких видов трав, в искусственном обогащении лесных сообществ новыми видами полезных растений.

Недостатки химического метода – высокая стоимость, разрушение растительных сообществ в случае передозировки гербицидов, возможность загрязнения среды обитания инородными биологически активными веществами. Поэтому на современном этапе его применяют преимущественно в тех случаях, когда другие методы регулирования травяного покрова не эффективны.

Лесоводственный (дендроценотический) метод основывается на предварительном лесовозобновлении и эдификаторной роли формирующегося древостоя.



9. Роль живого напочвенного покрова в ремедиационных мероприятиях

При обновлении лесных насаждений должен быть создан режим освещения и корневой конкуренции древостоя, ограничивающий разрастание трав, но достаточный для выживания всходов и подроста главных лесообразующих пород. Материнский древостой следует окончательно вырубать после того, как новое поколение леса достигло высоты 0,5–0,8 м и может самостоятельно противостоять конкуренции трав. Следуя принципам дендроценотического метода, необходимо создавать культуры и стимулировать появление самосева лесообразующих пород такой густоты, которая обеспечит быстрое их смыкание после рубки материнского древостоя и переход нового поколения леса в фазу саморегулирования.

Лесоводственный метод общепризнан, предусмотрен правилами рубок и руководствами по лесовосстановлению, но не находит широкого применения по следующим причинам:

- рубка древостоев в несколько приемов сложнее и дороже сплошнолесосечных рубок;
- промышленность не производит малогабаритные тягачи и орудия для обработки почвы в сомкнутых насаждениях.

На участках произрастания пищевых и лекарственных растений можно осуществлять ряд специальных мероприятий, направленных на повышение их продуктивности: *формирование благоприятного светового режима, применение минеральных удобрений, омоложение зарослей* и др. Такие мероприятия детально разработаны для брусники, клюквы, черники, голубики, некоторых лекарственных растений [148].

Формирование светового режима направлено на создание оптимальных для плодоношения дикорастущих ягодных растений условий освещенности путем изреживания древесного полога, прежде всего второстепенных пород, подроста и подлеска.

Большая часть плодоносящих черничников сосредоточена в приспевающих и спелых насаждениях полнотой 0,5–0,7. При полноте древостоя менее 0,3 и более 0,7 урожайность значительно снижается. Все виды рубок следует проводить в осенне-зимний период при наличии снегового покрова, используя технологии, технику и механизмы, наносящие наименьший вред ягодникам и верхним горизонтам почвы.

Урожайность голубики можно повысить в 1,5–2 раза *внесением простого суперфосфата P_{30} , двойного суперфосфата P_{30-60} с бором, мочевины в сочетании с двойным суперфосфатом $N_{60}P_{60}$ и бором*, а также полного минерального удобрения $N_{60}P_{60}K_{60}$.

Омоложение зарослей брусники, черники, голубики и других ягодниковых полукустарничков можно выполнять мотокусторезами, газонокосилками или регулируемым отжигом зарослей вместе с частичным отжигом хвойной подстилки.

Регулирование живого напочвенного покрова при содействии естественному лесовозобновлению или создании лесных культур предполагает уменьшение его сомкнутости ниже 20–30% с сохранением видового разнообразия. При этом решается 2 задачи: временно подавляются «сорные виды», наделенные свойствами сильных конкурентов; сохраняются ценотически- и хозяйственно-ценные, а также охраняемые растения.

Увеличение обилия, фитомассы и урожайности ценных растений можно достичь за счет подавления в их зарослях конкурентных растений гербицидами с высокой избирательностью действия к ценным видам.

Важным организационным мероприятием, способствующим сохранению пищевых, лекарственных и других важных недревесных ресурсов леса, является проведение среди населения разъяснительной работы об их ценности, необходимости рационального использования и охраны.

9.4. Повышение биоразнообразия живого напочвенного покрова

Задача восстановления и увеличения биоразнообразия в рамках отдельных участков эксплуатационных лесов практически не ставится. В защитных лесах такие проблемы актуальны в заказниках и на особо охраняемых природных территориях (ООПТ). В заказниках охотопромыслового назначения запретные меры обычно сочетаются с биотехнологическими мероприятиями по увеличению численности промысловых животных. На ООПТ и в заказниках ограничиваются обычно перечнем запретных мер, которые должны свести до минимума антропогенный прессинг и тем самым обеспечить естественную структуру лесных биоценозов.

Ярким примером обогащения фауны стала Чернобыльская запретная зона, в которой за 20 лет сформировалась крупнейшая в мире популяция волков [135], находят убежища стада диких кабанов, зубров, начали гнездиться некоторые виды перелетных птиц, ранее выводившие потомство в других регионах. Изменения во флоре Чернобыльской зоны менее значительные. Строгая охрана радиоактивно загрязненных древостоев от пожаров, запрет распашки земель ограничили периодическое образование прогалин и открытых ценозов, пригодных для внедрения новых видов и естественной перестройки популяций до аварийной флоры.



9. Роль живого напочвенного покрова в ремедиационных мероприятиях

Для регулирования биоразнообразия лесных биоценозов важно определить конкурентные взаимоотношения древостоя-эдификатора и подчиненных ярусов. Согласно господствующей парадигме [130], «лес» понимается как «лесной биогеоценоз», организованный древостоем-эдификатором с *более или менее сомкнувшимися пологом крон деревьев*, под влиянием средообразующих функций и конкуренции которого формируются специфичные лесной микроклимат, почвенно-гидрологические условия, нижние ярусы фитоценоза и биоценоз в целом. В лесной экологии «световая» конкуренция эдификаторного древостоя (перехват им фотосинтетически активной радиации – ФАР) постулирована в качестве главного фактора, определяющего интенсивность его общей конкуренции по отношению к деревьям и всем растениям нижних ярусов [112].

Исследования в предлесостепи Западной Сибири и в средней тайге Зауралья с применением экспресс-метода количественного определения индекса корневой конкуренции отдельного дерева и древостоя на базе микроэкосистемного подхода [107, 113–117] позволили установить, что «на всех этапах возрастной динамики формирования модальных древостоев степень сомкнутости (проективного покрытия, перекрытия и конкурентных контактов) корневых систем деревьев на несколько порядков выше сомкнутости их крон» (рис. 9).

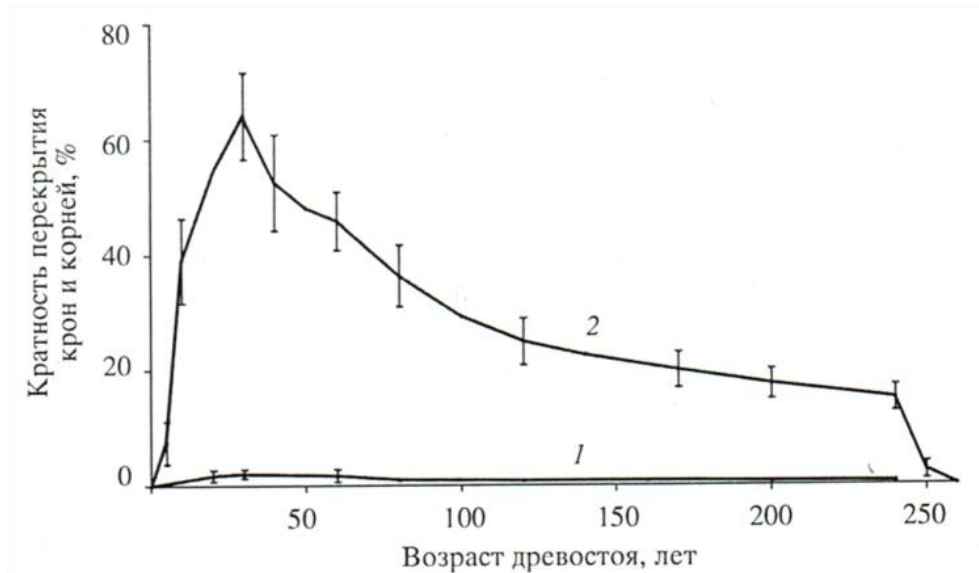


Рис. 9. Возрастная динамика кратности перекрытия крон (1) и корневых систем (2) деревьев в сосняке бруснично-чернично-зеленомошном в предлесостепи Западной Сибири [112]

На этом основании С. Н. Санниковым сформулировано понятие: «Лес – динамически стабильная дендроценоэкосистема, сформировавшаяся под средообразующим влиянием подземно- (и в меньшей мере надземно-) сомкнутого древостоя-эдификатора...» [112].

При разработке проектов ремедиации, направленных на сохранение или размножение редких и исчезающих, на обогащение насаждений новыми видами наряду с сомкнутостью крон древостоя-эдификатора следует обязательно учитывать корневую конкуренцию деревьев, достигающих корнями до сохраняемых или вводимых в состав насаждений экземпляров травянистых растений, подроста или саженцев. Для этих целей следует использовать разработанный Н. С. Санниковой микроэкосистемный подход [115–117], который предполагает определение индексов световой (СКД) и корневой (ККД) конкуренции деревьев (см. приложение 1).

9.5. Применение гербицидов для ремедиации лесных фитоценозов

Наши исследования показали, что гербициды с достаточно высокой избирательностью действия к сосне, ели, кедру оказались селективными и ко многим видам растений живого напочвенного покрова, характерным для коренных ценозов этих древесных пород [146, 158]. Вероятно, экстракты хвои и мертвого опада деревьев обладают гербицидным свойством. В пределах проекции крон деревьев большинство травянистых растений обычно отсутствует, мхи и характерные для хвойных лесов полукустарнички сохраняются. Можно предположить, что в результате длительной совместной эволюции сформировались сообщества растений, устойчиво сосуществующие и достаточно одинаково реагирующие на биологически активные природные вещества гербицидного действия. Сопряженная эволюция эдификаторных древесных пород и типичных для их фитоценозов травянистых и полукустарничковых растений предполагает возможность подбора синтетических гербицидов, обладающих достаточной избирательностью действия к основным компонентам коренных лесных фитоценозов [145, 148, 158].

В США, Канаде, Финляндии при лесовосстановлении широко применяется гербицидно-арборицидный препарат велпар (гексацинон). Отмечена высокая фитицидная активность, универсальность действия и ярко выраженная селективность велпара по отношению к сосне обыкновенной [10, 12, 13, 76, 157]. Он может быть использован в питомниках [73, 74] для химической обработки почвы под лесные культуры и при уходе за ними [171], для осветления сосны в смешанных молодняках и жердняках [76, 157].

9. Роль живого напочвенного покрова в ремедиационных мероприятиях

Разовая обработка велпаром в дозе 0,5 г/м² д. в. радикально изменяет видовой состав молодняков, выводит сосну обыкновенную в ранг доминанта и эдификатора даже в случае, если ее самосев, подрост или культуры до обработки находились под пологом молодняков березы, осины высотой 3 м [11]. При этом велпар подавляет на 2–3 года и травянистую растительность до уровня, при котором обеспечивается выживание даже 2-летних всходов сосны [144, 147, 152, 157, 158].

Велпар в дозе 0,5 г/м² эффективно подавляет «сорные» и умеренно изреживает лесные подпологовые виды (приложение 9). При этом не повреждаются зеленые мхи: плеврозиум Шребера, гилокомиум блестящий, дикранум волнистый. Велпар является практически идеальным препаратом для комплексного ухода за культурами, самосевом, подростом сосны на всех этапах развития и на всех типах почв, пригодных для произрастания сосны обыкновенной. С его помощью можно не только обеспечить формирование древостоев сосны, но и предотвратить или ликвидировать нежелательные изменения видового разнообразия и структуры травяно-кустарничкового яруса в ходе послерубочных и послепожарных сукцессий.

Ограничением к применению велпара может служить необходимость сохранения в отдельных типах леса некоторых редких и чувствительных к нему видов: линнея северная, венерин башмачок желтый, любка двулистная, одноцветка крупноцветковая (см. приложение 9). Второе условие экологически безопасного применения велпара – строгое соблюдение рекомендуемых доз. В дозах более 0,8 г/м² он начинает действовать как общеистребительный гербицид и может привести к снижению видового разнообразия фитоценозов. Там, где требуется радикальное подавление травяного покрова на длительное время, например при химической подготовке почвы под лесные культуры, следует использовать несплошное (полосное, площадками) внесение велпара из расчета 0,8 г/м² или проводить дробные двукратные обработки в дозе 0,5 г/м² д. в.

Для регулирования послерубочных и послепожарных сукцессий ельников и кедровников пригодны производные глифосата (раундап, нитосорг, угал и др.) в дозах 0,3–0,4 г/м² д. в. Раундап в дозе 3 кг/га обеспечивает удовлетворительную защиту культур и подростов ели и кедра от угнетения порослью березы и корневыми отпрысками осины. При его применении сомкнутость травяного покрова снижается в 2–3 раза.

Наиболее чувствительны к производным глифосата травянистые растения открытых местообитаний: звездчатка злчаная, змееголовник Рюйша, бодяки щетинистый и разнолистный, душица обыкновенная, сивец луговой, вейники тростниковидный, пурпурный, наземный, вероники колосистая и дубравная, горошки мышьи-

ный и заборный, коротконожка перистая, медуница мягчайшая, земляника лесная, перловник поникший, клевер средний, лабазник вязолистный, ожика волосистая, мятлики дубравный и узколистный, осока сероватая, лапчатка прямостоящая, тысячелистник обыкновенный, пырей ползучий (см. приложение 9).

К группе «слабо повреждаемых» производными глифосата относятся растения лесного мелкотравья: бедренец камнеломка, вороний глаз четырехлистный, грушанка круглолистная, рамишия однобокая, подмаренник северный и обыкновенный, фиалка собачья, черноголовка обыкновенная, майник двулистный, линнея северная, жгун-корень сомнительный, зимолубка зонтичная, лютик едкий, василистник водосборолистный, медуница мягчайшая, ожика волосистая, перловник поникший, девясил иволистный, нивяник обыкновенный, молиния голубая.

Отмирание растений этой группы при дозах глифосата 0,3–0,5 г/м² д. в. составляет от 50 до 80%, что с учетом невысокого обилия и низкой конкурентоспособности вполне достаточно для их перевода в индифферентную группу по отношению не только к самосеву лесообразующих пород, но и к хозяйственно-ценным растениям живого напочвенного покрова. Примечательно, что к производным глифосата достаточно устойчивы некоторые хозяйственно-ценные, пищевые и лекарственные виды: брусника, черника, купена многоцветковая, орляк обыкновенный, синюха лазоревая, наперстянка лекарственная. Разовая обработка раундапом зарослей брусники, орляка, синюхи позволила освободить их от конкурентных злаков и сформировать эксплуатационно пригодные плантации.

В отличие от велпара защитное действие производных глифосата менее продолжительное – 1–2 года. Обработанные участки уже на 2-й год заселяются видами, хорошо размножающимися семенами. Фитоценотическая роль их неоднозначна. Бодяк полевой, молокан татарский являются сорно-полевыми растениями, способными интенсивно размножаться вегетативным способом. Как конкуренты за элементы почвенного питания они не менее опасны, чем злаки. Поэтому, чтобы окончательно закрепить доминирующую роль хвойных пород и сопутствующего им комплекса растений нижних ярусов, могут потребоваться повторные обработки.

Если популяция ценного вида представлена немногочисленными растениями, наиболее надежные результаты дает следующий способ ухода. В конце лета (с 25 июля по 20 августа) срезаются надземные части ценных растений и участок опрыскивают производными глифосата в дозе 4–5 кг/га д. в. Таким образом исключается поступление гербицида в подземные органы растений, за которыми ведется уход, и обеспечивается подавление нежелательных видов. На второй год требуется только облегченная ручная прополка одиночных сорняков.

9. Роль живого напочвенного покрова в ремедиационных мероприятиях

Если полезные растения представлены достаточно обильно, уход за ними выполняется с помощью гербицидов, к которым они биологически устойчивы. В качестве конкретных «рабочих» доз принимаются минимальные из указанных в приложении 9, но эффективные для подавления конкурентных растений. Для ухода за достаточно густыми зарослями брусники, купены, наперстянки крупноцветковой, синюхи голубой применяют производные глифосата в дозе 3–5 кг/га д. в.

Применение гербицидов, наряду с прокашиванием междурядий в первой половине августа, является перспективным направлением снижения горимости несомкнувшихся лесных культур [146, 147]. Наши опыты показали, что на участках, обработанных производными глифосата в дозе 0,4–0,5 г/м² д. в., после выкладывания в мае следующего года на сухую ветошь трав горящих спичек доля загораний составила только 42,2%. Снижение пожароопасности вызвано, как и при позднелетнем скашивании трав, уменьшением общего запаса горючих материалов. На 2–3-й год среднее проективное покрытие почвы ветошью трав на обработанных раундапом делянках составляло 9–48% по сравнению с 60–67% в контроле.

Существенное значение для снижения горимости лесных культур имело также уменьшение в покрове участия злаков и увеличение доли широколистных растений с плохо горящим опадом (рис. 10).

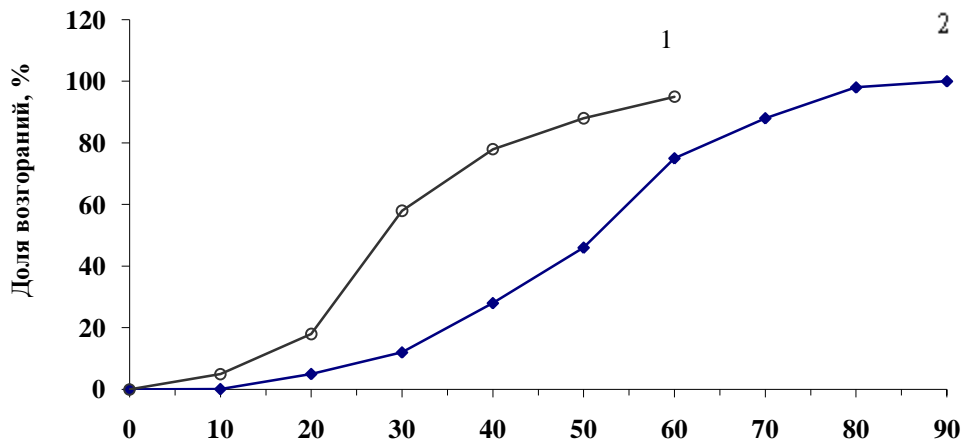


Рис. 10. Возгорание ветоши трав на участках, обработанных производными глифосата

Условные обозначения: 1 – участки, где преобладают: вейник наземный (Ед-30), вейник тростниковидный (10-60), мятлик узколистный (10-30);
2 – участки, где преобладают: звездчатка злаковая (Ед-60), клевер средний (Ед-20), костяника (Ед-10), мелкопестник канадский (Ед-20), щавель обыкновенный (Ед-20).

Плохо горящий опад формируют медуница мягчайшая, борщевик сибирский, сныть обыкновенная, бодяк разнолистный, щавель обыкновенный, герань лесная, купальница европейская. Их листья плотно придавливаются в зимний период к почве, медленно высыхают, быстро разлагаются. Горящие спички, выложенные на плотно прилегающие к почве листья названных растений, гасли. Чтобы окончательно убедиться в низкой возгораемости этих видов, спички приходилось укладывать наклонно.

Анализируя сохранность трав после применения гербицидов (см. приложение 9), можно сделать вывод, что химическая обработка не только снижает общий запас горючих материалов, но и способствует увеличению в покрове доли видов с плохо горящим мертвым опадом. Среди гербицидов наиболее длительное подавление злаков и травяного покрова в целом обеспечил велпар. Применение велпара в дозе 0,8–1,0 г/м² сдерживало восстановление травяного покрова в течение 5–7-и лет, при этом доля злаков в нем оставалась минимальной.

Селективные гербициды пригодны для ремедиации лесных фитоценозов, возникших в результате послерубочных и послепожарных сукцессий. Однако для полной гарантии сохранения коренных типов сосновых, еловых и кедровых лесов необходима достаточная густота хвойного подроста или лесных культур, обеспечивающая раннее смыкание хвойных молодняков.

По мере смыкания крон хвойных пород и уменьшения освещенности условия произрастания становятся неблагоприятными для растений открытых местообитаний. Тем самым создается возможность разрастания подпологовых видов кустарничково-травяно-мохового покрова, характерных для хвойных лесов. Фитоценоз становится закрытым, дальнейшее его формирование происходит уже по принципам саморегулирования.

Фитоценотическая избирательность гербицидов ограничена сравнительно узким интервалом доз, превышение которых может сопровождаться значительным разрушением растительных сообществ. Поэтому химический метод регулирования лесных фитоценозов требует высокой точности исполнения в строгом соответствии с требованиями действующего Списка пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации [14, 15].

10.

РЕМЕДИАЦИЯ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСОВ И ОСОБО ЗАЩИТНЫХ УЧАСТКОВ ЛЕСОВ

Леса защитного назначения должны быть саморегулирующимися экосистемами. При их ремедиации следует предусматривать сохранение или восстановление плодородия почвы и исторически сложившихся биоценозов, способных воспроизводить все виды недревесных ресурсов (грибы, ягоды, полезные растения, охотничью фауну), обладать необходимыми средозащитными функциями.

В монографии «Лесообразовательный процесс» [120] В. Н. Седых проанализировал наиболее распространенные типы сукцессий защитных лесов: *пирогенные, на аллювиальных отложениях, ветровальные, патогенные, ценогенные, антропогенные*. Во всех рассмотренных вариантах конкретных сукцессий на заключительных этапах лесообразовательного процесса им отмечен естественный распад древостоев первого поколения и формирование разновозрастных низкопродуктивных насаждений.

С помощью выборочных рубок лесное хозяйство не всегда обновляет перестойные насаждения, иногда, наоборот, ускоряет их деградацию: «В северных районах Западной Сибири на плакорах в результате выборочных рубок усиливается процесс трансформации лесов из продуктивных в менее продуктивные и в конечном итоге – формирование заболоченных лесов. На юге в результате выборочных рубок происходит трансформация хвойных лесов в лиственные. Ярким примером этому являются пригородные леса г. Новосибирска. Некогда знаменитые Приобские боры с запасом древесины до 700 м³/га после выборочных рубок постепенно деградируют, превращаясь в березово-осиново-черемуховые заросли в результате зарастания травянистой растительностью и кустарниками «окон», возникших после выборки перестойных деревьев сосны.

Выборочными рубками российские лесоводы невольно приступили к устойчивому поддержанию спелых, перестойных и разновозрастных расстроенных насаждений. Следует учесть, что фаза существования разновозрастного леса не самая



биологически разнообразная. В частности, таким приемом лесное хозяйство исключает «право на существование» лесных растений и растительных сообществ, которые появляются только после пожаров или других катастрофических факторов и существуют до тех пор, пока не сомкнутся молодые древостои» [120].

Исследования в Приобских борах и на севере Западной Сибири убеждают, что наиболее успешно леса восстанавливаются на минерализованных участках, лишенной всякой растительности. В этих случаях их развитие осуществляется по послепожарной, эволюционно отработанной схеме, при которой в возрасте спелости насаждения достигают максимальной продуктивности, пройдя все возрастные этапы, характеризующиеся только им присущим биологическим разнообразием и продуктивностью. В связи с этим возникают обнадеживающие *перспективы использования узколесосечных рубок* с разрушением лесной подстилки как лесоводственного приема, обеспечивающего обновление и формирование саморегулирующихся лесов, устойчиво выполняющих защитные функции.

На основании многолетних стационарных исследований в предлесостепных борах Западной Сибири [110, 112, 164] получены следующие выводы.

При выборочных рубках интенсивностью до 30% по запасу механизированное содействие возобновлению сосны под пологом леса затруднено и лесоводственно неэффективно. Самосев сосны угнетается вследствие корневой и световой конкуренции древостоя, повторное изреживание которого сопряжено с повреждением подроста предварительных генераций.

Эволюционной природе естественного возобновления сосны обыкновенной более соответствуют чересполосно-постепенные рубки. Обсеменение вырубок от стен леса полностью сохраняет ее генофонд. Обеспечивается возможность механизированной обработки почвы. Рост самосева сосны при полном освещении и отсутствии корневой конкуренции материнского древостоя происходит в несколько раз быстрее, чем под пологом леса. В результате 3-приемных чересполосно-постепенных рубок с интервалом 8–10 лет формируется мозаично-ступенчатая возрастно-высотная структура древостоя. Для предотвращения перехода низового пожара в верховой интервалы очередных приемов рубок следует увеличить до 15–20 лет, чтобы полог нового поколения деревьев оказался выше зоны низового пожара.

В защитных лесах первоочередным ремедиационным мероприятием являются рубки обновления спелых и перестойных насаждений, препятствующие их деградации и обеспечивающие своевременное обновление с непрерывным сохранением защитных функций.



10. Ремедиация защитных лесов и особо защитных участков лесов

Основной задачей ремедиации в молодняках и средневозрастных лесах защитного назначения является формирование *долговечных* насаждений, непрерывно и эффективно выполняющих четко определенные целевые функции: водоохранные, защитные, санитарно-гигиенические и т. п.

Уход за защитными лесами должен назначаться и выполняться дифференцированно в зависимости от категорий защитности и в соответствии с основными и дополнительными функциями лесов. Он направлен на усиление одной или нескольких целевых функций, при этом одна из них может оставаться главной.

В зависимости от исходного состояния и целевого назначения насаждений ремедиация должна иметь конкретную направленность и являться составной частью системы лесоводственных мероприятий (табл. 41–43).

Таблица 41. Системы ремедиационных мероприятий в защитных лесах с учетом их целевого назначения

| Целевое назначение защитных лесов | Системы лесоводственных и ремедиационных мероприятий |
|--|---|
| <p>1. Леса, расположенные на особо охраняемых природных территориях; леса, имеющие научное или историческое значение</p> <p>Обеспечение благоприятных условий для жизнедеятельности, возобновления и расселения охраняемых видов растений и животных.</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Формирование рубками ухода устойчивых самовозобновляющихся лесных насаждений, обеспечивающих благоприятные условия для жизнедеятельности и расселения охраняемых видов растений и животных. 2. Проведение специальных мероприятий, способствующих размножению и активной жизнедеятельности охраняемых объектов растительного и животного мира 3. Своевременное обновление древостоев, достигающих возраста естественной спелости, содействием естественному возобновлению или созданием культур пород, обеспечивающих благоприятные условия для охраняемых видов. |
| <p>Перевод поверхностного стока во внутripочвенный, защита почв и берегов от эрозии.</p> | <p>2. Леса, расположенные в водоохранных зонах, и леса, расположенные в первом и втором поясах зон санитарной охраны источников питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Формирование рубками ухода устойчивых самовозобновляющихся берегоукрепляющих лесных насаждений, обеспечивающих перевод поверхностного стока во внутripочвенный. 2. Своевременное обновление древостоев, достигающих возраста естественной спелости, путем содействия естественному возобновлению или созданием лесных культур главных лесобразующих пород с сохранением защитных функций насаждений. |



| Целевое назначение защитных лесов | Системы лесоводственных и ремедиационных мероприятий |
|--|---|
| <p>3. Защитные полосы лесов вдоль железнодорожных путей и автомобильных дорог</p> <p>Защита дорог от снежных заносов, населенных пунктов – от шума и загрязнения выхлопными газами.</p> | <p>3. Защитные полосы лесов вдоль железнодорожных путей и автомобильных дорог</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Формирование посадкой и рубками ухода плотных непродуваемых лесных полос из долголетних пород, устойчивых к неблагоприятным региональным условиям. 2. Санитарные рубки усыхающих деревьев и кустарников. 3. Омоложение полос путем проведения мер содействия естественному возобновлению или дополнительной посадкой деревьев. |
| <p>4. Зеленые зоны, лесопарки; городские леса; леса, расположенные в зонах округов санитарной охраны лечебно-оздоровительных местностей и курортов</p> <p>Обеспечение благоприятных эстетических и санитарно-гигиенических условий для отдыха и оздоровления населения.</p> | <p>4. Зеленые зоны, лесопарки; городские леса; леса, расположенные в зонах округов санитарной охраны лечебно-оздоровительных местностей и курортов</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Формирование искусственными посадками и регулярными рубками ухода ландшафтов с высокими эстетическими, санитарно-гигиеническими и рекреационными качествами. 2. Выборочные рубки усыхающих деревьев. 3. Проведение мер содействия естественному возобновлению или реконструкция стареющих ландшафтов с восстановлением эстетических, санитарно-гигиенических и рекреационных качеств. |
| <p>Регулирование снегонакопления на сельхозполях, защита территорий от пыльных бурь.</p> | <p>5. Государственные защитные лесные полосы</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Формирование ажурных, продуваемых конструкций полос, обеспечивающих равномерное распределение снега на прилегающих сельскохозяйственных угодьях. 2. Периодическая инвентаризация защитных полос и разработка проектов по уходу за ними или реконструкции, закладка новых защитных полос. |
| <p>Улучшение климата и гидрологического режима территорий, обеспечение населения древесиной и недревесной продукцией.</p> | <p>6. Леса, расположенные в лесостепной и степной зонах</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Формирование интенсивными методами лесовосстановления и рубками ухода высокопродуктивных насаждений с высококачественной товарной структурой древостоев, высокими средозащитными свойствами, устойчивых к неблагоприятным условиям лесостепной и степной зон. 2. Своевременное обновление спелых насаждений, с сохранением высокой продуктивности лесов без потери качества товарной древесины. 3. Создание рубками благоприятных условий для естественного и искусственного воспроизводства лесов. 4. Облесение вырубок, гарей, заброшенных сельхозугодий, восстановление оптимальной лесистости. |

Примечание: в лесах всех категорий защитности обязательно противопожарное обустройство и охрана лесов от пожаров.

10. Ремедиация защитных лесов и особо защитных участков лесов

Таблица 42. Предлагаемая очередность проведения ремедиационных мероприятий в защитных лесах, в порядке снижения потребности в лесоводственных уходах

| Виды мероприятий | Типы насаждений | Очередность проведения |
|--|--|------------------------|
| 1. Противопожарное обустройство и охрана от пожаров | 1.1. Леса I–III классов пожарной опасности | 1 |
| | 1.2. Леса IV–V классов пожарной опасности | 2 |
| 2. Рубки ухода в молодняках | 2.1. Лесные культуры и подрост сосны, лиственницы, угнетаемый лиственными породами | 2 |
| | 2.2. Подрост темнохвойных пород, угнетаемый березой, осиной | 3 |
| 3. Обновление спелых и перестойных насаждений | 3.1. Особо охраняемые природные территории | 3 |
| | 3.2. Государственные защитные лесные полосы | 3 |
| | 3.3. Притундровые леса | 4 |
| | 3.4. Защитные лесные полосы вдоль автомобильных и железных дорог | 5 |
| | 3.5. Леса в водоохраных зонах | 3 |
| 4. Формирование рубками ухода насаждений определенного целевого назначения | 4.1. Особо охраняемые природные территории | 3 |
| | 4.2. Государственные защитные лесные полосы | 3 |
| | 4.3. Леса рекреационного и лечебно-оздоровительного назначения | 4 |
| | 4.4. Леса в водоохраных зонах | 4 |
| | 4.5. Защитные лесные полосы вдоль автомобильных и железных дорог | 4 |
| 5. Санитарные рубки | Защитные леса всех категорий | 3 |
| 6. Увеличение биоразнообразия | Особо охраняемые природные территории | 3 |

Примечание: во всех категориях защитности обязательно своевременное проведение лесозащитных мероприятий

Таблица 43. Предлагаемые нормативы рубок ухода в защитных лесах Западной Сибири

| Целевые насаждения | Руководящие нормативные документы | Максимальная интенсивность рубок ухода, % | | Минимальная полнота средневозрастных и спелых насаждений |
|---|--|---|-----------------------|--|
| | | в молодняках | в старших насаждениях | |
| 1. Леса, расположенные на особо охраняемых природных территориях; леса, имеющие научное или историческое значение | | | | |
| Насаждения, оптимальные для охраняемых видов растений и животных | Проект на создание ООПТ и проект освоения лесов | 30–70 | 15–30 | Определяется проектом |
| 2. Леса, расположенные в водоохранных зонах; леса, расположенные в первом и втором поясах зон санитарной охраны источников питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения | | | | |
| Высокополнотные насаждения с высокой устойчивостью и высокими водоохранными свойствами | Лесной регламент, проект освоения лесов | 60 | 20–30 | 0, 7 |
| 3. Защитные полосы лесов, расположенные вдоль железнодорожных путей и автомобильных дорог | | | | |
| Плотные непродуваемые полосы, обеспечивающие задержание снега, пыли, выхлопных газов, защиту от шума. | Регламент на создание и содержание зеленых насаждений вдоль автомобильных и железных дорог | 60 | 15–20 | 0, 7 |
| 4. Зеленые зоны, лесопарки; городские леса; леса, расположенные в зонах округов санитарной охраны лечебно-оздоровительных местностей и курортов | | | | |
| Насаждения с высокими санитарно-оздоровительными и рекреационными качествами | Проекты на создание и содержание ландшафтов зеленых зон | Не ограничивается | 20–40 | Не ограничивается |
| 5. Государственные защитные лесные полосы | | | | |
| Ажурные, продуваемые полосы, обеспечивающие равномерное распределение снега на полях, снижающие скорость суховеев | Проекты на создание и реконструкцию государственных защитных лесных полос | 30–70 | 20–30 | 0, 6 |
| 6. Леса, расположенные в лесостепной и степной зонах | | | | |
| Насаждения с высокой продуктивностью товарной древесины и высокими средозащитными функциями | Лесной регламент, проект освоения лесостепных лесов | 30 | 20–35 | 0, 7 |



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В монографии обобщены результаты 30-летних исследований воздействия на леса Западной Сибири различных лесоразрушающих факторов. Лесные пожары в высокополнотных хвойных лесах стали непреходящим экологическим фактором, наносящим огромный экономический ущерб, но подготавливающим благоприятную среду для пирогенного обновления климаксовых дендроценозов. В изреженных насаждениях лесные пожары не оказывают положительного влияния на естественное лесовозобновление, способствуют смене мхов травами, хвойных пород – березой и осиной.

К самым масштабному фактору деградации лесных фитоценозов относятся несоблюдение правил заготовки древесины и проведения рубок ухода. Повышение возраста добровольно-выборочных рубок, снижение их интенсивности до 20% при повтораемости 20–25 лет не обеспечило естественное возобновление сосны обыкновенной в продуктивных типах условий произрастания, привело к накоплению перестойных древостоев с подростом и подлеском второстепенных пород.

Рубки ухода (проходные и даже прореживания) повсеместно превращаются в заготовку крупных сортиментов хвойных пород. На доращивание оставляются изреженные древостои из деревьев III и даже IV класса роста, что приводит к «отрицательной селекции», ухудшает генофонд, снижает продуктивность лесов.

Менее масштабно, но экологически более опасно разрушение лесов при разведке и освоении месторождений углеводородного сырья. Для строительства промышленных объектов и прокладки коммуникаций вырубается древостой, степень нарушения почв и грунтов составляет от 25 до 90%. Почвы и поверхностные воды загрязняются нефтью, минерализованными водами, шламом, буррастворами, химреагентами. Горимость лесов увеличивается в 3–5 раз.

В монографии предложены ресурсосберегающие методы лесной рекультивации механически нарушенных почв. Выявлены основные факторы, лимитирующие самоочищение замасоченных почв: высокая концентрация нефти; избыток влаги; высокая кислотность; недостаток кислорода в торфах; сухость песчаных почв; не-



достаток усвояемых форм калия, азота, фосфора; бедность нефтеокисляющими микроорганизмами.

Биодеградацию углеводородов ускоряют рыхление почвы, создание искусственного микрорельефа на переувлажненных участках, внесение минеральных удобрений, извести, торфа и нефтеокисляющих микроорганизмов, высев трав-мелиорантов. Применение отдельных мероприятий, в том числе внесение биодеструкторов нефти, малоэффективно. Необходимо осуществлять комплекс рекультивационных мероприятий, который учитывает всю совокупность факторов, лимитирующих биологическое разложение нефти, при этом должна быть обеспечена максимальная активность каждого мероприятия и всей системы в целом.

На фрагментах загрязненных участков, где количество остаточной нефти превышает 20 кг/м^2 , перед проведением мероприятий, направленных на ускорение микробиологического разложения нефти, обязательно предварительное срезание битумированного слоя почвы толщиной 5–10 см с вывозом его для переработки. Торф с содержанием нефти более 300 г/кг может использоваться для дополнительного получения нефти или битума, является прекрасным сырьем для оргсинтеза. Из него можно готовить топливные брикеты и другие виды топлива.

Особое внимание уделено разработке лесоводственных требований к оценке качества рекультивационных мероприятий на механически разрушенных и подвергшихся нефтяному загрязнению почвах.

С учетом материалов, изложенных в монографии, термин «*ремедиация лесных биогеоценозов*» предлагается понимать как комплекс мероприятий, направленных на восстановление коренных типов леса с фитоценозами, соответствующими экотопам, сформировавшимся после обратимых нарушений лесных биогеоценозов. Ремедиация особо охраняемых природных территорий предполагает формирование лесных биоценозов, благоприятных для охраняемых сообществ растений и животных, которые могут существовать на принципах саморегулирования или при минимальных лесоводственных уходах.

Ремедиация бореальных лесов эксплуатационного назначения должна предусматривать восстановление в первую очередь коренных типов леса хвойных пород. Актуальна ремедиация плакорных лесов, подверженных чрезмерному накоплению лесной подстилки и агрессии сфагновых мхов.





СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Абдуев, М. Р.* Рекультивация нефтезагрязненных земель в Азербайджане / М. Р. Абдуев, А. О. Аскеров // Вестн. с.-х. науки. – 1979. – № 1. – С. 57–61.
2. *Алиев, С. А.* Влияние загрязнения нефтяным органическим веществом на активность биологических процессов почв / С. А. Алиев, Д. А. Гаджиев // Изв. АН АзССР ; Сер. биол. науки. – 1977. – № 2. – С. 46–49.
3. Рекомендации по рекультивации нефтезагрязненных земель / С. А. Алиев, Д. Б. Гвозденко, М. П. Бабаев, Д. А. Гаджиев. – Баку, 1981. – 26 с.
4. *Андресон, Г. К.* Экологические последствия загрязнения почв нефтью / Г. К. Андресон, А. Х. Мухатанов, Т. Ф. Бойко // Экология. – 1980. – № 6. – С. 21–25.
5. *Распространение* углеводородокисляющих микроорганизмов в почвах основных нефтеносных месторождений Узбекистана / М. Я. Андрусенко, Б. И. Бильмас, Т. Д. Джамалов, В. И. Рунов // Микробиология. – 1969. – Т. 39. – № 5. – С. 873–877.
6. *Арефьев, С. П.* Экологическая координация дереворазрушающих грибов (на примере консорции березы) / С. П. Арефьев // Микология и фитопатология. – 2002. – Т. 36. – Вып. 5. – С. 1-14.
7. *Арефьев, С. П.* Сообщество дереворазрушающих грибов как отражение структуры и состояния леса / С. П. Арефьев // Сибирский экологический журнал. – 2007. – №2. – С. 235–249.
8. *Аскеров, А. О.* Вопросы рекультивации нефтезагрязненных земель / А. О. Аскеров // Тез. докл. науч.-практ. конф. молод. ученых. – Баку, 1982. – С. 47.
9. *Бельков, В. П.* Регулирование травяного покрова в лесу / В. П. Бельков, А. Я. Омеляненко, А. Н. Мартынов. – М. : Лесн. пром-сть, 1974. – 112 с.
10. *Практические рекомендации по применению гербицидов в лесных питомниках* / В. П. Бельков, Я. М. Величко, И. В. Шутов, О. В. Бахтин, Н. М. Минакова. – Л. : изд. ЛенНИИЛХ, 1978. – 32 с.
11. *Признаки реакции* саженцев сосны и ели на действие велпара / В. П. Бельков, С. А. Мирославова, Л. Н. Павлюченкова, Е. А. Иванова // Пути повышения эффективности и экологической безопасности химического ухода за лесом ; тез. докл. Всесоюз. науч.-техн. совещ., Псков, 19–21 марта 1985 г. – Л. : ЛенНИИЛХ, 1985. – С. 120–122.



12. *Применение гербицидов в лесных питомниках* : Методические рекомендации / В. П. Бельков, О. В. Бахтин, А. Б. Егоров, А. А. Бубнов, Н. Ф. Мотузинский, Н. И. Потемкина. – Л. : ЛенНИИЛХ, 1989. – 40 с.
13. *Опыт наземного обследования и паспортизации нефтезагрязненных земель* / И. Бобов, С. Н. Гашев, М. Н. Казанцева, Е. А. Пауничев // Леса и лесное хозяйство Западной Сибири. – Тюмень : изд-во ТГУ, 1998. – С. 172–179.
14. *Бродович, Р. И.* Эффективность новых гербицидов в условиях Малого Полесья Украинской ССР / Р. И. Бродович, А. Н. Гаврусевич // Пути повышения эффективности и экологической безопасности химического ухода за лесом : тез. докл. Всесоюз. науч. -техн. совещ. , г. Псков, 19–21 марта 1985 г. – Л. : ЛенНИИЛХ, 1985. – С. 19–21.
15. *Бубнов, А. А.* Гербициды для лесного хозяйства в мировой практике // Лесное хозяйство за рубежом : экспресс-информ. / А. А. Бубнов. – М. : ВНИИЦлесресурс, 1998. – Вып. 1–2. – 44 с.
16. *Бех, И. А.* Болота и заболоченные леса Западной Сибири / И. А. Бех // Леса и лесное хозяйство Западной Сибири. – Вып. 8. – Тюмень : Изд-во ТСХА, 2008. – С. 43–50.
17. *Бузмаков, С. А.* Техногенная трансформация экосистем / С. А. Бузмаков // Проблемы экологии, охраны природы и природопользования : сб. науч. тр. – Пермь : изд-во Перм. ун-та, 2006. – С. 26–50.
18. *Вавер, В. И.* Руководство по рекультивации нефтезагрязненных земель в условиях месторождений нефти Западной Сибири / В. И. Вавер. – Нижневартовск, 1996. – 108 с.
19. *Васильев, С. В.* Воздействие нефтегазодобывающей промышленности на лесные и болотные экосистемы / С. В. Васильев. – Новосибирск : Наука, 1998. – 136 с.
20. *Вегерин, А. М.* Изменение лесного фонда под воздействием нефтедобычи / А. М. Вегерин, А. И. Захаров // Средообразующая роль лесов и ее изменение под влиянием антропогенных воздействий. – М., 1987. – С. 55–70.
21. *Вегерин, А. М.* Зонально-географические аспекты организации рационального лесного хозяйства на юге Тюменской области : дисс. . . . канд. с. -х. наук / А. М. Вегерин. – Свердловск, 1970. – 293 с.
22. *Верещагин, В. И.* Полезные растения Западной Сибири / В. И. Верещагин, К. А. Соболевская, А. И. Якубанова. – М. -Л., 1959. – 347 с.
23. *Восстановление* нефтезагрязненных почвенных экосистем / под ред. М. А. Глазовской. – М. : Наука, 1988. – 254 с.
24. *Гайнутдинов, М. З.* К вопросу о рекультивации земель, нарушенных нефтяной промышленностью / М. З. Гайнутдинов, И. Т. Храмов, М. Ю. Гилязов // Рекультивация земель СССР : тез. докл. Всесоюз. науч. -техн. конф. – Т. 2. – М., 1982. – С. 144–146.
25. *Загрязнение почв* нефтепромысловыми водами / М. З. Гайнутдинов, И. А. Гайсин, И. Т. Храмов, М. Ю. Гилязов // Проблема разработки автоматизированных систем наблюдения, контроля и оценки состояния окружающей среды : матер. Всесоюзн. науч. -практ. конф. – Казань, 1979. – С. 128–129.

26. *Рекультивация* нефтезагрязненных земель лесостепной зоны Татарии / М. З. Гайнутдинов., С. М. Самосова, Т. И. Артемьева, М. Ю. Гилязов, И. Т. Храмов, И. А. Гайсин [и др.] // Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем. – М. : Наука, 1988. – С. 177–197.
27. *Влияние* факела по сжиганию не утилизируемых компонентов нефти и газа на лесные биогеоценозы / С. Н. Гашев, М. Н. Казанцева, А. В. Рыбин, А. В. Соромотин // Проблемы рационального использования, воспроизводства и экологического мониторинга лесов. – Свердловск, 1991. – С. 36–38.
28. *Масштабы* нефтесолевого загрязнения Ханты-Мансийского автономного округа и объемы средств на рекультивацию / С. Н. Гашев, А. В. Рыбин, М. Н. Казанцева, А. В. Соромотин // Биологическая рекультивация нарушенных земель. – Екатеринбург, 1996. – С. 27–30.
29. *Влияние* сырой нефти на прорастание семян и развитие проростков древесных и травянистых растений / С. Н. Гашев, М. Н. Казанцева, А. В. Соромотин, А. В. Рыбин // Лесоведение. – 1993. – № 5. – С. 64–68.
30. *Гашева, М. Н.* Состояние растительности как критерий нарушенности лесных биоценозов при нефтяном загрязнении / С. Н. Гашев, А. В. Соромотин // Экология. – 1990. – № 2. – С. 77–78.
31. *Гилязов, М. Ю.* Изменение некоторых агрохимических свойств выщелоченного чернозема при загрязнении его нефтью // Агрохимия. – 1980. – Т. 12. – С. 72–75.
32. *Гончаров, И. В.* Геохимия нефтей Западной Сибири / И. В. Гончаров. – М. : Недра, 1987. – 180 с.
33. *ГОСТ 17.5.3.04–83.* Земли. Общие требования к рекультивации земель.
34. *ГОСТ 17.5.1.04–80.* Классификация землепользования.
35. *ГОСТ 17.5.1.01–83 (СТ СЭВ 3848–82).* Рекультивация земель. Термины и определения.
36. *ГОСТ 17.5.3.05–84.* Охрана природы. Рекультивация земель. Общие требования к землеванию.
37. *ГОСТ 17.5.1.02–85.* Охрана природы. Земли. Классификация нарушенных земель для рекультивации.
38. *ГОСТ 17.5.1.03–86.* Охрана природы. Земли. Классификация вскрышных и вмещающих пород для биологической рекультивации земель.
39. *ГОСТ 17.1.5.02–80.* Охрана природы. Гидросфера. Гигиенические требования к зонам рекреации водных объектов.
40. *Губанов, И. А.* Лекарственные растения / И. А. Губанов. – М. : Изд-во МГУ, 1993. – 270 с.
41. *Гусейнов, Д. М.* Опыты по рекультивации нефтезагрязненных земель, расположенных на окраине г. Баку / Д. М. Гусейнов, Д. В. Гвозденко // Тез. докл. X научной сессии. – Баку, 1973. – С. 84–86.



42. Ухудшение условий питания растений при загрязнении нефтепродуктами и пути их устранения / А. Я. Демиденко, Л. В. Ежеревская, В. М. Демурджан [и др.] // Рекультивация земель в СССР : тез. докл. Всесоюз. науч.-техн. конф. – Т. 2. – М., 1982. – С. 147–148.

43. Допустимое остаточное содержание нефти и нефтепродуктов в почвах после проведения рекультивационных и иных восстановительных работ на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры: региональный норматив. – Приложение к постановлению Правительства Ханты-Мансийского автономного округа – Югры от 10. 12. 2004 № 466-п.

44. Дубровин, А. В. Способ рекультивации почв, загрязненных нефтью и нефтесодержащими продуктами на севере Российской Федерации в зонах нефтепромыслов и магистральных нефтепроводов / А. В. Дубровин, С. А. Бедин. – Патент на изобретение № 2188529. Зарегистрирован в Государственном реестре 10. 09. 2002.

45. Демиденко, А. Я. Изучение питательного режима почв, загрязненных нефтью / А. Я. Демиденко, В. М. Демурджан, А. Д. Шеянова // *Агрохимия*. – 1983. – № 9. – С. 100–103.

46. Жилкин, Б. Д. Повышение продуктивности сосняков путем культуры люпина / Б. Д. Жилкин // *Лесн. хоз-во*. – 1951. – № 10. – С. 39–42.

47. Жилкин, Б. Д. Повышение продуктивности лесов культурой люпина / Б. Д. Жилкин. – Минск, 1965. – 81 с.

48. О влиянии южно-узбекистанской нефти на биогенность почв в ранние периоды вегетации хлопчатника / А. З. Закиров, Н. А. Тесменова, С. Т. Сулейманова, Х. О. Умаров // *Узбекский биологический журнал*. – 1982. – № 1. – С. 19–21.

49. Деградация и демутация лесных экосистем в условиях нефтегазодобычи / С. В. Залесов, Н. А. Кряжевских, Н. Я. Крупинин [и др.]. – Вып. 1. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотех. ун-т, 2002. – 436 с.

50. Залесов, С. В. Лесная пирология: учеб. пособие / С. В. Залесов. – Екатеринбург : УГЛТА, 1998. – 296 с.

51. Зарубин, С. И. Влияние нефтяных загрязнений на растительность кормовых угодий и методы рекультивации разрушенных сообществ / С. И. Зарубин, Э. И. Аржиловская, Т. Ф. Лиховидова // *Актуальные проблемы окружающей среды на нефтяных и газовых месторождениях Тюменского севера*. – Т. I. – Тюмень, 1983. – С. 87–88.

52. Способ рекультивации земель / С. И. Зарубин, А. Г. Ананенков, Г. П. Ставкин, Н. В. Рыжук, В. М. Поляков // Патент на изобретение № 2157605. Зарегистрирован в Государственном реестре 20. 10. 2000.

53. Деградация и демутация лесных фитоценозов после загрязнения товарной нефтью / А. И. Захаров, А. Ю. Войниленко, Е. В. Талипова, М. В. Черкашина // *Леса и лесное хозяйство Западной Сибири*. – Вып. 8. – Тюмень : изд-во ТГСХА, 2008. – С. 229–235.

54. Захаров, А. И. Виды и масштабы воздействий нефтедобывающей промышленности на лесной фонд Ханты-Мансийского автономного округа / А. И. Захаров, Г. А. Гаркунов, Б. Е. Чи-

жов // Леса и лесное хозяйство Западной Сибири. – Вып. 6. – Тюмень: изд-во ТюмГУ, 1998. – С. 149–160.

55. *Захаров, А. И.* Динамика влажности лесных горючих материалов и возникновение пожаров от гроз (в условиях Тюменской области) : автореф. дисс. ... к. с. -х. н. / А. И. Захаров. – Свердловск, 1983. – 18 с.

56. *Зубарева, Р. С.* Лесная растительность Припышминских боров Зауралья / Р. С. Зубарева // Тр. института биологии. Уральский филиал АН СССР. – 1960. – Вып. 19. – С. 97–124.

57. *Ивашкевич, Б. А.* Типы лесов Приморья и их экологическое значение / Б. А. Ивашкевич // Производительные силы Дальнего Востока. – Хабаровск, Владивосток : Кн. Дело, 1927. – Т. 3. – С. 52.

58. *Ивашкевич, Б. А.* Дальневосточные леса и их промышленное будущее / Б. А. Ивашкевич. – Хабаровск : ДВ Огис, 1933. – 168 с.

59. *Ивашкевич, Б. А.* Девственный лес. Особенности его строения и развития / Б. А. Ивашкевич // Лесн. хоз-во и лесн. пром-сть. – 1970. – № 10–12.

60. *Ипатов, В. С.* Об оценке участия видов в структуре растительного покрова / В. С. Ипатов, Л. А. Кирикова, Т. А. Линдеман // Ботанический журнал. – 1966. – Т. 51. – № 8. – С. 1121–1126.

61. *Исмаилов, Н. М.* Микробиология и ферментативная активность нефтезагрязненных почв / Н. М. Исмаилов // Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем. – М. : Наука, 1988. – С. 42–57.

62. *Трансформация нефти в подзолистых почвах Среднего Приобья* / И. Г. Калачникова, Т. А. Масливец, А. А. Оборин [и др.]. // Тр. 4-го Всесоюз. совещ. ; Обнинск, 1983. – Л. : Гидрометеоздат, 1985. – С. 74–80.

63. *Карташова, Н. Н.* Медоносные растения Томской области / Н. Н. Карташова. – Томск, 1955. – 80 с.

64. *Кашеев, А. К.* Дикорастущие съедобные растения в нашем питании / А. К. Кашеев. – М., 1981. – 255 с.

65. *Колесников, Б. П.* Кедровые леса Дальнего Востока / Б. П. Колесников // Дальневост. фил. АН СССР. – Сер. : Ботан. – 1956. – Т. 2 (4). – 264 с.

66. *Колесников, Б. П.* О генетической классификации типов леса и задачах лесной типологии в восточных районах СССР / Б. П. Колесников // Изв. СО АН СССР. – 1958. – № 4. – С. 113–114.

67. *Колесников, Б. П.* Некоторые закономерности возрастной и восстановительной динамики кедровых лесов Зауральского Приобья / Б. П. Колесников, Е. П. Смолоногов // Тр. по лесн. хоз-ву Сибири. – 1960. – Вып. 6. – С. 21–33.

68. *Корчагин, А. А.* Влияние пожаров на лесную растительность и восстановление ее после пожара на Европейском Севере / А. А. Корчагин // Тр. Ботан. ин-та АН СССР. Сер. 3: Геоботаника, 1954. – Т. 9. – С. 75–149.



69. *Лесостепные боры* Тюменской области / Г. М. Куликов, В. И. Овсянкин, К. А. Пономарев, В. М. Шамрай. – Екатеринбург : ЦрО РАН, 2002. – 172 с.
70. *Лекции по рекультивации нефтезагрязненных земель в ХМАО* / Сост. : Б. Е. Чижов, В. И. Вавер, В. А. Долингер, Н. Я. Крупинин, Е. А. Пауничев. – Тюмень : изд-во ТГУ, 2000. – 84 с.
71. *Лесоводственные требования к размещению, строительству и эксплуатации объектов нефтегазодобычи на землях лесного фонда в таежных лесах Западной Сибири* / Сост. : А. М. Вегерин, Г. А. Гаркунов, А. И. Захаров, Б. Е. Чижов. – М. : ВНИИЛМ, 1990. – 40 с.
72. *Луганский, Н. А. Возврат земель после нефтегазодобычи* / Н. А. Луганский, К. И. Лопатин, В. Н. Луганский. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2005. – 60 с.
73. *Лузанов, В. Г. Применение гербицидов в лесных питомниках Западной Сибири (методические рекомендации)* / В. Г. Лузанов, Б. Е. Чижов. – Л. : изд. ЛенНИИЛХ, 1982. – 62 с.
74. *Маковский, В. И. Влияние нефтезагрязнений на растительность олиготрофных болот* / В. И. Маковский // Бактериальный фильтр Земли. – Пермь, 1985.
75. *Методические указания по биологической рекультивации земель, нарушенных при сборе, подготовке и транспортировке нефти (РД 39-30-925-83)*. – Уфа : ВНИИСПТ-нефть, 1987. – 70 с.
76. *Мартынов, А. Н. Применение раундапа в лесу* / А. Н. Мартынов, А. Н. Красновидов, А. В. Фомин. – СПб. : СПбНИИЛХ, 1998. – 148 с.
77. *Анализ действия нефти на фитокомпоненты агроэкосистем и вопросы рекультивации загрязненных нефтью земель* / Р. Г. Минибаев, Г. Г. Кузяхметов, Н. А. Киреева, З. Н. Сайфулина // Синтаксономия и динамика антропогенной растительности. – Уфа : изд-во Баш. гос. ун-та, 1986. – С. 144–158.
78. *Морозов, Г. Ф. Учение о лесе* / Г. Ф. Морозов. – М.–Л., 1931. – 438 с.
79. *Морозов, В. Ф. Изменение режима питания сосны при совместной культуре с многолетним люпином* / В. Ф. Морозов, П. С. Шиманский // Агрохимия. – № 6. – 1965. – С. 84–87.
80. *Мукатанов, А. Х. Влияние нефти на свойства почв* / А. Х. Мукатанов, П. Р. Ривкин // Нефтяное хозяйство. – 1980. – № 4. – С. 53–54.
81. *Наставление по отводу и таксации лесосек в лесах Российской Федерации*. – М., 1993. – 72 с.
82. *Невзоров, В. М. О вредном воздействии нефти на почву и растения* / В. М. Невзоров // Лесн. журн. – 1979. – № 2.
83. *Нейштадт, М. И. Возникновение и скорость развития процессов заболачивания* / М. И. Нейштадт // Научные предпосылки освоения болот Западной Сибири. – М. : Наука, 1977. – С. 39–47.
84. *Нестеров, В. Г. Общее лесоводство* / В. Г. Нестеров. – М.–Л. : Гослесбумиздат, 1954. – 655 с.

85. *Самоочищение* и рекультивация нефтезагрязненных почв Предуралья и Западной Сибири / А. А. Оборин, Н. Г. Калачникова, Т. А. Масливец и др. // Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем. – М. : Наука, 1988. – С. 140–159.
86. *Земли, загрязненные нефтью: самоочищение, естественное зарастание, рекультивация* / А. А. Оборин, И. И. Шилова, И. Г. Калачникова, Л. А. Даниленко, Т. И. Каркишко // Проблемы рекультивации нарушенных земель: тез. докл. V Уральского совещания. – Свердловск, 1988. – С. 136–137.
87. *О рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почв.* Постановление Правительства РФ от 23.02.1994 № 140.
88. *Основные положения о рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы.* Утверждены приказом Минприроды России и Роскомзема от 22.12.1995 № 525/67.
89. *Пиковский, Ю. И.* Трансформация техногенных потоков нефти в почвенных экосистемах / Ю. И. Пиковский // Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем. – М. : Наука, 1988. – С. 7–22.
90. *Оценка воздействия нефтегазодобычи на состояние лесо-болотных комплексов Западной Сибири* / Ю. М. Полищук, А. Е. Березин, А. Г. Дюкарев, О. С. Токарева // Контроль и реабилитация окружающей среды : матер. 2-го Междунар. симп. – Томск : изд-во СО РАН, 2000. – С. 13–17.
91. *Правила заготовки древесины.* Утверждены приказом Федерального агентства лесного хозяйства от 10.08.2011 № 337.
92. *Пристуна, А. А.* Основные сырьевые растения и их использование / А. А. Пристуна. – Л., 1973. – 492 с.
93. *Пьявченко, Н. И.* Некоторые типы болот и заболачивание лесов Тюменской области / Н. И. Пьявченко // Тр. Ин-та леса АН СССР. – 1955. – Т. 26.
94. *Пьявченко, Н. И.* Лесное болотоведение / Н. И. Пьявченко. – М. : Изд-во АН СССР, 1963. – 292 с.
95. *Раменский, Л. Г.* Введение в комплексное почвенно-геоботаническое исследование земель / Л. Г. Раменский. – М. : Сельхозгиз, 1938. – 619 с.
96. *Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их хим. состав, использование.* – Л. : Наука, 1984–1989.
97. *РД 39-30-925–83.* Методические указания по биологической рекультивации земель, нарушенных при сборе, подготовке и транспортировке нефти. – Уфа : ВНИИСПТнефти, 1984.
98. *Реймерс, Н. Ф.* Природопользование: Словарь-справочник / Н. Ф. Реймерс. – М. : Мысль, 1990. – 638 с.
99. *Реймерс, Н. Ф.* Экология (теории, законы, правила принципы и гипотезы) / Н. Ф. Реймерс. – М. : Россия Молодая, 1994. – 367 с.
100. *Рекомендации по содействию естественному возобновлению хвойных пород в равнинных лесах Тюменской области* / Б. Е. Чижов, С. Н. Санников, Н. С. Санникова, Г. А.

Гаркунов, А. С. Мавровасилий, В. А. Подшивалов, В. И. Желдак, А. И. Захаров, И. В. Петрова. – Тюмень : Изд. ТГУ, 1999. – 64 с.

101. *Руководство* по лесовосстановлению и лесоразведению на землях лесного фонда Западной Сибири / Б. Е. Чижов, С. Н. Санников, О. А. Сеничкин. – М., 2005. – 72 с.

102. *Салангинас, Л. А.* Изменение свойств почв под воздействием нефти и разработка системы мер по их реабилитации / Л. А. Салангинас. – Екатеринбург, 2003. – 412 с.

103. *Изучение* путей стимуляции биодegradации нефти в почве / С. М. Самосова, В. И. Фильченкова, Х. Г. Мусина [и др.]. // Микробиологические методы борьбы с загрязнением окружающей среды : тез. докл. Второй Всесоюз. конф. – Пушкино, 1979. – С. 8–10.

104. *Санников, С. Н.* Лесные пожары как эволюционно-экологический фактор возобновления популяции сосны в Зауралье / С. Н. Санников // Горение и пожары в лесу. – Красноярск : Ин-т леса и древесины СО АН СССР, 1973. – С. 236–277.

105. *Санников, С. Н.* Лесные пожары как фактор преобразования структуры, возобновления и эволюции биогеоценозов / С. Н. Санников // Экология. – 1981. – № 6. – С. 24–33.

106. *Санников, С. Н.* Циклически-эрозионно-пирогенная теория естественного возобновления сосны обыкновенной / С. Н. Санников // Экология. – 1983. – № 1. – С. 10–20.

107. *Санников, С. Н.* Экология естественного возобновления сосны под пологом леса / Н. С. Санникова. – М. : Наука, 1985. – 149 с.

108. *Санников, С. Н.* Импульсная стабильность и микроэволюция популяций / С. Н. Санников // Экология популяций. – М. : Наука, 1991. – С. 128–142.

109. *Санников, С. Н.* Экология и география естественного возобновления сосны обыкновенной / С. Н. Санников. – М. : Наука, 1992. – 264 с.

110. *Санников, С. Н.* Естественное лесовозобновление в Западной Сибири (эколого-географический очерк) / С. Н. Санников, Н. С. Санникова, И. В. Петрова. – Екатеринбург: Ур. РАН, 2004. – 199 с.

111. *Лесные* гроззовые пожары как индикатор связи между атмосферой, литосферой и биосферой / С. Н. Санников, А. И. Захаров, Л. Г. Смольникова, Н. С. Санникова // Экология. – 2010. – № 1. – С. 3–8.

112. *Санников, С. Н.* Очерки по теории лесной популяционной биологии / С. Н. Санников, Н. С. Санникова, И. В. Петрова. – Екатеринбург : РИО УрО РАН, 2012. – 272 с.

113. *Санникова, Н. С.* К количественной оценке корневой конкуренции одиночного дерева сосны / Н. С. Санникова // Экологические исследования в лесных и луговых биогеоценозах равнинного Зауралья. – Свердловск : УНЦ АН СССР, 1979. – С. 21–26.

114. *Санникова, Н. С.* Экологические особенности естественного возобновления сосны под пологом сосновых лесов Среднего и Южного Зауралья : автореф. дисс. ... к. б. н. / Н. С. Санникова. – Свердловск, 1984. – 16 с.

115. *Санникова, Н. С.* Микроэкосистемный анализ ценопопуляции древесных растений / Н. С. Санникова. – Екатеринбург : УрО РАН, 1992. – 65 с.

116. Санникова, Н. С. Микроэкосистемный анализ структуры и функции лесных биогеоценозов / Н. С. Санникова // Экология. – 2003. – № 2. – С. 90–95.
117. Санникова, Н. С. Факторы конкуренции древостоя-эдификатора: количественный анализ и синтез / Н. С. Санникова, И. В. Петрова // Экология. – 2012. – № 6. – С. 1–7.
118. Седых, В. Н. Формирование кедровых лесов Приобья / В. Н. Седых. – Новосибирск, 1979. – 110 с.
119. Седых, В. Н. Леса Западной Сибири и нефтегазовый комплекс / В. Н. Седых // Нефть и лес: экологические проблемы. – Вып. 1. – М. : Экология, 1996. – 36 с.
120. Седых, В. Н. Лесообразовательный процесс / В. Н. Седых. – Новосибирск: Наука, 2009. – 164 с.
121. Смолоногов, Е. П. Эколого-географическая дифференциация и динамика кедровых лесов Урала и Западно-Сибирской равнины / Е. П. Смолоногов. – Свердловск, 1990. – 282 с.
122. Смолоногов, Е. П. Эколого-лесоводственные основы организации и ведения хозяйства в кедровых лесах Урала и Западно-Сибирской равнины / Е. П. Смолоногов, С. Е. Залесов. – Екатеринбург : Ур. Гос. лесотехн. ун-т, 2002. – 186 с.
123. Солнцева, Н. П. Общие закономерности трансформации почв в районах добычи нефти (формы проявления, основные процессы, модели) / Н. П. Солнцева // Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем. – М. : Наука, 1988. – С. 23–42.
124. Солнцева, Н. П. Региональный геохимический анализ загрязнения почв нефтью (на примере Пермского Прикамья) / Н. П. Солнцева, Е. М. Никифорова. – М. : Наука, 1988. – С. 122–140.
125. Солнцева, Н. П. Добыча нефти и геохимия природных ландшафтов / Н. П. Солнцева. – М. : изд-во МГУ, 1998. – 376 с.
126. Соромотин, А. В. Нефтяное загрязнение земель в зоне средней тайги Западной Сибири / А. В. Соромотин // Экология и промышленность России. – 2004. – № 8. – С. 8–11.
127. Соромотин, А. В. Результаты испытаний технологий рекультивации нефтезагрязненных территорий / А. В. Соромотин // Экология и промышленность России. – 2006. – № 6. – С. 28–32.
128. Соромотин, А. В. Техногенная трансформация природных экосистем таежной зоны в процессе нефтегазодобычи (на примере Тюменской области): автореф. дисс. ... д-ра б. н. : 03. 00. 16 / А. В. Соромотин. – Тюмень, 2007. – 47 с.
129. Состояние окружающей среды и природных ресурсов в Нижневартовском районе за 1996 г. : ежегодный отчет. – Вып. 1 / Науч. рук. Н. Я. Крупинин; науч. ред. В. И. Вавер. – Нижневартовск : Нефтяник, 1997.
130. Сукачев, В. Н. Основные понятия лесной биогеоценологии // Основы лесной биогеоценологии / В. Н. Сукачев. – М. : Наука, 1964. – С. 5–49.
131. Сукачев, В. Н. Избранные труды / В. Н. Сукачев // Основы лесной типологии и биогеоценологии. – Т. 1. – Л. : Наука, 1972. – 418 с.

132. Сукачев, В. Н. Избранные труды / В. Н. Сукачев // Проблемы фитоценологии. – Т. 1. – Л. : Наука, 1975. – 544 с.
133. Терминологический словарь. Лесное хозяйство/ под ред. А. Н. Филипчука. – М. : ВНИИЛМ, 2002. – 480 с.
134. Торопов, В. В. Рубки и возобновление в Припышминских сосняках : автореф. канд. дисс. / В. В. Торопов. – Екатеринбург, 2000. – 24 с.
135. Усольцев, В. А. Лесные арабески, или этюды из жизни наших деревьев : изд. 2-е, доп. / В. А. Усольцев. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2014. – 161 с.
136. Пожароустойчивость лесов юго-востока Западной Сибири / В. В. Фуряев, С. Д. Самсоненко, И. В. Фуряев, Д. А. Шубин. – Новосибирск : Наука, 2014. – 156 с.
137. Хазиев, Ф. Х. Изменение биохимических процессов в почвах при нефтяном загрязнении и активации разложения нефти / Ф. Х. Хазиев, Ф. Ф. Фатхиев // Агрехимия. – Т. 1. – 1981. – № 10. – С. 102–111.
138. Хаустов, А. П. Охрана окружающей среды при добыче нефти / А. П. Хаустов, М. М. Редина. – М. : Дело, 2006. – 552 с.
139. Хренов, В. Я. Почвы Тюменской области: словарь-справочник / В. Я. Хренов. – Екатеринбург : УрО РАН, 2002. – 156 с.
140. Чалышева, Л. В. Антропогенные смены растительности нефте- загрязненных территорий / Л. В. Чалышева, В. П. Гладков // Освоение Севера и проблемы рекультивации: тез. докл. междунар. конф. (Сыктывкар, 8–14 июля 1991). – Сыктывкар, 1991. – С. 200.
141. Черкашина, М. В. Сукцессии живого напочвенного покрова после рекультивации нефтезагрязненных земель: автореф. дисс. ... к. б. н. / М. В. Черкашина. – Тюмень, 2014. – 22 с.
142. Чижов, Б. Е. Пожароустойчивость растений травяно-кустарничкового яруса сосновых лесов Зауралья / Б. Е. Чижов, Н. С. Санникова // Лесоведение. – 1978. – № 5. – С. 68–76.
143. Чижов, Б. Е. Уход за культурами кедра с применением гербицидов / Б. Е. Чижов, В. Г. Лузанов // Лесн. хоз-во. – 1981. – № 5. – С. 32–34.
144. Чижов, Б. Е. Эффективность гранулированных гербицидов / Б. Е. Чижов, В. И. Мальцев // Лесн. хоз-во. – 1984. – № 2. – С. 52–54.
145. Чижов, Б. Е. Применение гербицидов для ухода за естественными зарослями лекарственных растений / Б. Е. Чижов, Л. Г. Смольникова // Информ. листок Тюменского ЦНТИ – Тюмень. – 4 с.
146. Чижов, Б. Е. Изменение травяно-кустарничкового яруса сосняков зеленомошных при химической подготовке почвы под лесные культуры / Б. Е. Чижов // Лесоведение. – 1986. – № 1. – С. 58–66.

147. *Чижов, Б. Е.* Влияние применения гербицидов на пожароопасность лесокультурных участков // Леса и лесное хозяйство Западной Сибири : депонированная рукопись. – ЦБНТИлесхоз, 1987. – № 764лх.
148. *Чижов, Б. Е.* Опыт повышения обилия полезных растений на вырубках / Б. Е. Чижов, Л. Г. Смольникова // Средообразующая роль лесов и ее изменения под влиянием антропогенных воздействий. – М. : ВНИИЛМ, 1987. – С. 45–54.
149. *Чижов, Б. Е.* Перспективность современных гербицидов для обработки почвы под лесные культуры / Б. Е. Чижов // Лесн. хоз-во. – 1988. – № 7. – С. 35–37.
150. *Чижов, Б. Е.* Растения-мелиоранты для нефтезагрязненных и засоленных почв / Б. Е. Чижов, А. И. Захаров, А. М. Шишкин // Повышение технической надежности процессов добычи нефти в условиях Западной Сибири. – Тюмень, 1990. – С. 160–164.
151. *Чижов, Б. Е.* Применение гербицидов для содействия естественному возобновлению хвойных пород / Б. Е. Чижов // Лесохоз. информ. – М., 1997. – № 3.
152. *Чижов, Б. Е.* Лес и нефть Ханты-Мансийского автономного округа / Б. Е. Чижов. – Тюмень : изд-во Ю. Мандрики, 1998. – 144 с.
153. *Чижов, Б. Е.* Классификация нефтезагрязненных земель таежной зоны Западной Сибири с целью их рекультивации / Б. Е. Чижов, В. А. Долингер // Леса и лесное хозяйство Западной Сибири. – Вып. 6. – Тюмень : изд-во ТюмГУ, 1998. – С. 179–192.
154. *Чижов, Б. Е.* Деградиционно-восстановительная динамика лесных фитоценозов после нефтяного загрязнения / Б. Е. Чижов, В. А. Долингер, Г. А. Гаркунов // Леса и лесное хозяйство Западной Сибири. – Вып. 6. – Тюмень : изд-во ТюмГУ, 1998. – С. 160–172.
155. *Чижов, Б. Е.* Рекультивация нефтезагрязненных земель ХМАО (практические рекомендации) / Б. Е. Чижов. – Тюмень: Изд-во ТГУ, 2000. – 52 с.
156. *Рекомендации по проведению рубок обновления в притундровых лесах Западной Сибири (для опытной проверки) / Б. Е. Чижов, С. Н. Санников, Г. А. Гаркунов, А. И. Захаров, В. И. Желдак, В. В. Петушков.* – Тюмень, 2001. – 40 с.
157. *Чижов, Б. Е.* Применение велпара при искусственном и естественном восстановлении сосны обыкновенной / Б. Е. Чижов, А. И. Дергачев // Лесохоз. информ. – 2002. – № 9. – С. 12–18.
158. *Чижов, Б. Е.* Регулирование травяного покрова при лесовосстановлении / Б. Е. Чижов. – М. : ВНИИЛМ, 2003. – 174 с.
159. *Чижов, Б. Е.* Рекомендации по рекультивации земель лесного фонда, подвергавшихся нефтяному загрязнению / Б. Е. Чижов. – М. : ВНИИЛМ, 2004. – 80 с.
160. *Чижов, Б. Е.* Изменение плодородия таежных почв при удалении органогенных горизонтов, методы их рекультивации / Б. Е. Чижов, А. И. Захаров // Леса и лесное хозяйство Западной Сибири. – Вып. 7. – Тюмень : изд-во ТюмГУ, 2006. – С. 190–200.



161. Чижов, Б. Е. Особенности нефтяного загрязнения территории Ханты-Мансийского автономного округа / Б. Е. Чижов, В. А. Долингер, А. И. Захаров // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. – ИПОС СО РАН. – 2007. – Вып. 8. – С. 15–21.

162. Чижов, Б. Е. Лесное почвообрабатывающее орудие : Патент 117245. – 2010.

163. Чижов, Б. Е. Охрана и рекультивация таежных экосистем при нефтегазодобыче / Б. Е. Чижов. – Пушкино : ВНИИЛМ, 2011. – С. 259.

164. Совершенствование химического метода подсушки нежелательных деревьев при уходе за лесом / Б. Е. Чижов, В. А. Штоль, М. В. Герасимова, М. В. Глухарева // Лесхоз. информ. – 2015. – № 1. – С. 50–56.

165. Шилина, А. М. Моделирование физико-химического превращения бенз(а)пирена в аэрозольной фазе / А. М. Шилина // Миграция загрязняющих веществ в почвах и сопредельных средах : тр. IV Всесоюз. совещ. (Обнинск, июнь 1983). – Л. : Гидрометеиздат, 1985. – С. 199–202.

166. Шилова, И. И. Экспериментальное исследование по биологической рекультивации нефтезагрязненных земель в Среднем Приобье / И. И. Шилова // Актуальные проблемы окружающей среды на нефтяных и газовых месторождениях Тюм. Севера : тез. докл. регион. науч.-практ. конф. – Т. I. – Тюмень, 1983. – С. 51–53.

167. Шилова, И. И. Биологическая рекультивация нефтезагрязненных земель в условиях таежной зоны / И. И. Шилова // Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем. – М. : Наука, 1988. – С. 159–168.

168. Шишкин, А. М. Влияние нефтяного загрязнения на лесные фитоценозы / А. М. Шишкин, Б. Е. Чижов, А. И. Захаров // Актуальные проблемы экологии: Экол. системы в естеств. и антроп. условиях среды : информ. матер. – Свердловск, 1989. – С. 103.

169. Шуйцев, Ю. К. Деграция и восстановление растительных сообществ тайги в сфере влияния нефтедобычи / Ю. К. Шуйцев // Добыча полезных ископаемых и геохимия природных экосистем. – М. : Наука, 1982. – С. 70–81.

170. Лесные плантации (ускоренное выращивание ели и сосны) / И. В. Шутов, Е. Л. Маслаков, И. А. Маркова и [др.]. – М. : Лесн. пром-сть, 1984. – 248 с.

171. Эглите, А. К. Применение гербицидов в лесных культурах / А. К. Эглите, З. Спалвиньш // Мат. VIII Прибалт. конф. по защите растений. – 1972.

172. Экология Ханты-Мансийского автономного округа / Под ред. В. В. Плотникова. – Тюмень : СофтДизайн, 1997. – 288 с.

173. Vace, J. M. The effects of oils on plant physiology (ibid) / J. M. Vacer. – 1971. – P. 88–98.

174. Blankenship, D. W. Plant growth inhibition by the water extract of a crude oil / D. W. Blankenship, R. A. Larson // Water, Air and Soil Pollut. – 1978. – Vol. 10, 4. – P. 471–472.

175. Bossert, R. The fate of petroleum in soil ecosystems / Bossert and Bartha R. – Petroleum, 1984.

176. *Burk, C. J.* A four year analysis of vegetation following an oil spill in a freshwater marsh / C. J. Burk // *J. Appl. Ecol.* – 1977. – Vol. 14, 2. – P. 515–522.
177. *Cooney, J. J.* The fate of petroleum pollutants in freshwater ecosystems / J. J. Cooney; ed. R. M. Atlas // *Petroleum microbiology*. Macmillan Publishing Company. A division of Macmillan, Inc. New York. – London : Collier Macmillan Publisher, 1984.
178. *Currier, H. B.* Phytotoxicity of hydrocarbons / H. B. Currier, S. A. Peoples // *Hilgardia*. – 1954. – Vol. 23. – P. 155–173.
179. *DeJong, E.* The effect of a crude oil spill on cereals / E. DeJong // *Environ. – Pollut. Ser. A* 22, 1980. – P. 187–196.
180. *Fattah, Q. H.* Effect of light and temperature on stimulation of vegetative and reproductive growth of bean plants by naphthenes / Q. H. Fattah, D. J. Wort *Agron.* – J. 62. – 1970. – P. 576–577.
181. *Havis, J. R.* Herbicidal properties of petroleum hydrocarbons / J. R. Havis, S. Dallyn, R. D. Sweet // *Amer. Chem. Soc. Symp.* : The agr. application of petrol products. – Wash. (D. C.), 1950. – P. 105–113.
182. *Loch, J. P.* Behaviour of heavy metals in soil beneath a landfill; results of model experiments / J. P. Loch, P. Lagas, B. J. Haring. – *Sci. Tot. Environ* 21, 1981. – P. 203–213.
183. *McGill, W. B.* Biochemistry, ecology, and microbiology of petroleum components in soil / M. J. Rowell, D. W. Westlake ; eds. E. A. Paul and J. N. Ladd // *Soil Biochemistry* New York, Marcel Dekker. – 1981. – Vol. 5. – P. 229–296.
184. *Mitchell, W. W.* Effects of tillage and fertilization on persistence of crude oil contamination in an Alaskan soil / W. W. Mitchell, T. P. Lounachan, J. P. Mikendrik // *J. Environ Qual.* – 1979. – Vol. 8. – P. 525–532.
185. *Price, L. C.* Crude oil biodegradation as an explanation of the depth rule / L. C. Price. – *Chem. Geol.* – 28. – 1980. – P. 1–30.
186. *Udo, E. J.* The effect of oil pollution of soil on germination, growth and nutrient uptake of corn / E. J. Udo, A. A. Fayemi // *J. Environ. Quality.* – 1975. – Vol. 4. – № 4. – P. 537–540.
187. *Schotten, M.* The effects of oil pollution on interacting salt marsh species / P. Leenders, P. A. Blaauw/M. Schotten // *Fate and Effect Oil. Mar. Ecosist: Proc. Coub Oil Pollut.* – Amsterdam, 23–27 Febr., 1987. – Dordrecht etc., 1987. – P. 225–228.
188. *Sharpley, J. M.* *Elementary Hydrocarbon Microbiology*. TOR Ro. ASD-IDR-63-752. Air Force Systems Command, Wright-Patterson Air Force Base / J. M. Sharpley. – Ohio, 1964.
189. *Stevenson, F. J.* Lipids in soils. *J. Am. Oil Chem / F. J. Stevenson.* – Soc. 43. – 1966. – P. 203–210.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Термины и определения

Биологический этап рекультивации земель (биологическая рекультивация земель) – этап рекультивации земель, включающий мероприятия по восстановлению их плодородия, осуществляемые после технической рекультивации.

Водохозяйственное направление рекультивации – создание в понижениях техногенного рельефа водоемов различного назначения.

Всход, сеянец – автотрофное растение семенного происхождения (у *Pinus sylvestris* – первого и второго года жизни) на этапе первоначального укоренения и выживания ювенильной стадии онтогенеза (Санников, 1963, 1976).

Главная древесная порода (породы) – порода, которая в определенных лесорастительных и экономических условиях наилучшим образом отвечает хозяйственным и экологическим целям.

Индекс «световой» («радиационной») конкуренции древостоя (Искд) – количественный инструментально (люксметром) измеряемый индекс, характеризующий долю (%) фотосинтетически активной солнечной радиации (ФАР), перехватываемой пологом древостоя на пути к растениям, находящимся в определенной точке поверхности почвы биогеоценоза (и на определенной высоте от нее). Вычисляется по формуле: $I_{скд} = 100 (1 - \text{ФАР}_{пд}/\text{ФАР}_{нд})$, где: ФАР_{пд} – ФАР, проникающая подполог древостоя, ФАР_{нд} – ФАР открытого места (Санникова и др., 2012).

Индекс интегральной конкуренции древостоя (Искд) – количественный индекс общей корневой и световой конкуренции древостоя по отношению к растениям нижнего яруса, расположенным в определенной точке поверхности почвы биогеоценоза, равный произведению $I_{ккд}$ и $I_{скд}$ (Санникова и др., 2012).

Индекс корневой конкуренции дерева (Иккд) – экофизиологически обоснованный количественный (расчетный) структурно-функциональный параметр, характеризующий интенсивность корневой конкуренции отдельного дерева по отношению к окружающим растениям в той или иной точке поверхности верхнего корнеобитаемого слоя почвы – его ризосферы («поля корневой конкуренции»). У деревьев *Pinus sylvestris* аппроксимируется функцией $I_{ккд} = Zv/D$, где Zv – средний годовой текущий прирост по объему (или фитомассе) ствола дерева (дм³ в год) как интегральный экофизиологический параметр, отражающий общую мощность его



корневой конкуренции; D – расстояние от ствола дерева (м) (Санникова, 1979, 1992).

Класс возраста древостоя – возрастной интервал, устанавливаемый в зависимости от биологических особенностей древесных пород, характеристики возрастной структуры древостоев. Принята следующая продолжительность классов возраста: для березы, осины – 10 лет, сосны, ели, пихты, лиственницы – 20 лет, для кедра – 40 лет.

Лес (лесной биогеоценоз) – динамически стабильная дендроценозосистема, сформировавшаяся под средообразующим влиянием подземно- и (в меньшей мере) надземно- сомкнутого древостоя-эдификатора, характеризующаяся общностью и спецификой структуры и функций всех взаимосвязанных компонентов экотопа, фито-, зоо-, мико- и микробиоценоза.

Лесничество – территориальный орган федерального органа управления лесным хозяйством в субъектах Российской Федерации, через который федеральный орган управления осуществляет полномочия по рациональному использованию, охране, защите и воспроизводству лесов.

Лесной участок – территория в границах земель лесного фонда, включающая лесные земли (покрытые лесной растительностью и не покрытые ею, но предназначенные для лесовыращивания) и нелесные земли, не предназначенные для выращивания леса (земли, занятые просеками, дорогами, сельхозугодьями, болотами, другие неудобные для лесовыращивания земли).

Лесохозяйственное направление рекультивации – создание на нарушенных землях лесных насаждений различного типа.

Локальная экологическая катастрофа – единовременное резкое нарушение факторов среды и эколого-генетической структуры популяции, интенсивность которого превышает максимальные пределы толерантности большей части ее особей.

ЛПО – лесное почвообрабатывающее орудие (патент № 117245), работающее по принципу клина, раздвигающего лесную подстилку, лишайниковый, моховой и кустарничковый покров, но не повреждающего поверхностные скелетные корни деревьев. Орудие обнажает минеральные стабильно увлажненные горизонты почвы, благоприятные для прорастания семян, укоренения и роста самосева лесообразующих пород. С целью предотвращения сдувания древесных семян ветром и обеспечения их естественной заделки в почву на минерализованных полосах предусмотрена прокладка трех продольных бороздок глубиной 3–5 см.

Направление рекультивации – восстановление нарушенных земель для определенного целевого использования.

Нарушенные земли – земли, утратившие устойчивость или хозяйственную ценность или являющиеся источником отрицательного воздействия на окружающую среду в связи с нарушением почвенного покрова, гидрологического режима или образованием техногенного рельефа в результате производственной деятельности.

Онтогенез – процесс индивидуального развития растения на всем протяжении его жизненного цикла, представляющий собой генетически, возрастно и экологически обусловленные необратимые качественные структурно-функциональные преобразования в клетках меристем, сопровождающиеся адекватными изменениями всех морфофенотипических признаков.

Орехово-промысловые зоны – леса сосны сибирской (кедра сибирского), являющиеся сырьевой базой для заготовки орехов и других пищевых ресурсов, а также объектом организации охотничьего промысла.

Подрост – молодое поколение древесных растений семенного или вегетативного происхождения старше 2–5 лет под пологом древостоя или на лесопокрытых землях, способное образовать новый древостой конкретного целевого назначения.

Поле корневой конкуренции дерева – площадь его корневой системы, описываемая по окончаниям его главных латеральных корней и охватывающая весь объем его ризосферы (на всю глубину проникновения корней в почву). В отличие от «фитогенного поля» А. А. Уранова (1975) оно не включает более обширную и неопределенную окружающую дерево зону его микроклиматического и аллелохимического воздействия.

Потенциальные кедровники – насаждения различного формационного состава, произрастающие в оптимальных для кедра сибирского условиях, имеющие второй ярус или подрост кедра в количестве, достаточном для формирования кедровников различного целевого назначения естественным (демутационным) или искусственными лесоводственными способами.

Потенциальные осинники – смешанные осиново-хвойные или осиново-березовые насаждения, в которых к моменту рубки на 1 га имеется или сохраняется при рубке более 30 деревьев осины с диаметром ствола более 15 см относительно равномерно распределенных по площади выдела. Каждое такое дерево после рубки или лесного пожара способно образовать от 30 до 150, а деревья диаметром более 24 см – до 1500 корневых отпрысков. Вегетативная поросль осины уже в первый год достигает высоты 0,7–1,2 м и образует сомкнутое насаждение, исключаящее естественное возобновление хвойных пород и способное заглушить лесные культуры.

Природоохранное направление рекультивации – приведение нарушенных земель в состояние, пригодное для использования в природоохранных целях.

Производительность леса – количество различных продуктов, производимое лесом в единицу времени на единице площади. Производительность леса равна его продуктивности в единицу времени. Различают фактическую и потенциальную производительность леса.

Рекреационное направление рекультивации – создание на нарушенных землях объектов отдыха.

Рекультивация земель – комплекс работ, направленных на восстановление структуры, продуктивности и хозяйственной ценности земель, а также на улучшение условий окружающей среды в соответствии с интересами общества.

Технический этап рекультивации земель – этап рекультивации, включающий очистку почв от загрязнителей, планировку участка, формирование откосов, снятие и нанесение плодородного слоя почвы, устройство гидротехнических и мелиоративных сооружений, а также проведение других работ, создающих необходимые условия для дальнейшего использования земель по целевому назначению или проведению мероприятий по восстановлению плодородия почв.

Ремедиация лесных биогеоценозов – комплекс мероприятий, направленных на восстановление коренных типов леса с их гидрологическим режимом, плодородием почв и естественным биоразнообразием.

Рубки ухода за лесом – рубка нежелательных древесных растений, осуществляемая периодически при выращивании насаждения, обеспечивающая создание благоприятных условий роста перспективным деревьям, формирование и сохранение высокопродуктивных качественных насаждений, улучшение полезных свойств леса.

Самосев – совокупность ювенильных древесных растений (всходов и подраста), возникших из семян материнского древостоя.

Санитарно-гигиеническое направление рекультивации – биологическая или техническая консервация нарушенных земель, оказывающих отрицательное воздействие на окружающую среду, рекультивация которых экономически неэффективна.

Сельскохозяйственное направление рекультивации – создание на нарушенных землях сельскохозяйственных угодий (оленьих пастбищ, сенокосов).

Симбиоз – совместная жизнь двух или более особей разных систематических групп, в ходе которой оба партнера (симбионты) или один из них получает преимущества в отношении с внешней средой.

Субстрат для самосева древесных растений (от латинского «substratum» – «подстилка») – поверхностный слой лесной подстилки, почвы, грунта, древесины и т. п., на котором происходят расселение и прорастание семян, спор, первоначальное укоренение и приживание проростков и всходов.

Тип леса – относительно однородная по видовому составу и тенденциям динамики ценопопуляций главного лесообразующего вида совокупность хронологически обособленных дивергентно-конвергентных серий возобновления и развития лесных биогеоценозов в пределах одного типа экотопов (Санников, 2009).

Тип посткатастрофического лесного местообитания (гари, ветровальника, шелкопрядника, вырубки и т. д.) – совокупность участков биогеоценозов в пределах коренного типа леса, сходных по типу и интенсивности катастрофического нарушения древостоя, подроста и диссеминации главного вида-эдификатора, конкурентной растительности, субстрата и, как следствие, по общему направлению лесовозобновления и возрастной динамики биогеоценозов (Санников, 1970, 1992, 2009).

Уход за лесом – мероприятия, направленные на сохранение и повышение устойчивости и продуктивности леса, улучшение породного состава насаждений, их качества, санитарного состояния, экологических функций.

Ценные лесные насаждения (ЦЛН) – лесные насаждения, соответствующие лесорастительным условиям и отвечающие экономическим, экологическим целям, а также имеющие в любом ярусе деревья главных пород в количестве, достаточном для формирования таких насаждений.



ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Технологические схемы рекультивационных работ на механически нарушенных землях

Конкретные сочетания технологических операций и последовательность проведения работ по рекультивации земель, нарушенных при нефтегазодобыче, отражены в технологических схемах № 1–6. Они разработаны с учетом специфики промышленных объектов нефтегазового комплекса, под которые отведены земли, ожидаемого уровня разрушения растительного и почвенного покрова, вероятности появления на участке эрозионных процессов и направления рекультивации. Для выбора технологических схем рекультивации следует пользоваться обзорной табл. 2.1.

Таблица 2.1. Технологические схемы рекультивации земель, нарушенных при строительстве промышленных объектов нефтегазодобычи

| Объекты | Эрозионно неопасные участки | Эрозионо опасные участки |
|--|-----------------------------------|--------------------------------|
| Линейные объекты | | |
| Трассы трубопроводов | 1 | 4 |
| Трассы внутрипромысловых дорог: -полоса отвода | 1 | 4 |
| Трассы линий электропередачи и связи | 1 | 3 |
| Трассы перетаскивания бурового оборудования | 2 | 2 |
| Временные дороги зимнего действия | 2 | 2 |
| Сейсмопрофили | Естественное зарастивание | |
| Площадочные объекты | | |
| УКПГ, КС, ЦПС, ДНС, КНС, водозабор и другие промышленные объекты: прилегающие территории | 2 | 6 |
| Кусты скважин (площади краткосрочной аренды) | 2 | 6 |
| Разведочные буровые площадки | 2 | 2 |
| Карьерные выемки: – откосы | 6 | 5 |
| – днище и прилегающая территория | 2 | 2 |
| Площадки приготовления торфяной крошки и торфо-песчаной смеси | 2 | - |
| Площадки для временного складирования материалов | 2 | - |

В приведенных технологических схемах биологический этап рекультивации направлен в первую очередь на защиту почв от эрозии, поэтому выполняется до возврата земель в лесничество.

Технологические схемы рассчитаны на соблюдение при строительстве промышленных объектов всех природоохранных требований. Если строительство выполнено с отклонением от природоохранных требований, а уровень и масштабы разрушения растительного покрова и почв превышают запроектированные, технологические карты подлежат соответствующей корректировке на основании натурального обследования.

Технологическая схема № 1 отличается минимальными затратами и применяется для рекультивации эрозионно неопасных участков, которые не планируются для лесовыращивания и пригодны для восстановления растительных сообществ без внесения торфа.

Технологическая схема № 2 рекомендуется для тех же лесорастительных условий, что и ТС № 1, но предусматривает лесохозяйственное направление рекультивации.

Технологические схемы № 3 и № 4 разработаны для рекультивации эрозионно опасных участков с сельскохозяйственным (оленьи пастбища) и природоохранным направлениями рекультивации. Наиболее надежные результаты обеспечивает схема № 4, предусматривающая применение торфо-песчаной смеси или торфяной крошки для повышения плодородия верхних слоев почвы и быстрого задернения склонов травяным покровом. Она рекомендуется в первую очередь для закрепления от эрозии нарушенных почв возле наиболее дорогостоящих и часто посещаемых объектов (трубопроводы, площадки установок комплексной подготовки газа, компрессорных станций, центральных пунктов сбора и подготовки нефти, дожимных насосных станций, компрессорных насосных станций и водозаборов, внутрипромысловые дороги).

Технологическая схема № 3 рассматривается как упрощенный вариант технологической схемы № 4 и предназначена для объектов, повторное нарушение которых после рекультивации маловероятно: трассы перетаскивания бурового оборудования, временные дороги зимнего действия, разведочные буровые площадки, карьерные выемки в тундровой зоне, где отмечается дефицит торфа. Отказ от применения торфа компенсируется большими нормами высева семян, применением нескольких подкормок посевов трав минеральными удобрениями.



Приложение 2 Технологические схемы рекультивационных работ на механически нарушенных землях

Технологическая схема № 5 предназначена для карьерных выемок с лесохозяйственным направлением рекультивации. В тундровой зоне, где создание лесных насаждений рискованно, карьерные выемки рекультивируются по технологической схеме № 3. Если добыча и подготовка торфа могут быть осуществимы практически, применяется схема № 4.

Технологическая схема № 6 разработана для лесохозяйственного направления рекультивации территорий, примыкающих к дорогостоящим объектам: установки комплексной подготовки газа, компрессорные станции, центральные пункты сбора и подготовки нефти, дожимные насосные станции, компрессорные насосные станции, кусты скважин.

При лесохозяйственном направлении рекультивации в технологических схемах № 2 и № 5 может быть применено 4 варианта лесовосстановления.

Технологические схемы рекультивации (№ 1–6) и варианты лесовосстановления (варианты А–Г) выбирают в соответствии с лесорастительными условиями конкретных участков (табл. 2.2).

Если при рекультивации объекта вместо торфопесчаной смеси применяется торфяная крошка, предусматривается обязательное перемешивание ее с грунтом. Остальные мероприятия, предусмотренные технологической схемой рекультивации, сохраняются без изменения.



Технологическая схема № 1
рекультивации эрозионно неопасных участков, на которых
растительный покров и почвы разрушены более чем на 70%

*(Сельскохозяйственное (оленьи пастбища) и природоохранное
направления рекультивации)*

| № п/п | Технологические операции | Машины, орудия и материалы | Срок исполнения |
|--|--|---|-----------------|
| 1. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ | | | V–VI |
| 2. ТЕХНИЧЕСКИЙ ЭТАП РЕКУЛЬТИВАЦИИ | | | |
| 1 | Сбор и погрузка строительного мусора | Автосамосвалы, автопогрузчик | V–VI |
| 2 | Перевозка строительного мусора | Автосамосвалы, автопогрузчик | V–VI |
| 3 | Сбор мелких порубочных остатков (до 15 м ³ /га) в валы шириной до 3-х м и отстоящих от стен леса не менее чем на 6 м с перемещением до 20 м | Кустарниковые грабли, трактор мощностью 79 л. с. (108кВт) | V–VI |
| 4 | Планировка участков с нарушенной почвой | Бульдозер мощностью 79 л. с. (108)кВт | V–VI |
| 3. БИОЛОГИЧЕСКИЙ ЭТАП РЕКУЛЬТИВАЦИИ | | | |
| 5 | Подготовка семян трав к посеву, обработка их биопрепаратами | Семена, биопрепараты | V–VII |
| 6 | Посев многолетних трав | Трактор МТЗ-82, сеялка, семена | VI–VII |
| 7 | Внесение минеральных удобрений | Трактор МТЗ-82, разбрасыватель удобрений, удобрения | VI–VII |
| 8 | Обработка почвы, обеспечивающая её рыхление, заделку семян трав и удобрений | Трактор МТЗ-82, борона | VI–VII |
| 9 | Уход за посевами трав (подсев семян, подкормки, полив) | Вручную, семена, удобрения | VII–VIII |
| 10 | Прочие работы (транспортные, погрузочно-разгрузочные и др.) – 20% стоимости работ по рекультивации | Автомобили для перевозки людей и грузов | V–VIII |
| 4. СДАЧА УЧАСТКА | | | |
| 11 | Подготовка пакета документов для сдачи участка | | VIII |

**Приложение 2 Технологические схемы рекультивационных работ
на механически нарушенных землях**

**Технологическая схема № 2
рекультивации эрозионно неопасных участков, на которых
растительный покров и почвы разрушены более чем на 70%,
и которые планируются под лесовыращивание**

(Лесохозяйственное направление рекультивации)

| № п/п | Технологические операции | Машины, орудия и материалы | Срок исполнения |
|-------------------------------------|---|--|--------------------|
| 1. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ | | | IV–V |
| 2. ТЕХНИЧЕСКИЙ ЭТАП РЕКУЛЬТИВАЦИИ | | | |
| 1 | Сбор и погрузка строительного мусора | Автосамосвалы, автопогрузчик | IV–V |
| 2 | Перевозка строительного мусора | Автосамосвалы, автопогрузчик | IV–V |
| 3 | Сбор мелких порубочных остатков (до 15 м ³ /га) в валы шириной до 3 м и отстоящих от стен леса не менее чем на 6 м, с перемещением до 20 м | Кустарниковые грабли, трактор мощностью 79 л. с. (108 кВт) | IV–V |
| 4 | Планировка участков с нарушенной почвой | Бульдозер мощностью 79 л. с. (108 кВт) | IV–V |
| 3. БИОЛОГИЧЕСКИЙ ЭТАП РЕКУЛЬТИВАЦИИ | | | |
| 5. | Подготовка семян трав к посеву, обработка их биопрепаратами | Семена, биопрепараты | IV–V |
| 6 | Посев многолетних трав | Трактор МТЗ-82, сеялка, семена | V–VI |
| 7 | Внесение минеральных удобрений | Трактор МТЗ-82, разбрасыватель удоб- рений, удобрения | V–VI |
| 8 | Обработка почвы, обеспечивающая её рыхле- ние, заделку семян трав и удобрений | Трактор МТЗ-82, бо- рона | V–VI |
| 9 | Уход за посевами трав (подсев семян, под- кормки, полив) | Вручную, семена, удобрения | VI–VII |

| № п/п | Технологические операции | Машины, орудия и материалы | Срок исполнения |
|-------------------------|--|---|-----------------|
| 10 | Заготовка сеянцев или саженцев (дичков древесных пород) с комом земли размером 0, 25 х 0, 20 м 1, 0 тыс. шт. /га (+10% дополнение) | Лопаты, автомобиль | IV–V |
| 11 | Транспортировка саженцев на рекультивируемую площадь | Грузовая автомашина | IV–V |
| 12 | Посадка сеянцев или саженцев (+10% дополнение) | Лопаты, автомобиль | V–VI |
| 13 | Дополнение культур саженцами (100–200 шт. /га) | Лопаты, автомобиль | IV–V |
| 14 | Прочие работы (транспортные, погрузочно-разгрузочные и др.) – 20% стоимости работ по рекультивации | Автомобили для перевозки людей и грузов | IV–VIII |
| 15 | Подготовка пакета документов для сдачи участка | | VIII–IX |
| 16 | Прочие работы (транспортные, погрузочно-разгрузочные и др.) – 20% стоимости работ по рекультивации | Автомобили для перевозки людей и грузов | IV–VIII |
| 4. СДАЧА УЧАСТКА | | | |
| 17 | Подготовка пакета документов для сдачи участка | | VIII |

Примечание. Варианты лесовосстановления выбирают с учетом условий произрастания (табл. 2.2).

**Приложение 2 Технологические схемы рекультивационных работ
на механически нарушенных землях**

**Технологическая схема № 3
рекультивации эрозионно опасных участков, на которых
растительный покров и почвы разрушены более чем на 50%
(с посевом трав и посадкой черенков на голый грунт)**

*(Сельскохозяйственное (оленьи пастбища) и природоохранное
направления рекультивации)*

| № п/п | Технологические операции | Машины, орудия и материалы | Срок исполне- ния |
|-------------------------------------|---|--|-------------------------|
| 1. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ | | | IV–V |
| 2. ТЕХНИЧЕСКИЙ ЭТАП РЕКУЛЬТИВАЦИИ | | | |
| 1 | Сбор и погрузка строительного мусора | Автосамосвалы, автопо- грузчик | IV–V |
| 2 | Перевозка строительного мусора | Автосамосвалы, автопо- грузчик | IV–V |
| 3 | Сбор мелких порубочных остатков (до 15 м ³ /га) в валы шириной до 3 м и отстоящих от стен леса не менее чем на 6 м, с перемещением до 20 м | Кустарниковые грабли, трактор мощностью 79 л. с. (108 кВт) | IV–V |
| 4 | Планировка участков с нарушенной почвой | Бульдозер мощностью 79 л. с. (108 кВт) | V |
| 3. БИОЛОГИЧЕСКИЙ ЭТАП РЕКУЛЬТИВАЦИИ | | | |
| 5 | Подготовка семян трав к посеву, обработка их биопрепаратами | Семена, биопрепараты | IV–V |
| 6 | Посев многолетних трав | Трактор МТЗ-82, сеялка, семена | V–VI |
| 7 | Внесение минеральных удобрений | Трактор МТЗ-82, разбра- сыватель удобрений, удобрения | V–VI |
| 8 | Обработка почвы, обеспечивающая её рыхле- ние, заделку семян трав и удобрений | Трактор МТЗ-82, борона | V–VI |

| № п/п | Технологические операции | Машины, орудия и материалы | Срок исполнения |
|-------------------------|--|---|-----------------|
| 9 | Уход за посевами трав (подсев семян, подкормки, полив) | Вручную, семена, удобрения | VII–VIII |
| 10 | Заготовка черенков ив вручную | Лопаты, автомобиль | IV–V |
| 11 | Транспортировка черенков на рекультивируемую площадь | Грузовая автомашина | IV–V |
| 12 | Обработка черенков ростовыми веществами | Лопаты, автомобиль | IV–V |
| 13 | Кратковременная прикопка посадочного материала | Лопаты, автомобиль | IV–V |
| 14 | Провешивание рядов посадки | Автомобили для перевозки людей и грузов | IV–V |
| 15 | Посадка черенков вручную | | V–VI |
| 16 | Прочие работы (транспортные, погрузочно-разгрузочные и др.) – 20% стоимости работ по рекультивации | Автомобили для перевозки людей и грузов | IV–VIII |
| 4. СДАЧА УЧАСТКА | | | |
| 17 | Подготовка пакета документов для сдачи участка | | VIII |

Технологическая схема № 4
рекультивации эрозионно опасных участков, на которых
растительный и почвенный покров разрушены более чем на 50%
(с посевом трав на торфяную крошку или торфопесчаную смесь
и посадкой черенков)

*(Сельскохозяйственное (оленьи пастбища) и природоохранное
направления рекультивации)*

| № п/п | Технологические операции | Машины, орудия и материалы | Срок исполнения |
|-----------------------------------|---|--|-----------------|
| 1. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ | | | IV–V |
| 2. ТЕХНИЧЕСКИЙ ЭТАП РЕКУЛЬТИВАЦИИ | | | |
| 1 | Сбор и погрузка строительного мусора | Автосамосвалы, автопогрузчик | IV–V |
| 2 | Перевозка строительного мусора | Автосамосвалы, автопогрузчик | IV–V |
| 3 | Сбор мелких порубочных остатков (до 1 м ³ /га) в валы шириной до 3 м, отстоящих от стен леса не менее чем на 6 м, с перемещением до 20 м | Кустарниковые грабли, трактор мощностью 79 л. с. (108 кВт) | IV–V |
| 4 | Планировка участков с нарушенной почвой | Бульдозер мощностью 79 л. с. (108 кВт) | V |
| 5 | Добыча и транспортировка торфа на площадку приготовления торфопесчаной смеси | Экскаватор и автосамосвал | IV–V |
| 6 | Приготовление торфопесчаной смеси | Трактор МТЗ-82, экскаватор | IV–V |
| 7 | Транспортировка торфяной крошки на рекультивируемую площадь | Автосамосвалы, автопогрузчик | IV–V |
| 8 | Распределение торфопесчаной смеси по рекультивируемому участку слоем 5 см | Трактор МТЗ-82 с ковшом и бульдозерным отвалом | IV–V |

| № п/п | Технологические операции | Машины, орудия и материалы | Срок исполнения |
|--|--|---|-----------------|
| 3. БИОЛОГИЧЕСКИЙ ЭТАП РЕКУЛЬТИВАЦИИ | | | |
| 9 | Подготовка семян трав к посеву, обработка их биопрепаратами | Семена, биопрепараты | IV–V |
| 10 | Посев многолетних трав | Трактор МТЗ-82, сеялка, семена | V–VI |
| 11 | Обработка почвы, обеспечивающая её рыхление, заделку семян трав и удобрений | Трактор МТЗ-82, борона | V–VI |
| 12 | Уход за посевами трав (подсев семян, подкормки, полив) | Вручную, семена, удобрения | VII–VIII |
| 13 | Заготовка черенков вручную | Топоры, грузовой автомобиль | IV–V |
| 14 | Транспортировка черенков на рекультивируемую площадь | Грузовая автомашина | IV–V |
| 15 | Обработка черенков ростовыми веществами | Черенки, ростовые вещества | IV–V |
| 16 | Кратковременная прикнопка посадочного материала | Лопаты, посадочный материал | IV–V |
| 17 | Маркировка площади посадки | | V |
| 18 | Посадка черенков вручную | Черенки, меч Колесова, лопаты, посадочный кол | V–VI |
| 19 | Прочие работы (транспортные, погрузочно-разгрузочные и др.) – 20% стоимости работ по рекультивации | Автомобили для перевозки людей и грузов | V–VIII |
| 4. СДАЧА УЧАСТКА | | | |
| 20 | Подготовка пакета документов для сдачи участка | | VIII |

**Приложение 2 Технологические схемы рекультивационных работ
на механически нарушенных землях**

**Технологическая схема № 5
Рекультивации карьерных выемок**

(Лесохозяйственное направление рекультивации)

| № п/п | Технологические операции | Машины, орудия и материалы | Срок исполнения |
|--|---|--|-----------------|
| 1. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ | | | IV–V |
| 2. ТЕХНИЧЕСКИЙ ЭТАП РЕКУЛЬТИВАЦИИ | | | |
| 1 | Сбор, погрузка мусора и хлама | Автосамосвалы, автопогрузчик | IV–V |
| 2 | Перевозка мусора и хлама | Автосамосвалы, автопогрузчик | IV–V |
| 3 | Сбор мелких порубочных остатков (до 15 м ³ /га) в валы шириной до 3 м, с перемещением до 20 м | Трактор ДТ-55 А, подборщик сучьев ПС-5 | IV–V |
| 4 | Оборудование водоотводящих валов или канав на склонах водосборов (если карьер размещен на склоне крутизной свыше 15°) | Трактор МТЗ-82 с ковшом и бульдозерным отвалом | IV–V |
| 5 | Планировка участков с нарушенной почвой | Бульдозер мощностью 79 л. с. | V |
| 6 | Добыча и транспортировка торфа на площадку приготовления торфопесчаной смеси | Экскаватор и автосамосвал | IV–V |
| 7 | Приготовление торфопесчаной смеси | Трактор МТЗ-82, экскаватор | IV–V |
| 8 | Транспортировка торфопесчаной смеси | Автосамосвалы, автопогрузчик | V |
| 9 | Распределение торфопесчаной смеси по рекультивируемому участку слоем 5 см. | Трактор МТЗ-82 с ковшом и бульдозерным отвалом | V–VI |
| 3. БИОЛОГИЧЕСКИЙ ЭТАП РЕКУЛЬТИВАЦИИ | | | |
| 10 | Подготовка семян трав к посеву, обработка их биопрепаратами | Семена, биопрепараты | IV–V |
| 11 | Посев многолетних трав | Трактор МТЗ-82, сеялка, семена | V–VI |
| 12 | Обработка почвы, обеспечивающая её рыхление, заделку семян трав и удобрений | Трактор МТЗ-82, борона | V–VI |
| 13 | Уход за посевами трав (подсев семян, подкормки, полив) | Вручную, семена, удобрения | VII – VIII |

| № п/п | Технологические операции | Машины, орудия и материалы | Срок исполнения |
|-------------------------|--|---|----------------------------|
| 14 | Заготовка черенков вручную | Топоры, грузовой автомобиль | IV–V |
| 15 | Транспортировка черенков на рекультивируемую площадь | Грузовая автомашина | IV–V |
| 16 | Обработка черенков ростовыми веществами | Черенки, ростовые вещества | IV–V |
| 17 | Кратковременная прикопка посадочного материала | Лопаты, посадочный материал | IV–V |
| 18 | Маркировка площади посадки | | V |
| 19 | Закрепление откосов карьера посадкой черенков ив вручную (1800 шт./га) | Черенки, меч Колесова, лопаты, посадочный кол | V–VI |
| 20 | Заготовка сеянцев или саженцев (дичков древесных пород) (+10% дополнение) | Лопаты, автомобиль | IV–V |
| 21 | Транспортировка саженцев на рекультивируемую площадь | Грузовая автомашина | IV–V |
| 22 | Посадка сеянцев или саженцев (дичков древесных пород) (+10% дополнение) на днище карьера и прилегающей нарушенной территории | Лопаты, автомобиль | V–VI |
| 23 | Дополнение культур саженцами (100–200 шт./га) | Лопаты, автомобиль | Осень или весна след. года |
| 24 | Прочие работы (транспортные, погрузочно-разгрузочные и др.) – 20% стоимости работ по рекультивации | Автомобили для перевозки людей и грузов | IV–VIII |
| 25 | Подготовка семян трав к посеву, обработка их биопрепаратами | Семена, биопрепараты | IV–V |
| 26 | Посев многолетних трав | Трактор МТЗ-82, сеялка, семена | V–VI |
| 4. СДАЧА УЧАСТКА | | | |
| 27 | Подготовка пакета документов для сдачи участка | | VIII |

**Приложение 2 Технологические схемы рекультивационных работ
на механически нарушенных землях**

**Технологическая схема № 6
рекультивации эрозионно опасных участков, на которых расти-
тельный и почвенный покров разрушены более чем на 50%**

*(с посевом трав и посадкой сеянцев или саженцев (дичков)
древесных пород на торфопесчаную смесь)*

| № п/п | Технологические операции | Машины, орудия и материалы | Сроки исполнения |
|-------------------------------------|--|--|------------------|
| 1. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ | | | IV–V |
| 2. ТЕХНИЧЕСКИЙ ЭТАП РЕКУЛЬТИВАЦИИ | | | |
| 1 | Сбор и погрузка строительного мусора | Автосамосвалы, автопогрузчик | IV–V |
| 2 | Перевозка строительного мусора | Автосамосвалы, автопогрузчик | IV–V |
| 3 | Сбор мелких порубочных остатков (до 1 м ³ /га) в валы шириной до 3 м, отстоящих от стен леса не менее чем на 6 м, с перемещением до 20м | Кустарниковые грабли, трактор мощностью 79 л. с. (108 кВт) | IV–V |
| 4 | Планировка участков с нарушенной почвой | Бульдозер мощностью 79 л. с. (108 кВт) | IV–V |
| 5 | Добыча и транспортировка торфа на площадку приготовления торфопесчаной смеси | Экскаватор и автосамосвал | IV–V |
| 6 | Приготовление торфопесчаной смеси | Трактор МТЗ-82, экскаватор | IV–V |
| 7 | Транспортировка торфо-песчаной смеси на рекультивируемую площадь | Автосамосвалы, автопогрузчик | V–VI |
| 8 | Распределение торфопесчаной смеси по рекультивируемому участку слоем 5 см | Трактор МТЗ-82 с ковшом и бульдозерным отвалом | V–VI |
| 3. БИОЛОГИЧЕСКИЙ ЭТАП РЕКУЛЬТИВАЦИИ | | | |
| 9 | Подготовка семян трав к посеву, обработка их биопрепаратами | Семена, биопрепараты | IV–V |
| 10 | Посев многолетних трав | Трактор МТЗ-82, сеялка, семена | V–VI |
| 11 | Обработка почвы, обеспечивающая её рыхление, заделку семян трав и удобрений | Трактор МТЗ-82, борона | V–VI |
| 12 | Уход за посевами трав (подсев семян, подкормки, полив) | Вручную, семена, удобрения | VII–VIII |
| 13 | Заготовка сеянцев или саженцев (дичков древесных пород) (+10% дополнение) | Лопаты, автомобиль | IV–V |
| 14 | Транспортировка саженцев на рекультивируемую площадь | Грузовая автомашина | IV–V |

| № п/п | Технологические операции | Машины, орудия и материалы | Сроки исполнения |
|-------------------------|--|---|------------------|
| 15 | Посадка сеянцев или саженцев (дичков древесных пород) (+10% дополнение) | Лопаты, автомобиль | V–IV |
| 16 | Дополнение культур саженцами (100–200 шт. /га) | Лопаты, автомобиль | IV–V |
| 17 | Прочие работы (транспортные, погрузочно-разгрузочные и др.) – 20% стоимости работ по рекультивации | Автомобили для перевозки людей и грузов | IV–VIII |
| 4. СДАЧА УЧАСТКА | | | |
| 18 | Подготовка пакета документов для сдачи участка | | VIII |

Примечание. Варианты лесовосстановления выбирают с учетом условий произрастания (табл. 2.2).

Таблица 4.2. Перечень вариантов лесовосстановления на техногенно нарушенных лесных землях в лесной зоне

| Тип леса | Условное обозначение | Почвы | Варианты | | | |
|-------------------------------------|----------------------|---|----------|---|---|---|
| | | | А | Б | В | Г |
| Лишайниковый | лш | Сухие и периодически свежие, песчаные и супесчаные | + | + | | + |
| Кустарничково-лишайниковый | клш | Сухие и периодически свежие, легкосуглинистые | + | + | | + |
| Зеленомошно-мелкотравный | зммт | Свежие и периодически влажные, суглинистые | | | + | + |
| Зеленомошно-мелкотравно-водяниковый | зммтв | То же | | | + | + |
| Зеленомошно-ягодниковый | змяг | "-" | | | + | + |
| Багульниково-брусничный | бгбр | Влажные, периодически сырые, супесчаные и суглинистые | | | + | + |
| Бруснично-багульниково-моховой | бргмх | То же | | | + | + |
| Голубично-бруснично-моховой | гбм | Влажные, периодически сырые, супесчаные | | | + | + |
| Хвощево-зеленомошный | хвзм | Влажные, периодически сырые, суглинистые | | | + | + |

**Приложение 2 Технологические схемы рекультивационных работ
на механически нарушенных землях**

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА, вариант "А"
лесовосстановления посевом семян сосны, ели* и лиственницы
по минерализованным полосам
Почвы – песчаные, супесчаные и легкосуглинистые сухие и свежие**

(Типы леса: лишайниковый, кустарничково-лишайниковый)

| № п/п | Наименование работ | Состав агрегата | | Сроки испол- нения |
|----------|--|---|------------------------|--------------------------|
| | | марка трактора | орудие | |
| 1 | Минерализация почвы полосами шириной 1 м и глубиной 5–10 см с одновременным посевом семян через 0,5 м в ряду (5,7 тыс. посевных мест на 1 га – 1,0 кг семян 1-го класса качества). Расстояние между полосами – 3,5 м | ЛХТ-100 (ЛХТ-55) | ПДН-1 | V–VI |
| 2 | Агротехнический механизированный уход за посевами | ЛХТ-100 (ЛХТ-55) | КЛБ-1, 7(КДС-1, 8А) | VII |
| 3 | Прочие работы (транспортные, погрузо-разгрузочные, постановка столбов и др., 20% общих затрат) | Грузовой автомобиль повышен- ной прохо- димости | - | V–IX |

*Ель культивируется только на легкосуглинистых почвах

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА, вариант "Б"
лесовосстановления посадкой хвойных пород *
на нарушенных лесных землях
Почвы – песчаные, супесчаные и легкосуглинистые,
сухие и периодически свежие

(Типы леса: лишайниковый, кустарничково-лишайниковый)

| № п/п | Наименование работ | Состав агрегата | | Сроки исполнения |
|-------|---|---|----------------------|------------------|
| | | марка трактора | орудие | |
| 1 | Закрепление нарушенных земель посадкой черенков ив вручную (1800 шт./га) | - | Лопата | V–VI |
| 2 | Посадка стандартных сеянцев сосны, кедра, лиственницы, ели с шагом посадки 0,7 м * (3,0 тыс. шт./га) | - | Меч Колесова, лопата | V–VI |
| 3 | Дополнение лесных культур | - | То же | VII–IX |
| 4 | Трехкратное внесение удобрений в почву | МТЗ ЛТЗ-55 | МВУ-0,5 МВУ-5 | V–IX |
| 5 | Агротехнический уход за лесными культурами с помощью ручных инструментов в 1-2-3-4 годы | - | Мотыга | VII |
| 6 | Прочие работы (транспортные, погрузо-разгрузочные, постановка столбов, лесопатологический мониторинг и др., 20% общих затрат) | Грузовой автомобиль повышенной проходимости | - | V–IX |

* Кедр и ель культивируются только на суглинистых почвах

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА, вариант "В"
лесовосстановления посадкой ели, кедра, лиственницы
на лесных переувлажненных землях по микроповышениям

Почвы – свежие, влажные и периодически сырые, супесчаные и суглинистые

(Типы леса: зеленомошно-мелкотравный;зеленомошно-мелкотравно-водяниковый;зеленомошно-ягодниковый; багульниково-брусничный; бруснично-багульниково-моховой; голубично-бруснично-моховой; хвощево-зеленомошный)

| № п/п | Наименование работ | Состав агрегата | | Сроки исполнения |
|-------|---|---|----------------------|--|
| | | марка трактора | орудие | |
| 1 | Обработка почвы двойным проходом грядками высотой 30-40 см | ЛХТ-55 | ПЛМ-1, 3 | Осенью предыдущего года или перед посадкой |
| 2 | Однорядная посадка по грядкам 4–5-летних стандартных саженцев сосны, ели, кедра, лиственницы (6, 6 тыс. шт./га) | - | Меч Колесова, лопата | V–VI |
| 3 | Дополнение лесных культур | - | То же | VII–IX |
| 4 | Трехкратное внесение удобрений в почву | МТЗ ЛТЗ-55 | МВУ-0,5 МВУ-5 | V–IX |
| 5 | Агротехнический уход за лесными культурами с помощью ручных инструментов в 1-2-3-4-й годы | - | Мотыга | VII |
| 6 | Прочие работы (транспортные, погрузо-разгрузочные. постановка столбов и др. , 20% общих затрат) | Грузовой автомобиль повышенной проходимости | - | V–IX |

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА, вариант "Г"
лесовосстановления посадкой дичков хвойных пород
на нарушенных землях
Почвы – песчаные, супесчаные и легкосуглинистые
сухие, свежие периодически сухие

(Типы леса: лишайниковый, кустарничково-лишайниковый)

| № п/п | Наименование работ | Состав агрегата | | Сроки исполнения |
|-------|---|---|--------|------------------|
| | | марка трактора | орудие | |
| 1 | Заготовка саженцев (дичков древесных пород) с комом земли размером 0,25 × 0, 0 м – 1,0 тыс. шт/га (+ 10% на дополнение) | - | Лопата | V–VI |
| 2 | Подготовка стандартных посадочных мест для посадки деревьев с комом земли размером 0,25 × 0,20 м – 1,0 тыс. шт/га (+ 10% на дополнение) | - | Лопата | V–VI |
| 3 | Посадка деревьев с комом земли размером 0,25 × 0,20 м – 1,0 тыс. шт./га | - | Лопата | V–VI |
| 4 | Дополнение лесных культур посадкой деревьев с комом земли (100–200 саженцев) | - | Лопата | VIII–IX |
| 5 | Прочие работы (транспортные, погрузочно-разгрузочные, постановка столбов, лесопатологический мониторинг и др., 20% общих затрат) | Грузовой автомобиль повышенной проходимости | - | V– IX |

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Применение минеральных удобрений на механически нарушенных почвах

Срезание верхних плодородных слоев почвы в 5–7 раз сокращает содержание в них азота и подвижных форм фосфора, калия, сильно сдерживает развитие сеяных трав [160]. Поэтому на нарушенных почвах, где планируется высеv трав-мелиорантов, целесообразно внесение минеральных удобрений невысокими дозами (табл. 3.1).

Таблица 3.1. Дозы удобрений, рекомендуемые для внесения на незагрязненных почвах одновременно с посевом трав

| Почвы | Дозы действующего вещества, кг/га | | |
|--------------------------|-----------------------------------|--------|-------|
| | азот | фосфор | калий |
| Песчаные | 15–20 | 15–20 | 20–25 |
| Супесчаные и суглинистые | 25–30 | 15–20 | 25–30 |

На песчаных почвах внесение удобрений до или одновременно с посевом трав нерационально. Они быстро вымываются, не будучи использованными всходами растений. В этих условиях удобрения лучше вносить в виде подкормок после того, как высота всходов трав превысила 4–5 см. Применяется фоскамид или нитроаммофоска – 50–60 кг/га технического удобрения.

Внесение минеральных удобрений в торфяную крошку и торфопесчаную смесь проводится в процессе их подготовки. Из расчета на 1 тыс. м³ торфяной крошки или торфопесчаной смеси вносится 50–100 кг действующего вещества азота, 50–80 – калия и 40–60 кг действующего вещества фосфора.

Предпочтение отдается удобным в применении комплексным удобрениям, содержащим азот, фосфор и калий в доступной для быстрого усвоения форме и с минимальным количеством нитратного азота: фоскамид, нитроаммофоска, карбаммофоска или нитроаммофос в смеси с калием хлористым. Если в комплексном удобрении соотношение NPK отличается от приведенного в табл. 3.2, производится его корректировка добавлением азотного или калийного удобрения.



Таблица 3.2. Содержание действующего вещества в комплексных минеральных удобрениях

| Наименование удобрения | Марка N-P ₂ O ₅ -K ₂ O (%) | Содержание, % | | |
|------------------------|---|---------------|----|----|
| | | N | P | K |
| Фоскамид | - | 14 | 14 | 17 |
| Нитроаммофоска | 17-17-17 | 17 | 7 | 14 |
| | 13-19-19 | 13 | 6 | 16 |
| Карбаммофоска | 18-18-18 | 18 | 8 | 15 |
| Диаммофоска | - | 10 | 26 | 26 |

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Технологические схемы очистки почв от нефтяного загрязнения

Для наиболее распространенных ситуаций разработаны технологические схемы проведения рекультивационных работ, базирующиеся преимущественно на фрезерной обработке почвы (табл. 4.1). Там, где применение фрез затруднено, например на нераскорчеванных лесных участках, они могут быть заменены дисковыми плугами (ПЛД-1.2), культиваторами КЛБ-1.7, боровами БДН-2 и другими механизмами, обеспечивающими рыхление и перемешивание верхнего слоя почвы.

Технологические карты разработаны для «свежих» разливов, давностью менее одного года. Для разливов давностью более двух лет, на которых после выполнения аварийных работ собрана свободная нефть, а из загрязненных верхних слоев почвы естественным путем испарились легкие фракции нефти, время рекультивации сокращается на 1 год. Сразу после завершения подготовительных работ можно приступить к мероприятиям по ускорению микробиологического разложения нефти, запланированным в технологических картах на второй год.

Таблица 4.1. Перечень технологических схем очистки почв от нефтяного загрязнения

| № схемы | П о ч в а | УГВ, см | Содержание нефти, г/кг |
|---|---|-----------|------------------------|
| Участки со средним уровнем загрязнения | | | |
| 1. | Песчаные сухие и свежие | > 20 | 80–150 |
| 2. | Супесчаные и суглинистые свежие и влажные | > 20 | 80–150 |
| 3. | Песчаные, супесчаные и суглинистые | < 20 | 80–150 |
| 4. | Торфяные | > 20 | 150–400 |
| 5. | Торфяные | < 20 | 150–400 |
| Участки с низким уровнем загрязнения | | | |
| 6. | Песчаные, супесчаные, суглинистые, торфяные | Различный | < 80 < 150 |
| 7. | Песчаные, супесчаные, суглинистые, торфяные с сохраненной растительностью | То же | < 80 < 150 |
| Участки с высоким уровнем загрязнения | | | |
| 8. | Песчаные, супесчаные, суглинистые, торфяные | Различный | > 150 < 150 |

Примечание: УГВ – уровень грунтовых вод.

Формально технологических схем только 8, но на их основе возможно составление проектов рекультивации для 28 комбинаций таких важнейших факторов, как: почвенно-гидрологические условия, содержание в почве нефти, давность загрязнения. Это достигается благодаря тому, что схемы 6 и 8 комплексные, т. е. каждая из них в совокупности с технологиями обработки почвы, описанными в схемах 2–5, позволяет получить 4 различных варианта рекультивации в зависимости от почвенно-гидрологических условий. Во всех технологических схемах предусмотрено два варианта длительности рекультивационных работ: полный – для свежих разливов и укороченный – для разливов давностью более двух лет.

Для выбора технологической схемы рекультивации используется информация, содержащаяся в паспорте нефтезагрязненного участка. Первоначально выполняются все требующиеся подготовительные работы. И только после окончательного завершения работ по локализации разлива, очистке участка от захламления, мешающего работе нефтесборщиков и почвообрабатывающих орудий, после сбора свободной нефти и срезания сильнозагрязненных слоев почвы приступают к мероприятиям, ускоряющим микробиологическое разложение нефти.

**Технологическая схема № 1
очистки почв от нефтяного загрязнения**

Почвы – песчаные сухие и свежие. УГВ – более 20 см.

Содержание нефти в верхнем 10-сантиметровом слое почвы – 80–150 г/кг

| № операции и виды работ | Состав агрегата | | Сроки проведения |
|---|--|--------------------|------------------|
| | тяговый | орудие | |
| Первый год | | | |
| 1. Подготовительные работы | | | Май–июнь |
| 2. Поверхностное рыхление загрязненного слоя почвы, улучшающее его аэрацию и испарение легких фракций нефти (2–3 раза в течение сезона) | ДТ-75, ЛХТ-55 | БДН-2, КЛБ-1, 7 | Июнь–август |
| 3. Контроль остаточного загрязнения | | | Август–сентябрь |
| Второй год | | | |
| 4. Внесение торфа слоем 7–10 см и известковых и минеральных удобрений в соответствии с рекомендациями табл. 24 | Автосамосвал, бульдозер, тукоразбрасыватель | | Май–июнь |
| 5. Дискование ил и фрезерование почвы на глубину 20–25 см, обеспечивающие равномерную заделку торфа и удобрений | ДТ-75; ГАЗ-71 | БДН-2; Фреза | Май–июнь |
| 6. Контроль остаточного загрязнения | | | Август–сентябрь |
| Третий год | | | |
| 7. Предпосевная обработка почвы. Внесение половинной нормы НРК от рекомендуемой табл. 24 | ГАЗ-71, фреза, тукоразбрасыватель или ручную | | Май–июнь |
| 8. Посев трав-мелиорантов | Вручную | | Май–июнь |

Примечания:

1. На разливах давностью более лет операция "2" не проводится, рекультивационные работы сокращаются на 1 год.
2. Если глубина загрязнения превышает 25 см, при подготовительных работах производится срезка почвы (грунта) из расчета, чтобы загрязненный слой не превышал 20 см. Срезанная загрязненная почва вывозится на специальный полигон или перераспределяется на слабо загрязненные фрагменты рекультивируемого участка.
3. Если при естественном увлажнении не достигается требуемое Регламентом качество очищения почвы, проводится внесение нефтеоокисляющих бактериопрепаратов с последующим искусственным дождеванием.



Технологическая схема № 2 очистки почв от нефтяного загрязнения

Почвы – супесчаные и суглинистые свежие и влажные.

Содержание нефти в верхнем 10-сантиметровом слое почв – 80–150 г/кг

| № операции и виды работ | Состав агрегата | | Сроки проведения |
|---|---|--------------------|------------------|
| | тяговый | орудие | |
| Первый год | | | |
| 1. Подготовительные работы | | | Май–июнь |
| 2. Поверхностное рыхление загрязненного слоя почвы, улучшающее его аэрацию и испарение легких фракций нефти (2–3 раза за сезон) | ДТ-75 ЛХТ-55 | БДН-2; КЛБ-1, 7 | Июнь–август |
| 3. Контроль остаточного загрязнения | | | Август–сентябрь |
| Второй год | | | |
| 4. Внесение известковых и минеральных удобрений в соответствии с рекомендациями табл. 24. | Тукоразбрасыватель или ручную | | Май–июнь |
| 5. Дискование или фрезерование почвы на глубину 20–25 см, 1–2 раза за сезон | ДТ-75 ГАЗ-71 | БДН-2 Фреза | Май–август |
| 6. Контроль остаточного загрязнения | | | Август–сентябрь |
| Третий год | | | |
| 7. Предпосевная обработка почвы. Внесение половинной нормы НРК от рекомендуемой табл. 24 | ГАЗ-71, фреза, тукоразбрасыватель или ручную | | Май–июнь |
| 8. Посев трав-мелиорантов | Ручную | | Май–июнь |

Примечания:

1. На разливах давностью более 2 лет операция "2" не проводится, рекультивационные работы сокращаются на 1 год.

2. Если к концу второго вегетационного периода не достигается требуемое Регламентом качество очищения почвы, проводится внесение нефтеокисляющих бактериопрепаратов в комплексе с рекомендуемыми удобрениями.

**Технологическая схема № 3
очистки почв от нефтяного загрязнения**

Почвы – песчаные, супесчаные и суглинистые с уровнем грунтовых вод менее 20 см или временно затопливаемые.

Содержание нефти в верхнем 10-сантиметровом слое почвы–80–150 г/кг

| № операции и виды работ | Состав агрегата | | Сроки проведения |
|--|---------------------------|--|------------------|
| | тяговый | орудие | |
| Первый год | | | |
| 1. Подготовительные работы | | | Май–июнь |
| 2. Оставление разлива на 1–2 сезона для естественного испарения легких фракций нефти, оставшейся после её сбора при подготовительных работах | | | Июнь–август |
| 3. Контроль остаточного загрязнения | | | Август–сентябрь |
| Второй год | | | |
| 4. Внесение известковых и минеральных удобрений согласно рекомендациям табл. 24 | | Вручную | Май–июнь |
| 5. Фрезерование почвы с одновременным формированием микроповышений | ДТ-75Б МРТ-1 ГАЗ-71 | ФЛШ-1,3 Фреза с грядко-делателем | Май–июнь |
| 6. Контроль остаточного загрязнения | | | Август–сентябрь |
| Третий год | | | |
| 7. Фрезерование почвы с одновременным формированием микроповышений | ДТ-75Б МРТ-1 ГАЗ-71 | ФЛШ-1,3 Фреза с грядко-делателем | Май–июнь |
| 8. Посев трав-мелиорантов | | Вручную | Май–июнь |

Примечания:

1. На разливах давностью более 2 лет операция "2" не проводится, рекультивационные работы сокращаются на 1 год.

2. Если к концу второго вегетационного периода не достигается требуемое Регламентом качество очищения почвы, проводится внесение нефтеокисляющих бакпрепаратов в комплексе с рекомендуемыми удобрениями.

Технологическая схема № 4 очистки почв от нефтяного загрязнения

Почвы – торфяные с уровнем грунтовых вод в меженный период более 20 см, пригодные для многократного прохода болотоходной техники. Содержание нефти в верхнем 10-сантиметровом слое почвы–150–400 г/кг

| № операции и виды работ | Состав агрегата | | Сроки проведения |
|--|--|--------|------------------|
| | тяговый | орудие | |
| Первый год | | | |
| 1. Подготовительные работы | | | Май–июнь |
| 2. Поверхностное рыхлаение загрязненного слоя почвы, улучшающее его аэрацию и испарение легких фракций нефти (2–3 раза за сезон) | ДТ-75Б ГАЗ-71 Feramos МРТ-1 и др. | Фреза | Июнь–август |
| 3. Контроль остаточного загрязнения | | | Август–сентябрь |
| Второй год | | | |
| 4. Внесение известковых и минеральных удобрений в соответствии с рекомендациями табл. 24 | Тукоразбрасыватель или вручную | | Май–июнь |
| 5. Фрезерование торфа на глубину 20–25 см 1–2 раза за сезон | ДТ-75Б ГАЗ-71 Feramos МРТ-1 и др. | Фреза | Май–август |
| 6. Контроль остаточного загрязнения | | | Август–сентябрь |
| Третий год | | | |
| 7. Предпосевная обработка почвы. Внесение половинной нормы НРК от рекомендуемых табл. 24 | ГАЗ-71 | Фреза | Май–июнь |
| | Тукоразбрасыватель или вручную | | |
| 8. Посев трав-мелиорантов | Вручную | | Май–июнь |

Примечания:

1. На разливах давностью более 2 лет операция "2" не проводится, рекультивационные работы сокращаются на 1 год.

2. Если к концу второго вегетационного периода не достигается требуемое Регламентом качество очищения почвы, проводится внесение нефтеокисляющих бакпрепаратов в комплексе с рекомендуемыми удобрениями.

**Технологическая схема № 5
очистки почв от нефтяного загрязнения**

**Почвы – торфяные с уровнем грунтовых вод менее 20 см, проходимые
только для понтонного шагающего болотохода.**

Содержание нефти в верхнем 10-сантиметровом слое почвы –150–400 г/кг

| № операции и виды работ | Состав агрегата | | Сроки проведения |
|---|--------------------|--|------------------|
| | тяговый | орудие | |
| Первый год | | | |
| 1. Подготовительные работы | | | Май–июнь |
| 2. Оставление разлива нефти на 1-2 сезона для естественного испарения после ее сбора при подготовительных работах | | | Июнь–август |
| 3. Контроль остаточного загрязнения | | | Август–сентябрь |
| Второй год | | | |
| 4. Внесение известковых и минеральных удобрений согласно рекомендациям табл. 24 | | Вручную | Май–июнь |
| 5. Фрезерование почвы с одновременным формированием микроповышений | Болотоход БП-2 | Фреза с грядко-делателем | Май–июнь |
| 5а. Фрезерование почвы горизонтальной фрезой на глубину 20-25 см. Нарезка вертикальной фрезой дренирующих борозд и микроповышений | Болотоход БП-2 | Горизонтальная фреза Вертикальная фреза | Май–июнь |
| 6. Контроль остаточного загрязнения | | | Август–сентябрь |
| Третий год | | | |
| 7. Фрезерование почвы с одновременным формированием микроповышений | Шагающий болотоход | Фреза с грядко-делателем | Май–июнь |
| 8. Посев или посадка трав-мелиорантов | | Вручную | Май–июнь |

Примечания:

1. На разливах давностью более 2 лет операция "2" не проводится, рекультивационные работы сокращаются на 1 год.

2. Если к концу второго вегетационного периода не достигается требуемое Регламентом качество очищения почвы, проводится внесение нефтеокисляющих бакпрепаратов в комплексе с рекомендуемыми удобрениями.

3. В зависимости от имеющихся орудий обработка почвы ведется по схеме 5 или 5а.

**Технологическая схема № 6
очистки почв от нефтяного загрязнения(сборная)**

*Участки различных экотопов с уничтоженной растительностью
с содержанием нефти в верхнем 10-сантиметровом слое минеральных почв
– менее 80 г/кг, в торфяных почвах – менее 150 г/кг*

| № операции и виды работ | Состав агрегата | | Срок проведения |
|---|-----------------|--------|-----------------|
| | тяговый | орудие | |
| Первый год | | | |
| 1. Подготовительные работы | | | Май–июнь |
| 2. Поверхностное рыхление загрязненного слоя почвы, улучшающее его аэрацию и испарение легких фракций нефти (2-3 раза за сезон). Сильно переувлажненные и затопливаемые участки можно оставлять без рыхления для естественного испарения легких фракций нефти, оставшейся после ее сбора при подготовительных работах | | | Июнь–август |
| 3. Контроль остаточного загрязнения | | | Август–сентябрь |
| Второй год | | | |
| 4. Обработка почвы по технологиям, соответствующим конкретным почвенно-гидрологическим условиям (см. п. 5 технологических схем № 2-5) с одновременным внесением известковых и минеральных удобрений в соответствии с рекомендациями табл. 24 | | | Май–июнь |
| 5. Посев трав-мелиорантов сразу после обработки почвы | | | Май–июнь |

Примечание: на разливах давностью более двух лет операция "2" не проводится, рекультивационные работы сокращаются на 1 год.

**Технологическая схема № 7
очистки почв от нефтяного загрязнения**

*Участки различных экотопов с содержанием нефти
в верхнем 10-сантиметровом слое минеральных почв – менее 80 г/кг,
в торфяных почвах – менее 150 г/кг
и удовлетворительно сохраненной растительностью*

| № операции и виды работ | Состав агрегата | | Срок проведения |
|--|--|--------|-----------------|
| | тяговый | орудие | |
| Первый год | | | |
| 1. Подготовительные работы | | | Май–июнь |
| 2. Оставление свежих разливов на один вегетационный сезон для естественного испарения легких фракций нефти, оставшейся после ее сбора при подготовительных работах | | | Июнь–август |
| 3. Контроль остаточного загрязнения | | | Август–сентябрь |
| Второй год | | | |
| 4. Поверхностное внесение известковых и минеральных удобрений из расчета 20% нормы, рекомендуемой табл. 24 | Вручную | | Май–июнь |
| 5. Внесение культур нефтеокисляющих микроорганизмов согласно инструкциям по их применению | Опрыскиватели, дождеваль- ные установки, мотопомпа | | Май–июнь |
| 6. Орошение участка по замкнутой системе водой, обогащенной кислородом и элементами минерального питания | Оросительная система из шлангов и разбрызгивателей (или дальнотруйных устано- вок), водосборных канавок и водоприемников | | Май–август |
| 7. Контроль остаточного загрязнения | | | Август–сентябрь |

*Примечание: на разливах давностью более двух лет операция 2 не проводится;
рекультивационные работы сокращаются на 1 год.*

Технологическая схема № 8 очистки почв от нефтяного загрязнения(сборная)

*Участки различных экотопов с содержанием нефти
в верхнем 10-сантиметровом слое минеральных почв – более 150 г/кг,
в торфяных почвах и лесной подстилке – более 400 г/кг*

| № операции и виды работ | Состав агрегата | | Срок проведения |
|--|---|-------------------|-----------------|
| | тяговый | орудие | |
| Первый год | | | |
| 1. Подготовительные работы | | | Май-июнь |
| 2. Срезка верхнего сильнозагрязненного слоя почвы с вывозкой на специальный полигон или перераспределение его на слабо- загрязненные фрагменты рекультивируемого участка. В результате содержание нефти в верхнем 10-сантиметровом слое почвы должно составлять меньше 150 г/кг. | Бульдозер, погрузчик, самосвалы. Грунтомет ГТ-3 | | Март, июнь-июль |
| 3. Поверхностное рыхление загрязненного слоя почвы, улучшающее его аэрацию и испарение легких фракций нефти (2-3 раза за сезон). | ДТ-75 ЛХТ-55 | БДН-2 КЛБ-1, 7 | Июнь-август |
| Сильно переувлажненные и затопливаемые участки можно оставлять без рыхления для естественного испарения легких фракций нефти, оставшейся после ее сбора при подготовительных работах | | | |
| 4. Контроль остаточного загрязнения | | | Август-сентябрь |
| Второй год | | | |
| 5. Внесение культур нефтеокисляющих микроорганизмов согласно инструкциям по их применению в комплексе с известковыми и минеральными удобрениями. Если нормы удобрений не оговорены в инструкции, руководствуются табл. 24 | Опрыскиватели, дождевальные установки, мото- помпы | | Май-июнь |
| 6. Одно- двукратная обработка почвы по технологиям, соответствующим конкретным почвенно-гидрологическим условиям (см. п. 5 технологических схем № 2-5) | | | |
| 7. Контроль остаточного загрязнения | | | Август-сентябрь |
| Третий год | | | |
| 8. Предпосевная обработка почвы по технологиям, соответствующим почвенно-гидрологическим условиям (см. п. 7 технологических схем № 2-5) | | | Май-июнь |
| 9. Посев или посадка трав-мелиорантов | Вручную | | Май-июнь |

Примечание: на разливах давностью более двух лет операция "2" не проводится, рекультивационные работы сокращаются на 1 год.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Извлечения из Регионального норматива «Допустимое остаточное содержание нефти и нефтепродуктов в почвах после проведения рекультивационных и иных восстановительных работ на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры»

*Приложение к постановлению Правительства автономного округа
от 10. 12. 2004 № 466-п*

1. Общие положения и область применения

1.1. Региональный норматив «Допустимое остаточное содержание нефти и нефтепродуктов в почвах после проведения рекультивационных и иных восстановительных работ на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры» разработан в соответствии с Временными рекомендациями по разработке и введению в действие нормативов допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почвах после проведения рекультивационных и иных восстановительных работ (утверждены приказом МПР России от 12.09.2002 № 574) с учетом эколого-генетической классификации почв Тюменской области (В. Я. Хренов. Почвы Тюменской области: словарь-справоч. – Екатеринбург: УрО РАН, 2002) и ландшафтного районирования автономного округа (Н. Н. Москвина, В. В. Козин. Ландшафтное районирование Ханты-Мансийского автономного округа. – Ханты-Мансийск, 2001). Норматив устанавливает допустимое остаточное содержание нефти и нефтепродуктов в почвах после проведения рекультивационных и иных восстановительных работ на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры.

1.2. Региональный норматив «Допустимое остаточное содержание нефти и нефтепродуктов в почвах после проведения рекультивационных и иных восстановительных работ на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры» устанавливается в целях сохранения биологического разнообразия и предотвращения негативного воздействия на почвенные экосистемы, ограничения и регламентации уровня загрязнения почв и земель нефтяными углеводородами.



1.3. Региональный норматив «Допустимое остаточное содержание нефти и нефтепродуктов в почвах после проведения рекультивационных и иных восстановительных работ на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры» предназначен для применения контролирующими органами и хозяйствующими субъектами при оценке состояния почв и земель после проведения рекультивационных и иных восстановительных работ.

1.4. Региональный норматив «Допустимое остаточное содержание нефти и нефтепродуктов в почвах после проведения рекультивационных и иных восстановительных работ на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры» действует до установления уполномоченными федеральными органами государственной власти соответствующих нормативов для оценки качества окружающей среды.

2. Основные положения

2.1. Региональный норматив «Допустимое остаточное содержание нефти и нефтепродуктов в почвах после проведения рекультивационных и иных восстановительных работ на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры» принимается равным содержанию нефтепродуктов в почве из расчета массовой доли нефтяных углеводородов в пробах почв, отобранных в соответствии с ГОСТ 17.0.0.02–79 «Охрана природы. Метрологическое обеспечение контроля загрязненности атмосферы, поверхностных вод и почвы. Основные положения», ГОСТ 17.4.3.01–83 «Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб», ГОСТ 17.4.4.02–84 «Охрана природы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического и гельминтологического анализа» с глубины разных почвенных горизонтов.

2.2. Региональный норматив «Допустимое остаточное содержание нефти и нефтепродуктов в почвах после проведения рекультивационных и иных восстановительных работ на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры» принимается равным абсолютным значениям массовой доли загрязняющего вещества (нефти и нефтепродуктов) в пробах почв для различных почвенных горизонтов типичных почв Ханты-Мансийского автономного округа – Югры с учетом различного целевого использования земель.

2.3. Региональный норматив «Допустимое остаточное содержание нефти и нефтепродуктов в почвах после проведения рекультивационных и иных восстановительных работ на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры» применяется на основе общепринятой в почвоведении индексации почвенных горизонтов (табл. 5).

Таблица 3. Нормативы допустимого остаточного содержания нефти и нефтепродуктов в почвах после проведения рекультивационных и иных восстановительных работ

1. Подзона среднетаежных и северотаежных почв

2. Лесохозяйственное использование

| Почвы | | | | Почвенные горизонты | Нормативное значение, г/кг | Требования для оценки рекультивационных работ | Дополнительные требования для оценки рекультивированных почв и земель |
|--------------------|---------------------------|--|--|---|----------------------------|--|--|
| Надтиповая группа | Гранулометрический состав | Код | Типы | | | Допустимая площадь с превышением нормативного значения (% площади рекультивированного участка) ***** | Не допускается наличие визуальных признаков нефтяного загрязнения в профиле почвы. На участках с сохранившимся древостоем отпад не более 60% деревьев. Для сеяных травостоев определяется процент растений, сформировавших генеративные органы. Густота произрастания сосудистых растений не ниже 50 экземпляров на 1 м ² . Не допускается наличие лишней растительности пятен диаметром более 50 см. |
| Органоминеральные* | Песок, супесь | 21 | Дерново-подзолистые, подзолы | A ₀ , A ₁ | 15 | 20 | |
| | | | | A _e , B _f , B _h , B, C | 3 | | |
| | Легкие суглинки | 22 | Аллювиальные болотные иловато-торфяные | Ad, T, | 10 | | |
| | | | | A, G | 2 | | |
| Суглинки, глины | 23 | Дерново-подзолистые, подзолистые, болотно-подзолистые, глееземы, таежные слабодифференцированные | A, T, TA | 30 | | | |
| | | | A, A _{2g} , A _e , B, C | 5 | | | |

| Почвы | | | Почвенные горизонты | Нормативное значение, г/кг | Требования для оценки рекультивационных работ | Дополнительные требования для оценки рекультивированных почв и земель |
|-----------------|----|--|---------------------|----------------------------|---|---|
| Органо-генные** | 11 | Торфяные болотные верховые | ТА, Т1 (Оч)Т | 60 (100***) | | |
| | | | | 30 | | |
| | 12 | Торфяные болотные переходные, торфяные болотные низинные | Т | 20 | | |

*Содержание углеводов нефти и нефтепродуктов определяется по профилю почвы до глубины горизонта С (в среднем 100–150 см), на землях и минеральных грунтах – до глубины 200 см, для органогенных горизонтов с шагом по профилю почвы – не более 10 см, для минеральных – не более 20 см.

**Содержание углеводов нефти и нефтепродуктов определяется до глубины 200 см, отдельно в слое 0–10 см, далее с шагом не более 20 см.

***Остаточное содержание углеводов нефти и нефтепродуктов в количестве 100 г/кг допускается для участков болот с частично сохранившимся живым напочвенным покровом, плотностью торфа не выше 0,07 г/см³ (сфагновый очес, неразложившийся торф, на участках, не подвергавшихся механическому воздействию) и проективным покрытием травяно-кустарничкового яруса не менее 30% естественного.

****Допустимое превышение нормативного значения – в пределах межлабораторной ошибки используемой методики измерения показателя загрязненности, соответствующей требованиям ГОСТ 8.010–72

Таблица 4. Нормативы допустимого остаточного содержания нефти и нефтепродуктов в почвах после проведения рекультивационных и иных восстановительных работ

1. Подзона среднетаежных и северотаежных почв

2. Водохозяйственное использование (включая водоохранные зоны источников питьевого водоснабжения, рыбохозяйственных водных объектов)

| Почвы | | | | Почвенные горизонты | Нормативное значение, г/кг | Требования для оценки рекультивационных работ | Дополнительные требования для оценки рекультивированных почв и земель |
|--|---------------------------|--------------------|---------------|---------------------|--|---|--|
| Надтиповая группа | Гранулометрический состав | Код | Типы | | | | |
| Органо-минеральные, органогенные, минеральные грунты | Любой | 11, 12, 21, 22, 23 | Все типы почв | А, Т, ТА | 1 (или до уровня регионально-фонового содержания*) | 10 | Определение уровня грунтовых вод (закладка не менее 5 сантиметровых ям-колодцев) |
| | | 41 | | А, Ае, В, С | 0,1 (или до уровня регионально-фонового содержания*) | | |

* Под регионально-фоновым содержанием нефти и нефтепродуктов в почве понимается их содержание в почвах территорий, не испытывающих техногенной нагрузки.

** См. примечание 4 (****) к таблице 3.

Таблица 5. Нормативы допустимого остаточного содержания нефти и нефтепродуктов в почвах после проведения рекультивационных и иных восстановительных работ

1. Подзона среднетаежных и северотаежных почв

2. Сельскохозяйственное использование (пашни, поля, луга, пастбища и подобное)

| Почвы | | | | Почвенные горизонты | Нормативное значение, г/кг | Требования для оценки рекультивационных работ | Дополнительные требования для оценки рекультивированных почв и земель |
|--------------------|---------------------------|--------|--|---|----------------------------|--|--|
| Надтиповая группа | Гранулометрический состав | Код | Типы | | | Допустимая площадь с превышением нормативного значения (% площади рекультивированного участка) * | Не допускается наличие визуальных признаков нефтяного загрязнения в профиле почвы |
| Органо-минеральные | Легкие суглинки, супеси | 21, 22 | Дерново-подзолистые, подзолы, дерново-луговые аллювиальные болотные иловато торфяные | A _d , A ₁ , T, TA | 5 | 10 | Закладка почвенных профилей для анализа агрофизических и агрохимических свойств почв |
| | | | | A, B, G | 1 | | |

* См. примечание 4 (****) к таблице 3.

Таблица 6. Нормативы допустимого остаточного содержания нефти и нефтепродуктов в почвах после проведения рекультивационных и иных восстановительных работ

1. Подзона среднетаежных и северотаежных почв

2. Строительное использование

| Почвы | | | | Почвенные горизонты | Нормативное значение, г/кг | Требования для оценки рекультивационных работ | Дополнительные требования для оценки рекультивированных почв и земель |
|----------------------------|---------------------------|-----|------|---------------------|----------------------------|---|---|
| Надтиповая группа | Гранулометрический состав | Код | Типы | | | | |
| Минеральные грунты и земли | Песок и супесь | 41 | - | - | 5 | 10 | |

* См. примечание 4 (****) к таблице 3.

Таблица 7. Индексация почвенных горизонтов

| Индекс почвенного горизонта | Название почвенного горизонта |
|------------------------------------|--|
| A _o (O) | Верхний почвенный слой (лесная подстилка) |
| A _{2g} | Второй верхний горизонт с признаками оглеения |
| Оч | Очес (слой живых мхов, мохового войлока, отмерших частей мхов и пр.) |
| A _т | Грубогумусовый (оторфованный) слой |
| A _d | Дернина |
| A ₁ | Гумусовый, дерновый слой |
| A _e | Элювиальный горизонт (осветленный белесый слой) – горизонт вымывания |
| B | Иллювиальный горизонт – горизонт вымывания |
| B _g | Иллювиальный горизонт оглеенный |
| B _f | Иллювиально-железистый горизонт |
| B _h | Иллювиально-гумусовый горизонт |
| T | Торфяный слой |
| T ₁ | Торфяный слаборазложившийся и не разложившийся |
| T _A | Торфяный минерализованный (измененный обработкой) |
| G | Глеевый |
| C | Материнская почвообразующая порода |

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Очередность проведения рубок ухода в лесах эксплуатационного назначения в порядке снижения остроты лесоводственной потребности в уходе

| Виды рубок ухода | Особенности рубок ухода | Очередность |
|--|---|-------------|
| 1. Уход за молодняками | Уход за лесными культурами и потенциальными кедровниками | 1 |
| | Уход за чистыми молодняками | 7 |
| 2. Прореживания | 2.1. Первые прореживания в смешанных (хвойно-лиственных и лиственно-хвойных) насаждениях | 3 |
| | 2.2. Первые прореживания в чистых хвойных насаждениях | 8 |
| | 2.3. Последние прореживания в смешанных насаждениях | 4 |
| | 2.4. Последние прореживания в чистых насаждениях | 11 |
| 3. Проходные рубки | 3.1. Первые проходные рубки в смешанных насаждениях | 6 |
| | 3.2. Первые проходные рубки в чистых насаждениях | 12 |
| | 3.3. Последние проходные рубки в смешанных насаждениях | 10 |
| | 3.4. Последние проходные рубки в чистых насаждениях | 14 |
| 4. Рубки переформирования хвойно-лиственных насаждений в хвойные | 4.1. Рубки переформирования насаждений с сильно угнетенным ярусом хвойных пород под пологом лиственных | 5 |
| | 4.2. Рубки переформирования насаждений со слабоугнетенным вторым ярусом и подростом хвойных пород | 9 |
| 5. Выборочные санитарные рубки | 5.1. Выборочные санитарные рубки, связанные с развитием опасных заболеваний и распространением опасных вредителей | 2 |
| | 5.2. Выборочные санитарные рубки, направленные на удаление сухостоя и отмирающих деревьев при нормальном или близком к нему процессе самоизреживания древостоев | 13 |

Примечание. Прочистки и прореживания в чистых хвойных насаждениях проводятся только в том случае, если их густота – более 10 тыс. шт./га и им угрожает снеголом; в чистых лиственных насаждениях прочистки и прореживания не проводятся.

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

Характеристика пожароустойчивости травянистых
и кустарничковых растений сосновых лесов предлесостепи
и лесостепи Западной Сибири

| Вид | Группа устойчи- вости | Размещение веге- тативных органов в почве | | Органы вегетативного возобновления | Типы сосняков |
|--|--------------------------|---|---|--|----------------------------|
| | | Генети- ческий горизонт почвы | Глубина в мине- ральном горизон- те, см | | |
| <i>Надземно-ползучие</i> | | | | | |
| Плаун булавовидный | - | Ао | 0 | Стебли | Бр.-черничниковый |
| Плаун годичный | - | Ао | 0 | То же | Черничниковый |
| Линнея северная | - | Ао | 0 | " | То же |
| Будра плющевидная | - | Ао | 0 | Корневище | " |
| Звездчатка злаковая | - | Ао | 0–1 | То же | Бр.-черничниковый |
| Черноголовка обыкновенная | - | Ао | 0 | " | То же |
| Кошачья лапка двудомная | - | Ао | 0–1 | " | Бруснично- лишайниковый |
| <i>Надземно-столонные</i> | | | | | |
| Земляника | - | АоА ₁ | 0–1 | Корневище | Бр. черничниковый |
| Костяника каменная | 0+ | АоА ₁ | 0–2 | Корневище, корни | То же |
| Княженика | + | АоА ₁ | 0–2 | То же | Черничниковый |
| <i>Подземно-столонные</i> | | | | | |
| Седмичник европейский | -0 | АоА ₁ | 0–1 | Клубень | Бр.-черничниковый |
| Кипрей болотный | 0(+) | А ₀ А ₁ | 0–1 | Зона кущения | Черничниковый |
| <i>Длиннокорневищные корнеподстилочные</i> | | | | | |
| Брусника | - | Ао | 0 | Корневище | Черничниковый |
| Брусника | -0 | АоА ₁ | 0–2 | То же | Бр.-черничниковый |

Приложение 7 Характеристика пожароустойчивости травянистых и кустарничковых ...

| Вид | Группа устойчи- вости | Размещение вегетативных органов в почве | | Органы вегетативного возобновления | Типы сосняков |
|----------------------------|--------------------------|---|-------------------------------------|------------------------------------|-------------------|
| | | Генетический горизонт почвы | Глубина в минеральном горизонте, см | | |
| Черника | 0 | A ₀ A ₁ | 0–2 | " | То же |
| Зимолоубка зонтичная | 0 | A ₀ A ₁ | 0–3 | " | " |
| Майник двулистный | 0- | A ₀ A ₁ | 0–2 | " | " |
| Грушанка круглолистная | + | A ₀ A ₁ | 0–2 | Корневище, корни | " |
| Рамишия однобокая | 0 | A ₀ A ₁ | 0–2 | Корневище | Черничниковый |
| <i>Длиннокорневищные</i> | | | | | |
| Бодяк разнолистный | 0+ | A ₀ A ₁ | 0–2 | Зона кушения, корневище | Черничниковый |
| Девясил иволистный | 0+ | A ₁ | 1–3 | Корневище | Бр.-черничниковый |
| Чина луговая | 0+ | A ₁ | 0–2 | То же | То же |
| Горошек мышиный | 0+ | A ₁ | 0–3 | " | " |
| Горошек заборный | 0+ | A ₁ | 0–2 | " | " |
| Мятлик узколистный | 0+ | A ₁ | 1–3 | Зона кушения | " |
| Тысячелистник обыкновенный | + | A ₀ A ₁ | 0–1,5 | Зона кушения, корневище, корни | " |
| Вербейник обыкновенный | + | A ₁ | 1–3 | Корневище | Черничниковый |
| Василистник простой | + | A ₁ | 1–3 | Зона кушения, корневище | То же |
| Ромашка крупноцветковая | + | A ₁ | 2–3 | Корневище | Брусничниковый |
| Гимнокарпиум Линнея | + | A ₁ | 2–4 | То же | Черничниковый |
| Дифазиаструм уплощенный | + | A ₁ | 0–9 | " | Бр.-черничниковый |
| Клевер средний | + | A ₁ | 1–6 | " | То же |
| Сныть обыкновенная | + | A ₁ | 2–6 | Зона кушения, корневище | Разнотравный |
| Вейник наземный | + | A ₁ A ₂ | 1–8 | Зона кушения | Бр.-черничниковый |

| Вид | Группа устойчи- вости | Размещение вегетативных органов в почве | | Органы вегетативного возобновления | Типы сосняков |
|---------------------------------|--------------------------|---|-------------------------------------|------------------------------------|-------------------|
| | | Генетический горизонт почвы | Глубина в минеральном горизонте, см | | |
| Тростник обыкновенный | + | A ₂ B | 5–20 | Корневище | То же |
| Орляк обыкновенный | + | A ₁ A ₂ | 6–16 | То же | " |
| Хвощ полевой | + | A ₂ B | 10–20 | " | Черничниковый |
| Хвощ лесной | + | A ₂ B | 10–25 | " | То же |
| Хвощ зимующий | + | A ₂ B | 12–25 | " | Брусничниковый |
| <i>Корнеотпрысковые</i> | | | | | |
| Щавелек малый | + | A ₁ | 0,5–3 | Зона кушения, корни | Черничниковый |
| Жгун-корень сомнительный | + | A ₁ | 0–4 | Зона кушения | Бр.-черничниковый |
| Льянка обыкновенная | + | A ₁ | 0–4 | Зона кушения, корни | То же |
| Бодяк полевой | + | A ₁ | 1–4 | То же | Черничниковый |
| Иван-чай узколистный | + | A ₁ | 1–3 | " | Брусничниковый |
| <i>Корневищно-рыхлокустовые</i> | | | | | |
| Перловник поникший | 0- | A ₀ A ₁ | 0,5–3 | Зона кушения, корневище | Черничниковый |
| Полевица тонкая | 0+ | A ₁ | 0–4 | Зона кушения | Бр.-черничниковый |
| Коротконожка перистая | 0+ | A ₁ | 0–4 | Зона кушения, корневище | То же |
| Вейник пурпурный | + | A ₁ | 1–4 | То же | Черничниковый |
| Осока пустошная | + | A ₁ | 1–3 | " | Брусничниковый |
| <i>Короткокорневищные</i> | | | | | |
| Вероника колосистая | 0- | A ₀ A ₁ | 0–1 | Корневище | Брусничниковый |
| Зверобой продырявленный | + | A ₀ A ₁ | 0–2 | Корневище, корни | То же |
| Герань лесная | 0 | A ₁ | 0–3 | Корневище | Бр.-черничниковый |
| Медуница мягчайшая | 0+ | A ₁ | 0–3 | То же | То же |

Приложение 7 Характеристика пожароустойчивости травянистых и кустарничковых ...

| Вид | Группа устойчи- вости | Размещение вегетативных органов в почве | | Органы вегетативного возобновления | Типы сосняков |
|------------------------------|--------------------------|---|-------------------------------------|------------------------------------|-------------------|
| | | Генетический горизонт почвы | Глубина в минеральном горизонте, см | | |
| Чина весенняя | +0 | A ₁ | 0–4 | " | " |
| Лапчатка прямостоячая | 0+ | A ₁ | 0–3 | " | " |
| Золотарник обыкновенный | 0(+) | A ₁ | 0–3 | " | " |
| Клевер люпиновидный | 0 | A ₁ | 0–2 | " | " |
| Ястребинка зонтичная | 0(+) | A ₁ | 1–4 | " | " |
| Гравилат городской | +0 | A ₁ | 0–4 | " | Разнотравный |
| Василистник водосборolistный | + | A ₁ | 1–4 | " | То же |
| Кровохлебка лекарственная | + | A ₁ | 0–3 | Корневище, корни | Черничниковый |
| Купена многоцветковая | + | A ₁ | 0–4 | Корневище | Бр.-черничниковый |
| Вороний глаз четырехлистный | + | A ₁ | 2–5 | То же | Разнотравный |
| Фиалка собачья | + | A ₁ | 0–2 | Корневище, корни | Бр.-черничниковый |
| Очиток пурпуровый | + | A ₁ | 1–2 | Корневище, клубни, корни | То же |
| Лабазник шестилепестной | + | A ₁ | 0–3 | Корневище, клубни | Бр.-черничниковый |
| Чина гороховидная | + | A ₁ | 0–3 | Корневище, корни | То же |
| Лабазник вязолистный | + | A ₁ | 0–4 | То же | Разнотравный |
| <i>Кистекорневые</i> | | | | | |
| Купальница европейская | 0 | A ₁ | 0–2 | Корневище | Черничниковый |
| Сивец луговой | 0(+) | A ₁ | 0–2 | То же | То же |
| <i>Плотнокустовые</i> | | | | | |
| Ожика волосистая | -(+) | АоА ₁ | 0–1 | Зона кущения | Черничниковый |

| Вид | Группа устойчи- вости | Размещение вегетативных органов в почве | | Органы вегетативного возобновления | Типы сосняков |
|------------------------|--------------------------|---|-------------------------------------|------------------------------------|-------------------|
| | | Генетический горизонт почвы | Глубина в минеральном горизонте, см | | |
| Молиния голубая | - | A ₀ A ₁ | 0–2 | То же | То же |
| Луговик дернистый | - | A ₀ A ₁ | 0–2 | " | " |
| Вейник тростниковидный | - | A ₀ A ₁ | 0–2 | " | Бр.-черничниковый |
| Келерия сизая | 0+ | A ₀ A ₁ | 0–1 | " | Лишайниковый |
| <i>Стержнекорневые</i> | | | | | |
| Подорожник средний | + | A ₁ | 0–2 | Корневище, корни | Разнотравный |
| Щавель обыкновенный | + | A ₁ | 0–2 | То же | Черничниковый |
| Прострел раскрытый | + | A ₁ | 1–4 | " | Брусничниковый |
| Дудник лесной | + | A ₁ | 0–3 | Корневище | Разнотравный |
| Бедренец камнеломка | + | A ₁ | 0–2 | Корневище, корни | Бр.-черничниковый |
| Смолевка поникающая | + | A ₁ | 1–4 | Корневище | Брусничниковый |
| Смолевка приземистая | + | A ₁ | 1–4 | То же | То же |
| Гвоздика полевая | + | A ₁ | 1–5 | " | " |
| Качим высокий | + | A ₁ | 1–5 | " | " |
| <i>Луковичные</i> | | | | | |
| Лилия саранка | + | | 1–4 | Луковица | Бр.-черничниковый |
| <i>Корнеклубневые</i> | | | | | |
| Ятрышник пятнистый | + | | | Клубни | Бр.-черничниковый |
| Любка двулистная | + | | | То же | То же |

Примечание: Для надземно-столонных указана глубина в минеральном горизонте почвы корневищ, а не столонов. Отношение к пожарам: "+" – пожароустойчивые растения; "0" – временно подавляемые пожаром; "-" – неустойчивые к пожару; "(+)" – растения, заселяющие гари летучими семенами.

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

Хозяйственная ценность травянистых растений южной тайги и лесостепи Западной Сибири

| Вид растения | Части расте- ний, пригод- ные в пищу | Медоносы | Лекарствен- ные | Декоратив- ные | Эфиромас- личные | Дубильные | Красильные | Кормовые | |
|-----------------------------------|--|----------|--------------------|-------------------|---------------------|-----------|------------|----------------------|----------------------|
| | | | | | | | | сено- кос- ные | паст- бищ- ные |
| Багульник болотный | | + | + | | + | + | | - | - |
| Баранец обыкновенный | | | ++ | | | | + | - | - |
| Башмачок настоящий | | | | ++ | | | | | |
| Башмачок пятнистый | | | | ++ | | | | | |
| Бедренец-камнеломка | (Л, К) | + | + | | | | | о | + |
| Бодяк разнолистный | | + | + | | | | | + | о+ |
| Бодяк щетинистый | (Л, Ст) | ++ | | | | | | | |
| Борщевик сибирский | (Ст,Л,) | + | + | | | | | о | + |
| Брусника | Пл | | ++ | | | + | | | о |
| Будра плющевидная | | + | | | | | | | |
| Валериана лекарственная | | | ++ | | | | | о | о |
| Василёк шероховатый | | + | | | | | | + | + |
| Василистник водосбороли- стный | | | + | | | | | + | + |
| Василистник малый | | (+) | | | | | | + | |
| Вейник пурпуровый | | | | | | | | ++ | + |
| Вейник наземный | | | | | | | | + | + |
| Вейник незамечаемый | | | | | | | | ++ | + |
| Вейник тростниковидный | | | | | | | | + | ++ |
| Вербейник обыкновенный | | + | + | + | | | + | о | о |
| Вереск обыкновенный | (Ц, Ст) | + | + | + | | | | о- | о+ |

| Вид растения | Части расте- ний, пригод- ные в пищу | Медоносы | Лекарствен- ные | Декоратив- ные | Эфиромас- личные | Дубильные | Красильные | Кормовые | |
|--------------------------|--|----------|--------------------|-------------------|---------------------|-----------|------------|----------------------|----------------------|
| | | | | | | | | сено- кос- ные | паст- бищ- ные |
| Вероника длиннолистная | | | | + | | | | +0 | + |
| Вероника дубравная | | | ++ | | | | | +0 | + |
| Вероника колосистая* | | | | + | | | | +0 | + |
| Ветреница дубравная* | | | | ++ | | | | - | - |
| Вороний глаз 4-листный | | | + | + | | | + | - | - |
| Гвоздика песчаная | | | | ++ | | | | 0 | 0 |
| Гвоздика пышная | | + | + | ++ | + | | | + | + |
| Гвоздика полевая | | + | | ++ | | | | + | + |
| Герань лесная | | | + | + | | + | + | +0- | +0- |
| Герань луговая | | + | + | + | | + | + | +0- | +0- |
| Горечавка легочная | | | + | + | | | + | + | +0- |
| Горошек заборный | | + | | | | | | + | + |
| Горошек лесной | | | + | | | | | + | + |
| Горошек мышиный | | | + | | | | | + | +0 |
| Гравилат речной | | | | | + | | | | |
| Грушанка круглолистная | | | + | | | | | + | (+0) |
| Девясил иволистный | | | + | | | | | 0 | 0 |
| Дудник лесной | (Л,Ст) | + | + | | | | | ++ | + |
| Душица обыкновенная | (Л,Ст) | + | ++ | + | + | + | + | 0 | 0 |
| Дягиль лекарственный | (Л,К) | + | ++ | | + | + | | ++ | + |
| Ежа сборная | | | + | | | | | ++ | + |
| Жгун-корень сомнительный | | | | | | | | 0- | 0 |
| Звездчатка злаковая | | | + | | | | | - | - |
| Звездчатка ланцетовидная | | | + | | | | | 0 | 0 |
| Зверобой продырявленный | (Л, Ст) | (+) | ++ | | | + | + | - | - |
| Земляника лесная | Пл | + | ++ | | | | | | + |
| Зимолобка зонтичная | | | + | | | | | | |
| Золотарник обыкновенный | | +(+) | + | + | | | + | +0- | +0- |
| Зубровка душистая | (Л, Ст) | | | | + | | | + | 0 |

Приложение 8 Хозяйственная ценность травянистых растений южной тайги и лесостепи ...

| Вид растения | Части расте- ний, пригод- ные в пищу | Медоносы | Лекарствен- ные | Декоратив- ные | Эфиромас- личные | Дубильные | Красильные | Кормовые | |
|-------------------------|--|----------|--------------------|-------------------|---------------------|-----------|------------|----------------------|----------------------|
| | | | | | | | | сено- кос- ные | паст- бищ- ные |
| Иван-чай | (Л, Ст) | ++ | + | ++ | | + | | +0 | +0 |
| Ирис-касатик сибирский* | | | + | ++ | + | + | | | |
| Истод сибирский* | | | + | | | | | 0 | 0 |
| Какалия копьевидная | | | | | | | | -0 | -0 |
| Калерия сизая* | | | | | | | | + | ++ |
| Кислица обыкновенная | (Л) | + | | + | | | | | -0 |
| Клевер горный* | | + | | | | | | + | ++ |
| Клевер люпиновидный | | | + | | | + | | + | + |
| Клевер ползучий | | + | + | + | | | | + | ++ |
| Клевер средний | | | | | | | | ++ | + |
| Княженика | Пл | | | | | | | | |
| Княжик сибирский | | | | ++ | | | | - | - |
| Колокольчик сибирский | | | | | | | | + | + |
| Колокольчик скученный | (Л) | + | + | + | | | | +0 | |
| Коротконожка перистая | | | | | | | | + | ++ |
| Костяника каменная | Пл | | | | | | | | |
| Кочедыжник женский | (Л) | | | ++ | | + | | - | - |
| Кошачья лапка двудомная | | | + | + | | | | -0 | 0- |
| Кровохлебка аптечная | (Л, Кщ) | + | ++ | + | + | + | + | ++ | + |
| Купальница европейская | | | | ++ | | | | 0 | 0 |
| Купена многоцветковая | | | ++ | + | | | | 0- | 0- |
| Купырь лесной | | | | | | | | | |
| Лабазник вязолистный | (Ц,Л,С,К) | + | + | + | | + | | 0 | 0 |
| Лабазник шестилепестной | | ++ | + | | | | | + | + |
| Лапчатка прямостоящая | | + | ++ | | + | + | + | | |

| Вид растения | Части расте- ний, пригод- ные в пищу | Медоносы | Лекарствен- ные | Декоратив- ные | Эфиромас- личные | Дубильные | Красильные | Кормовые | |
|--------------------------|--|----------|--------------------|-------------------|---------------------|-----------|------------|----------------------|----------------------|
| | | | | | | | | сено- кос- ные | паст- бищ- ные |
| Лапчатка серебристая | | | | | | | | 0 | 0 |
| Лилия саранка | Лц | + | + | ++ | | | | 0 | 0 |
| Линнея северная | | | | | | | | | 0 |
| Лисохвост луговой | | | | + | | | | ++ | ++ |
| Луговик дернистый | | | + | | | | | +0 | ++ |
| Луговик извилистый | | | | | | | | +0- | + |
| Любка двулистная | | + | | + | | | | - | - |
| Лютик едкий | | | + | (+) | | | | 0 | - |
| Лютик многоцветный | | | | | | | | 0- | - |
| Лютик ползучий | | | | | | | | + | + |
| Люцерна серповидная* | | | | | | | | ++ | + |
| Льнянка обыкновенная | | + | | | | | | - | - |
| Майник двулистный | (Пл) | | + | | | | | | 0- |
| Манжетка обыкновенная | | + | | | | + | + | + | + |
| Марьянник дубравный | | | | | | | | - | - |
| Марьянник гребенчатый* | | | | | | | | - | - |
| Мать и мачеха обыкновен. | | + | ++ | | | | | 0 | 0 |
| Медуница лекарственная | (Л) | + | + | + | | + | | 0- | 0- |
| Молиния голубая | | | | | | | | 0 | 0 |
| Молокан татарский | | | | | | | | + | + |
| Мыльнянка лекарственная* | К | | + | + | | | | | |
| Мята полевая | | | | | + | | | | |
| Мятлик лесной | | | | | | | | + | + |
| Мятлик луговой | | | | + | | | | + | ++ |
| Мятлик узколистный | | | | | | | | + | ++ |

Приложение 8 Хозяйственная ценность травянистых растений южной тайги и лесостепи ...

| Вид растения | Части расте- ний, пригод- ные в пищу | Медоносы | Лекарствен- ные | Декоратив- ные | Эфиромас- личные | Дубильные | Красильные | Кормовые | |
|-------------------------|--|----------|--------------------|-------------------|---------------------|-----------|------------|----------------------|----------------------|
| | | | | | | | | сено- кос- ные | паст- бищ- ные |
| Наперстянка крупноцвет. | | | ++ | ++ | | | | | |
| Нивяник обыкновенный | | | + | + | | | | | |
| Овсяница красная | | | | + | | | | + | ++ |
| Овсяница овечья | | | | | | | | + | ++ |
| Овсяница луговая | | | | + | | | | ++ | ++ |
| Одуванчик лекарственный | (Л) | + | ++ | | | | | | ++ |
| Ожика волосистая | | | | | | | | +o | +o |
| Орляк обыкновенный | Ст, Кщ | | | | | | + | + | - |
| Осока острая | | | | | | | | + | + |
| Осока сероватая | | | | | | | | + | + |
| Осока шаровидная | | | | | | | | + | + |
| Перловник поникающий | | | | | | | | o- | o- |
| Пижма обыкновенная | (Ц) | | ++ | + | + | | | o- | o- |
| Пион уклоняющийся | | | ++ | + | | | | | |
| Плаун годичный | | | | + | | | + | o | o |
| Плаун сплюснутый | | | + | + | | | + | o | o |
| Подмаренник настоящий | | + | + | + | | | + | + | + |
| Подмаренник северный | | | + | | | | + | + | o |
| Подорожник большой | | | ++ | | | | | o | |
| Подорожник средний | | | + | | | | | + | |
| Полевица белая | | | | | | | | ++ | ++ |
| Полевица обыкновенная | | | | + | | | | ++ | ++ |
| Полевица собачья | | | | | | | | ++ | ++ |
| Порезник сибирский | | + | | | | | | +o | +o |
| Прострел раскрытый* | | | + | ++ | | | + | - | - |

| Вид растения | Части расте- ний, пригод- ные в пищу | Медоносы | Лекарствен- ные | Декоратив- ные | Эфиромас- личные | Дубильные | Красильные | Кормовые | |
|-------------------------|--|----------|--------------------|-------------------|---------------------|-----------|------------|----------------------|----------------------|
| | | | | | | | | сено- кос- ные | паст- бищ- ные |
| Пырей ползучий | (Кщ) | | + | | | | | ++ | + |
| Рамишия однобокая | | | | | | | | | |
| Реброплодник уральский | | + | | | | | | + | + |
| Седмичник европейский | | | + | | | | | - | - |
| Синюха голубая | | + | ++ | ++ | | | | - | - |
| Ситник нитевидный | | | | | | | | o | o |
| Скерда кровельная | | | | | | | | o | o |
| Скерда сибирская | | + | | | | | | o | + |
| Смолёвка обыкновенная | (Ст) | | | | | | | + | |
| Сныть обыкновенная | (Л) | | + | | | | | + | + |
| Сушеница лесная | | | + | | | | | | |
| Тимофеевка луговая | | | | + | | | | ++ | + |
| Тимофеевка степная * | | | | | | | | ++ | + |
| Тысячелистник обыкн. | Ст | + | ++ | + | + | | | ++ | + |
| Тростник обыкновенный | (Ст, Кщ) | | | | | | | ++ | + |
| Трясунка средняя | | | | | | | | | + |
| Фиалка собачья | | | | | | | | o | o |
| Фиалка удивительная | | | | + | | | | | |
| Фиалка трёхцветная | | | ++ | | | | | | |
| Хвощ лесной | | | + | | | | | | |
| Хвощ луговой | | | | | | | | | |
| Хвощ полевой | | | ++ | | | | + | o- | o- |
| Чина весенняя | | + | + | ++ | | | | + | + |
| Черника | Пл | + | ++ | | | + | | | |
| Черноголовка обыкновен. | | + | + | | | | | +o | + |

Приложение 8 Хозяйственная ценность травянистых растений южной тайги и лесостепи ...

| Вид растения | Части растений, пригодные в пищу | Медоносы | Лекарственные | Декоративные | Эфиромасличные | Дубильные | Красильные | Кормовые | |
|---------------------------|----------------------------------|----------|---------------|--------------|----------------|-----------|------------|------------|------------|
| | | | | | | | | сенокосные | пастбищные |
| Чернокорень лекарствен. * | | | + | | + | + | + | - | - |
| Чина гороховидная * | | + | | | | | | + | + |
| Чина лесная | | + | | | | | | + | + |
| Чина луговая | | + | + | | | | | ++ | + |
| Щавелёк малый | | | | | | | + | + | + |
| Щавель обыкновенный | Л | | + | | | + | | + | + |
| Шитовник мужской | | | ++ | ++ | | + | | | |
| Ясменник пахучий* | Ст, Л | + | | | + | | + | | |
| Ястребинка зонтичная | | | | | | | | о | о |
| Ятрышник пятнистый | | + | + | + | | | | | |

Примечания:

* Растения отмечены только в предлесостепной и лесостепной подзонах.

Условные обозначения: Л – листья; Ст – стебли; Пл – плоды; Ц – цветки; К – корни; Кц – корневища, Лц – луковицы. В скобках приведены части растений, пригодные для пищи, но широко не используемые. Остальные условные обозначения см. в тексте.

ПРИЛОЖЕНИЕ 9

Чувствительность растений к гербицидам

| Вид растения | Препараты (испытанные дозы, г/м ² д.в.) | |
|--|--|---------------------|
| | Глифосат (0,3–0,5) | Велпар (0,5–0,8) |
| Бедренец камнеломка (<i>Pimpinella saxifraga</i> L.) | - | 0 |
| Бодяк разнолистный (<i>Cirsium heterophyllum</i> (L.) Hill.) | 0+ | ++ |
| Бодяк щетинистый (<i>Cirsium setosum</i> (Willd) Vieb.) | 0+ | 0+ |
| Борщевик сибирский (<i>Heracleum sibiricum</i> L.) | 0+ | 0 |
| Брусника (<i>Rhodococcum vitis-idaea</i> (L.) Avror.) | -0 | 0 |
| Будра плющевидная (<i>Glechoma hederacea</i> L.) | + | + |
| Василистник водосборолистный (<i>Thalictrum aguilegifolium</i> L.) | - | 0+ |
| Вейник пурпуровый (<i>Calamagrostis purpurea</i> (Trin) Trin.) | + | ++ |
| Вейник наземный (<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth.) | 0+ | ++ |
| Вейник тростниковидный (<i>Calamagrostis arundinacea</i> (L.) Roth) | + | + |
| Вербейник обыкновенный (<i>Lisimachia vulgaris</i> L.) | 0 | 0+ |
| Вереск обыкновенный (<i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hill.) | + | 0 |
| Вероника дубравная (<i>Veronica chamaedrys</i> L.) | 0+ | ++ |
| Вороний глаз четырехлистный (<i>Paris quadrifolia</i> L.) | 0 | Н. д. |
| Герань лесная (<i>Geranium sylvaticum</i> L.) | 0 | 0+ |
| Горошек мышиный (<i>Vicia cracca</i> L.) | 0+ | + |
| Грушанка круглолистная (<i>Pyrola rotundifolia</i> L.) | 0 | 0 |
| Девясил иволистный (<i>Inula salicina</i> L.) | 0 | ++ |
| Дудник лесной (<i>Angelica sylvestris</i> L.) | 0 | ++ |
| Душица обыкновенная (<i>Origanum vulgare</i> L.) | 0+ | 0+ |
| Жгун-корень сомнительный (<i>Cnidium dubium</i> (Schkuhr.) Thell.) | - | -0 |
| Звездчатка злаковая (<i>Stellaria graminea</i> L.) | 0+ | ++ |
| Зверобой продырявленный (<i>Hypericum perforatum</i> L.) | 0 | + |
| Земляника лесная (<i>Fragaria vesca</i> L.) | 0 | + |
| Зимолоубка зонтичная (<i>Chimaphila umbellata</i> (L.) W. Barton.) | - | + |
| Золотарник обыкновенный (<i>Solidago virgaurea</i> L.) | -0 | + |
| Иван-чай узколистный (<i>Chamaenerion angustifolium</i> (L.) Scop.) | -0 | + |
| Клевер средний (<i>Trifolium medium</i> L.) | 0+ | 0+ |
| Коротконожка перистая (<i>Brachypodium pinnatum</i> L.) | + | ++ |
| Костяника каменная (<i>Rubus saxatilis</i> L.) | -0 | 0+ |
| Кровохлебка лекарственная (<i>Sanguisorba officinalis</i> L.) | 0 | + |
| Купена многоцветковая (<i>Polygonatum multiflorum</i> (L.) All.) | - | 0 |

Приложение 9 Чувствительность растений к гербицидам

| Вид растения | Препараты (испытанные дозы, г/м ² д.в.) | |
|--|--|------------------|
| | Глифосат (0,3–0,5) | Велпар (0,5–0,8) |
| Лабазник шестилепестный (<i>Filipendula hexapetala</i> Gilib.) | 0 | 0 |
| Лабазник вязолистный (<i>Filipendula ulmaria</i> Maxim.) | 0+ | 0+ |
| Лапчатка прямостоящая (<i>Potentilla erecta</i> (L.) Raeusch.) | 0+ | + |
| Линнея северная (<i>Linnaea borealis</i> L.) | 0 | ++ |
| Луговик дернистый (<i>Deschampsia cespitosa</i> (L.) Beauv.) | 0 | 0+ |
| Люттик едкий (<i>Ranunculus acer</i> L.) | 0 | 0+ |
| Майник двулистный (<i>Majanthemum bifolium</i> (L.) F. W. Schmidt.) | –0 | + |
| Манжетка обыкновенная (<i>Alchemilla vulgaris</i> L.) | - | Н.д. |
| Медуница мягчайшая (<i>Pulmonaria mollis</i> H. Wolff.) | 0 | 0+ |
| Молиния голубая (<i>Molinia caerulea</i> (L.) Moench.) | 0 | 0+ |
| Мятлик дубравный (<i>Poa nemoralis</i> L.) | + | ++ |
| Мятлик узколистный (<i>Poa angustifolia</i> L.) | + | ++ |
| Нивяник обыкновенный (<i>Leucanthemum vulgare</i> Lam.) | 0 | + |
| Ожика волосистая (<i>Luzula pilosa</i> (L.) Willd.) | 0 | + |
| Осока сероватая (<i>Carex curta</i> Good.) | + | 0+ |
| Орляк обыкновенный (<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn.) | - | 0+ |
| Перловник поникший (<i>Melica nutans</i> L.) | 0 | + |
| Подмаренник северный (<i>Galium boreale</i> L.) | - | 0+ |
| Полевица тонкая (<i>Agrostis tenuis</i> Sibth.) | Нет данных | ++ |
| Пырей ползучий (<i>Agropyron repens</i> (L.) Beauv.) | + | + |
| Рамишия однобокая (<i>Orthilia secunda</i> (L.) House.) | 0 | + |
| Седмичник европейский (<i>Trientalis europaea</i> L.) | –0 | 0+ |
| Сныть обыкновенная (<i>Aegopodium podagraria</i> L.) | - | 0 |
| Тысячелистник обыкновенный (<i>Achillea millefolium</i> L.) | + | ++ |
| Фиалка собачья (<i>Viola canina</i> L.) | - | - |
| Хвощ зимующий (<i>Equisetum hyemale</i> L.) | Н. д. | - |
| Хвощ лесной (<i>Equisetum sylvaticum</i> L.) | –0 | 0+ |
| Черника (<i>Vaccinium myrtillus</i> L.) | 0 | 0+ |
| Черноголовка обыкновенная (<i>Prunella vulgaris</i> L.) | - | + |
| Чина весенняя (<i>Lathyrus vernus</i> L.) | 0 | 0 |
| Чина гороховидная (<i>Lathyrus pisiformis</i> L.) | Н. д. | Н.д. |
| Чина луговая (<i>Lathyrus pratensis</i> L.) | 0+ | ++ |
| Ястребинка зонтичная (<i>Hieracium bellatum</i> L.) | 0 | ++ |

Примечание. По отношению к испытанным дозам гербицидов выделенные группы устойчивости растений характеризуются следующими величинами отмирания взрослых особей (%):

++ - очень чувствительные (более 90); + - чувствительные (51–90); 0 – слабо повреждаемые (20–50); - -устойчивые(менее 20).

Промежуточные группы устойчивости растений: 0+ – отмирание 30–80; –0 – отмирание 5–30 %.

Б. Е. Чижов, О. А. Кулясова

**РЕКУЛЬТИВАЦИЯ И РЕМЕДИАЦИЯ
В ЛЕСАХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

Научный редактор М. М. Сергеева
Литературный редактор М. Ф. Нежлукто
Компьютерная верстка Л.М. Харина

Подписано в печать 31.07.2018. Формат 70 x 108 1/16.
Бумага офсетная. Печать офсетная. Тираж 500 экз.

Отпечатано в типографии Всероссийского научно-исследовательского института
лесоводства и механизации лесного хозяйства
Пушкино, Московская область, ул. Институтская, д. 15