

Абибулла Ханбиевич Сариев

Научно-исследовательский институт сельского хозяйства и экологии Арктики – филиал Федерального исследовательского центра «Красноярский научный центр СО РАН», старший научный сотрудник группы биологической рекультивации, кандидат сельскохозяйственных наук, Норильск, Красноярский край, Россия, e-mail: a.sariev.61@mail.ru

Наталья Николаевна Чербакова

Научно-исследовательский институт сельского хозяйства и экологии Арктики – филиал Федерального исследовательского центра «Красноярский научный центр СО РАН», научный сотрудник группы биологической рекультивации, Норильск, Красноярский край, Россия, e-mail: natalya.ochikolova@mail.ru

Наталья Юрьевна Терентьева

Научно-исследовательский институт сельского хозяйства и экологии Арктики – филиал Федерального исследовательского центра «Красноярский научный центр СО РАН», младший научный сотрудник группы биологической рекультивации, Норильск, Красноярский край, Россия, e-mail: natalya.terentev@inbox.ru

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НАРУШЕННЫХ ТУНДРОВЫХ ЗЕМЕЛЬ

Цель исследования – восстановление почвенно-растительного покрова техногенно нарушенных участков тундровых почв на Енисейском Севере. Задачи исследования: подбор приемов механической обработки тундровых почв; доз минеральных удобрений; видов растений-рекультивантов, наиболее адаптированных для Субарктической зоны. Объект исследования – техногенно нарушенные участки тундровых земель, пришедшие в негодность при освоении полезных ископаемых. Исследование велось в соответствии с Программой и методикой изучения техногенных биогеоценозов, Программой и методикой проведения научных исследований по луговодству. За период исследования 2016–2020 гг. выявлены причины нарушения поверхности почв: в газодобывающей отрасли – неправильная эксплуатация техники, аварии на трассах газопроводов и стационарных хранилищах, промстоки на участках первичной переработки газа; в горнопромышленной отрасли – эксплуатация хвостохранилищ, выбросы токсических газов, техногенная пыль, промстоки с плавильных цехов. По степени нарушенности выявлены участки: с полной нарушенностью – 5 %; с сильной – 10; слабой нарушенностью – 70; ненарушенные ландшафты – 13 %. По восстановлению и повышению плодородия земель рекомендуется: нанесение плодородного слоя (грунтосмесь) – $h = 25\text{--}30$ см + минеральные удобрения в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$; комбинированная обработка почвы – 2-кратное дискование БДТ-3,0 на глубину 15–18 см, фрезерование почвы ФБН 1,2 на глубину 12–15 см; посев низовых злаковых трав: овсяница красная + мятлик луговой (70 : 30) сеялкой СЗУ 3,6 или вручную. В течение 3–5 лет создаются луговые формации с дерновозащитным слоем в 8–10 см, который препятствует зарождению эрозии, повышает плодородие почвы благодаря разложению органических веществ. Улучшается структура почвы, порозность, гумусированность горизонта. Технология увеличивает продуктивность искусственных фитоценозов в 2–3 раза по сравнению с естественными лугами.

Ключевые слова: механическая обработка, минеральные удобрения, биологическая рекультивация, грунтосмесь, почвенно-растительный покров, фракционный состав, плотность.

Abibulla Kh. Sariev

Research Institute of Agriculture and Ecology of the Arctic - branch of federal research center "Krasnoyarsk Scientific Center SB RAS", senior researcher at the Biological Reclamation Group, candidate of agricultural sciences, Norilsk, Krasnoyarsk Territory, Russia, e-mail: a.sariev.61@mail.ru

Natalia N. Cherbakova

Research Institute of Agriculture and Ecology of the Arctic - branch of federal research center "Krasnoyarsk Scientific Center SB RAS," researcher at the Biological Reclamation Group, Norilsk, Krasnoyarsk Territory, Russia, e-mail: natalya.ochikolova@mail.ru

Natalia Yu. Terentieva

Research Institute of Agriculture and Ecology of the Arctic - branch of federal research center "Krasnoyarsk Scientific Center SB RAS," junior researcher at the Biological Reclamation Group, Norilsk, Krasnoyarsk Territory, Russia, e-mail: natalya.terentev@inbox.ru

SOIL – VEGETATION COVER RESTORATION OF DISTURBED TUNDRA LANDS

The aim of the study is to restore the soil and vegetation cover of technogenically disturbed areas of tundra soils in the Yenisei North. Research objectives: selection of methods of mechanical processing of tundra soils; doses of mineral fertilizers; species of recultivating plants most adapted for the Subarctic zone. The object of research is technogenically disturbed areas of tundra lands that have become unusable during the development of minerals. Research was carried out in accordance with the Program and methodology for studying technogenic biogeocenoses, the Program and methodology for conducting scientific research on meadow farming. The study carried out over 2016–2020 identified the following reasons for the disturbance of the soil surface: in the gas production industry – improper operation of equipment, accidents on gas pipelines and stationary storages, industrial effluents in the areas of primary gas processing; in the mining industry – operation of tailing dumps, emissions of toxic gases, industrial dust, industrial effluents from smelting shops. According to the degree of disturbance, the following areas were identified: with complete disturbance – 5 %; with a strong disturbance – 10; weak disturbance – 70; undisturbed landscapes – 13 %. To restore and improve the fertility of lands, it is recommended: application of a fertile layer (soil mixture) – $h = 25\text{--}30\text{ cm}$ + mineral fertilizers in a dose of N60P60K60; combined tillage - 2-fold disking of the BDT-3.0 to a depth of 15–18 cm, milling of the soil with FBN 1.2 to a depth of 12–15 cm; sowing grassland grass: red fescue + meadow bluegrass (70 : 30) with a SZU 3.6 seeder or manually. Within 3–5 years, meadow formations are created with a sod-protective layer of 8–10 cm, which prevents the initiation of erosion, increases soil fertility due to the decomposition of organic matter. The soil structure, porosity, and humus content of the horizon are improving. The technology increases the productivity of artificial phytocenoses by 2–3 times in comparison with natural meadows.

Keywords: mechanical processing, mineral fertilizers, biological reclamation, soil mixture, soil and vegetation cover, fractional composition, density.

Введение. Главной причиной нарушения почв на Енисейском Севере является деятельность промышленных предприятий. При строительстве и эксплуатации нефтегазовых продуктопроводов, участков первичной переработки газа, скважин, использовании гусеничного транспорта частично или полностью уничтожается почвенно-растительный покров тундры. На полуострове Таймыр и в северо-восточной Якутии однократный проход гусеничного вездехода со средним давлением на грунт – 23 кПа вызывает разрывы мохово-лишайниковой дернины.

Один трактор со средним давлением на грунт 47 кПа выводит из строя 1 га поверхности тундры на каждые 10 км маршрута. После 5–10-кратного проезда по одной колее погибают даже самые устойчивые группировки растений. В настоящее время площадь поврежденного покрова тундры составляет 15 % [1]. Другая причина нарушения земель – выбросы токсичных газов промышленных предприятий при переработке рудного сырья, сливы и стоки отходов производства, техногенные аварии на производственных участках с повышением со-

держания тяжелых металлов в почве до нескольких ПДК. Даже при незначительном нахождении в воздухе выделяющийся при выбросах отходящих газов диоксид серы в результате химических реакций в атмосфере превращается в серную кислоту, которая выжигает в районах выпадения значительную часть функциональных органов вегетирующей растительности [2].

Актуальность темы заключается в ускоренном восстановлении техногенно нарушенных земель Енисейского Севера и предотвращения водной эрозии. Установлено, что наиболее эффективными для использования в качестве плодородного слоя на ограниченных участках нарушенных земель с полностью уничтоженным почвенно-растительным покровом наиболее перспективным биогрунтом является грунтосмесь почва+торф. Для восстановления почвенно-растительного покрова тундр, нарушенного в процессе освоения полезных ископаемых, проводится биологическая рекультивация – система агротехнических мероприятий по возврату продуктивных функций верхнему нарушенному горизонту деятельного слоя почвы. Для этого используется ранее снятый плодородный слой, а если он уничтожен безвозвратно, используется плодородный слой с других мест изъятия или применяется вышеуказанная грунтосмесь, создаваемая из местных биоматериалов.

Материалы и методы исследования. Исследование проводилось в соответствии с Программой и методикой изучения техногенных биогеоценозов (1978) [3], Программой и методикой проведения научных исследований по луговодству (2000) [4]. Для оценки состояния нарушенных земель, определения причин деградированности и степени нарушенности были использованы методические рекомендации «Биологическая рекультивация земель по трассе газопровода Мессояха – Норильск» [5], учебное пособие «Мониторинг техногенного загрязнения земель российского Севера» [6], методические рекомендации «Биологическая рекультивация нарушенных тундровых земель на полуострове Таймыр» [7], «Методы и технологические схемы

использования многолетних злаковых трав при биологической рекультивации нарушенных земель в тундровой и лесотундровой зонах Таймыра» [8], методические рекомендации «Усовершенствованная технология биологической рекультивации нарушенных земель с дальнейшим использованием в сельскохозяйственном производстве» [9], «Способ повышения продуктивности агрофитоценозов с использованием пробиотиков и комплексных минеральных удобрений в условиях Крайнего Севера» [10], Инструкция по рекультивации земель, нарушенных и загрязненных при аварийном и капитальном ремонте магистральных нефтепроводов. РД 39-00147105-006-97 [11], методические рекомендации «Рекультивация земель на трассах линейных сооружений Таймыра» [12].

При проведении исследования учитывали следующие научно-производственные основы восстановления плодородия почв:

- *Потенциальное плодородие почвы*, основанное на результатах химического анализа почв по кислотности и содержанию основных элементов питания: азот, калий, фосфор.

- *Сроки проведения работ*. Оптимальное время проведения культуртехнических работ – май-сентябрь, весенне-летне-осенний период. Для обработки почвы желательно использовать гусеничные тракторы. Это связано с состоянием почвы весной в мае, когда идет усиленный процесс таяния снега, и в августе-сентябре, когда начинается сезон дождей. Колесные тракторы в таких случаях часто вязнут, теряется траектория направления агрегатов, и качество обработки почв снижается.

- *Погодные условия*. Работы необходимо проводить в безветренную, сухую погоду для равномерного покрытия поверхности почвы плодородным слоем, минеральными удобрениями и посевным материалом. Суровые климатические условия обуславливают учет следующих факторов: короткое прохладное лето, наличие вечной мерзлоты, полярный день.

- *Рельеф местности*: учет крутизны и экспозиции склонов, выступов, впадин. В зависимости от крутизны и экспозиции склонов прово-

дится корректировка по террасированию, дозам внесения удобрений, нормам высева семян. Чем круче склон, тем уже террасы. Рекомендуется дробное внесение удобрений, и на каждые 5° крутизны – повышение нормы высева на 10 кг, начиная от нижней бровки склона.

Для изготовления грунтосмесей использованы различные соотношения почвы с местными материалами: торф, опилки, шлам, песок. Компоненты заготовлены при изъятии грунтов из районов строительства, закладки магистральных трубопроводов и т. д. Работа экспериментальная.

Результаты исследования и их обсуждение. В результате многолетних испытаний на опытном участке различных вариантов грунтосмесей, выступающих в качестве потенциальных заменителей нарушенного при освоении полезных ископаемых плодородного слоя почв тундры, сотрудниками НИИСХ и ЭА ФКНЦ СО РАН были выбраны грунтосмеси с оптимальными агрофизическими показателями: торф-опилки-почва; почва-торф; торф-шлам-почва (табл.). По структуре грунтосмесей можно отметить большую по сравнению с местными типами почв рассыпчатость, пористость, скважность, влагоемкость. Механический состав на вариантах торф; торф+почва+песок; почва+песок; почва+торф в верхнем горизонте однороден от 60 до 75 % по содержанию глины ($< 0,01$ мм), что характерно для среднесуглинистых почв. Перемешивание и измельчение компонентов грунтосмесей производили на молотковой дробилке «Молот-800». В процессе перемешивания отдельных компонентов грунтосмесей происходит уменьшение содержания физической глины, и механический состав смеси из среднесуглинистого состояния переходит в легкосуглинистое, рыхлопесчаное, торфяно-легкосуглинистое, наблюдается улучшение структуры первоначального субстрата. Такая же картина отмечается и по отношению к другим показателям: плотности и пористости. Фракционный состав и пористость увеличиваются, плотность умень-

шается от 1,42 до 1,3 г/см³, что плодотворно влияет на развитие растений. Общая пористость наиболее оптимальна в вариантах торф+опилки+почва и торф+шлам+почва. Тем не менее, максимальная всхожесть (68,5 %) в первый год жизни (2016) отмечена на варианте почва-торф. К концу исследований (2020 г.) здесь сформировался травостой плотностью 16 857 шт/м², в то время как на остальных вариантах плотность была достоверно ниже – 11 028–12 488 шт/м². Максимальная урожайность 22 ц/га на опытном участке была отмечена на варианте торф+почва, что говорит о наличии в составе вышеуказанных грунтосмесей – опилок и шлама, химических соединений и смол, замедляющих рост и развитие трав. Таким образом, для использования в качестве плодородного слоя на ограниченных участках нарушенных земель с полностью уничтоженным почвенно-растительным покровом наиболее перспективным плодородным биогрунтом является почва+торф (50 : 50). В использованном как компонент грунтосмеси верховом торфе преобладают фрагменты сфагнума с примесью частиц травянистых растений. Ячейки микро-структуры торфа в ходе гумификации растительных остатков заполняются частицами агрегативной природы, образовавшимися на основе гуминовых веществ и углеводного комплекса торфа [13]. Для заготовки торфа необходимо согласование мероприятий с вышестоящими инстанциями. Приготовленная грунтосмесь обладает достаточным плодородием, но при необходимости возможно внесение минеральных удобрений (азофоска в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$) с последующей ежегодной подкормкой в дозе $N_{30}P_{30}K_{30}$. Применение полной дозы удобрений $N_{60}P_{60}K_{60}$ плодотворно влияет на развитие многолетних злаков. В примеси со среднесуглинистыми почвами удобрения использовались лучше (медленная адсорбция влаги), чем на супесчаных и песчаных почвах.

Свойства грунтосмесей для техногенно нарушенных земель (г. Норильск, 2020 г.)

Вариант опыта	Механический состав		Плотность		Пористость		
	Физическая глина ($\sum$ частиц < 0,01 мм), %	Фракции	Вид	г/см ³	Показатель	Размер	Общая по Качинскому, %
1. Природный фон	40–50	Средний суглинок	Плотная	1,3–1,4	Тонко-пористая	1 мм	50
2. Опилки+песок+шлам	0–5	Песок с примесью	Рассыпчатая	1,0–1,1	Пористая	1–3 мм	50–55
3. Торф	–	Торф	Рыхлая	1,0	Губчатая	3–5 мм	50–55
4. Торф+песок+почва	10–20	Супесь торфяная	Рыхлая	1,0–1,1	Пористая	1–3 мм	50–55
5. Почва+песок	20–30	Легкий суглинок	Рыхлая	1,0–1,1	Пористая	1–3 мм	50–55
6. Торф+опилки+почва	20–30	Легкий суглинок с примесью	Рыхлая	1,0	Пористая	1–3 мм	55–65
7. Почва	40–50	Средний суглинок	Плотная	1,3–1,4	Тонко-пористая	1 мм	50
8. Почва+торф	20–30	Легкий суглинок	Рыхлая	1,0–1,1	Губчатая	3–5 мм	50–55
9. Торф+шлам+почва	20–30	Легкий суглинок оторфованный с примесью	Рыхлая	1,0–1,1	Пористая	1–3 мм	55–65

Процесс формирования плодородного слоя верхнего горизонта почв в Субарктической зоне Енисейского Севера с помощью грунтосмесей требует последующего поддержания заданных параметров на должном уровне в течение 3 лет. Необходима ежегодная весенняя подкормка грунтосмеси удобрениями в дозе $N_{30}P_{30}K_{30}$. Чем выше урожайность сеяных рекультивантов, тем больше органических остатков поступает в почву, тем выше плодородие почвы. В качестве сидерального удобрения можно использовать надземную массу растений-рекультивантов, оставляя их на корню после вегетации или после скашивания. Существенную роль в обогащении почвы органическими элементами, улучшении ее структуры (водопроницаемость, порозность, механический состав) играет корневая система сеяных растений. В течение 3–5 лет корневищные и рыхлокустовые виды сеяных трав формируют дерновозащитный слой в 8–10 см, который препятствует зарождению водной эрозии, повышает плодородие почвы благодаря разложению органических веществ.

Формирование почвенно-растительного покрова нарушенных участков тундровых земель состоит из 2 этапов: этап формирования почвенного покрова и этап формирования растительного покрова.

Этап формирования почвенного покрова

Подразумевает два срока подготовки – осенний и весенний:

осень

1) планировка неровностей на поверхности нарушенного участка (производится выравнивание неровностей автогрейдерами и гусеничными бульдозерами «Четра» или Caterpillar);

2) нанесение плодородного слоя высотой 25–30 см. Производится выравнивание автогрейдерами, гусеничными бульдозерами «Четра» или Caterpillar, для усадки грунта необходимо время до весны;

весна

3) поверхностная механическая обработка почвы: дискование, фрезерование, прикатывание, боронование.

Для измельчения и частичной заделки грунтосмеси в нарушенный пласт проводится 2-кратное дискование почвы тяжелыми дисковыми боронами БДТ-3,0 или навесными дисковыми боронами БДН-2,1. Глубина обработки почвы

15–18 см. Сроки проведения агроприема I–II декады июня, после схода талых вод и подсыхания верхнего слоя почвы. Схемы проведения агроприема подразумевают несколько вариантов дискования почвы: 2-кратное продольное, 2-кратное поперечное, 2-кратное диагональное.

После дискования проводится 2-кратное фрезерование почвы фрезой ФБН-1,2 на глубину 12–15 см. Происходит более тщательное измельчение верхнего горизонта почвы. После посева сеялкой СЗУ-3,6 или вручную производится прикатывание почвы водоналивными 3 КВГ-1,4 или кольчато-шпоровыми катками 3 ККШ-6А для лучшего контакта семян с почвой. Ежегодно весной проводится боронование сцепками из тяжелых игольчатых борон «Зигзаг» для провокации отрастания растений и закрытия влаги.

Этап формирования растительного покрова

1. Предпосевная обработка семян

Перед посевом семена трав обрабатываются раствором «ЭМ-1 Байкал» – это препарат из живых микроорганизмов, стимулятор роста микробного, животного, растительного происхождения, оказывающий благотворное влияние на нормофлору растущего организма. Принцип обработки: 10 г препарата растворяется в 10 л воды, тщательно перемешивается для получения питательного раствора. Далее семена трав в тряпичных мешках замачиваются в растворе. Время выдержки в растворе – 40 мин. После семена тонким слоем высыплются на столешницы, расположенные под углом 5° для стекания воды, и сушатся. После достижения воздушно-сухого рассыпчатого состояния их укладывают в мешки [9].

2. Посев многолетних злаковых трав

Посев трав проводят сеялкой СЗУ-3,6 или вручную. Сеялка агрегируется с тракторами класса 0,6–1,4 кНт (Т-25, Т-40М, МТЗ-80, МТЗ-82, ЮМЗ-6АЛ). Посевной материал: мятлик луговой (*Poa pratensis*), овсяница красная (*Festuca rubra*) – наиболее универсальные виды трав для формирования растительного покрова земель с использованием комплексного удобрения азот-фоска в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$. Их универсальность проявляется в быстрой адаптации к суровым условиям произрастания, зимостойкости, способности активной вегетации до первых замо-

розков (III декада сентября – начало октября). Как покровные культуры могут использоваться кострец безостый, пырейник сибирский, горох посевной. Норма высева – 100 кг/га. Крутые склоновые участки и места с неровным рельефом, где доступ техники затруднен, посев производится вручную.

3. *Послепосевная обработка почвы* предполагает:

- обязательное прикатывание посевов водоналивными или кольчато-шпоровыми катками для большего контакта семян с почвой;
- весеннее боронование всходов игольчатыми боронами;
- уход за посевами;
- после уборки надземной массы для облегчения плужной обработки почвы необходимо провести 1- или 2-кратное дискование почвы тяжелыми дисковыми боронами.

Начиная со второго года жизни растений, доля сеяных трав увеличивается путем подсева семян и внесения удобрений (подкормка). В центральных регионах России страховой фонд создают из расчета 10 % от нормы высева семян. В условиях Крайнего Севера страховой фонд следует увеличивать до 30 %, учитывая суровые условия произрастания и период акклиматизации. Часть семян сдувается ветром, выпревает из-за застоявшейся воды на мерзлой почве, часть не выдерживает низких температур, присущих для условий Крайнего Севера, и вымерзает, а часть семян дает всходы только через год после посева. Характерной чертой районированных сортов злаковых трав является медленный рост и развитие в первые 1–2 года, в связи с адаптацией к суровым местам обитания. В первый год жизни сеяные травы укореняются всего на 10–12 см и фаза развития надземной части часто не переходит фазы кущения. Полноценное развитие у сеяных многолетних злаковых трав наблюдается только на третьем году жизни.

Близость многолетнемерзлых пород и медленное прогревание поверхности почв ведут к задержке отрастания, укоренения и развития многолетних трав. Температура почвы в зоне корней в период активной вегетации ниже температуры воздуха на 2–5 °С и в самые теплые месяцы севернее 60-й параллели не поднимается выше +12–14 °С [14].

Заключение. Восстановление плодородия техногенно нарушенных земель и деградированных пастбищ с нанесением плодородного слоя почвы решает локальные проблемы их ремедиации. Вместе с тем решаются задачи ликвидации эрозионных процессов, оврагообразования, смыва грунтов в водоемы. Цикл принципиально важных мероприятий: нанесение плодородного слоя в 25–30 см, механическая обработка почвы на 15–18 см, внесение удобрений – азофоски в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$, посев трав, уход за участками в течение 3 лет восстанавливает продуктивность луговых ценозов, улучшает структуру почв. Плотность слитых суглинистых почв уменьшается от 1,42 до 1,3 г/см³. Продуктивность искусственно созданных луговых ценозов в 2–3 раза выше, чем на естественных угодьях.

Оптимальной грунтосмесью для нарушенных участков тундры признан вариант почва+торф. Уже в первый год жизни (2016) здесь отмечена максимальная всхожесть (68,5 %). К концу исследований (2020 г.) на этом варианте сформировался травостой плотностью 16 857 шт/м², в то время как на остальных вариантах плотность была достоверно ниже – 11 028–12 488 шт/м². Максимальная урожайность 22 ц/га на опытном участке также отмечена на варианте торф+почва. Таким образом, для использования в качестве плодородного слоя на ограниченных участках нарушенных земель с полностью уничтоженным почвенно-растительным покровом биогрунт почва+торф (50 : 50) является наиболее перспективным. На третий год после рекультивационных работ наблюдается полное восстановление зеленого покрова тундры.

Литература

1. *Моторина Л.В.* Программа и методика изучения техногенных биогеоценозов. М.: Наука, 1978.
2. *Кутузова А.А., Зотов А.А., Тебердиев Д.М.* и др. Программа и методика проведения научных исследований по луговодству. М.: Изд-во МГАУ им. В.П. Горячкина, 2000.
3. *Добрецов Р.Ю.* Пути уменьшения экологической опасности взаимодействия гусеничных движителей транспортных средств с грунтами // Экология и промышленность России. 2008. № 5. С. 24–28.

4. Телятников М.Ю., Ванаев Е.В., Онучин А.А. и др. Характеристика природных экосистем и основных дестабилизирующих факторов севера Центральной Сибири // Сибирский экологический журнал. 2014. № 6. С. 803–806.
5. Поляков А.А. Биологическая рекультивация земель по трассе газопровода Мессояха: метод. рекомендации / Сиб. отд-ние НИИСХ Крайнего Севера. Новосибирск, 1988.
6. Куликов К.И. Мониторинг техногенного загрязнения земель Российского Севера: учеб. пособие. М.: Изд-во РосНИИкадры АПК, 2000.
7. Лосик Г.И., Зеленский В.М., Сариев А.Х. Биологическая рекультивация нарушенных тундровых земель на полуострове Таймыр: метод. рекомендации / Россельхозакадемия, Сиб. регион. отд-ние ГНУ НИИСХ Крайнего Севера. Новосибирск, 2010.
8. Зеленский В.М., Сариев А.Х., Слепова О.Н. и др. Методы и технологические схемы использования многолетних злаковых трав при биологической рекультивации нарушенных земель: метод. рекомендации / Россельхозакадемия, Сиб. регион. отд-ние ГНУ НИИСХ Крайнего Севера. Норильск, 2012.
9. Сариев А.Х., Гайсина Л.Ф., Дербенев К.В. и др. 2015. Усовершенствованная технология биологической рекультивации нарушенных земель с дальнейшим использованием в сельскохозяйственном производстве: метод. рекомендации / РАН, НИИ сельского хозяйства и экологии Арктики. Норильск, 2015.
10. Сариев А.Х., Очиколова Н.Ю., Дербенев К.В. Способ повышения продуктивности агрофитоценозов с использованием пробиотиков и комплексных минеральных удобрений в условиях Крайнего Севера: метод. рекомендации / НИИСХ и ЭА ФКНЦ СО РАН. Норильск, 2016.
11. Инструкция по рекультивации земель, нарушенных и загрязненных при аварийном и капитальном ремонте магистральных нефтепроводов. РД 39-00147105-006-97. М., 1997.
12. Чупрова И.Л., Чупров В.Л. Рекультивация земель на трассах линейных сооружений Таймыра: метод. рекомендации / РАСХН, Гос. комитет по земельной реформе и земельным ресурсам ТАО, АО «Норильскгазпром». Норильск, 1996.
13. Орлов А.С., Пономарева Т.И., Селянина С.Б. и др. Структура и сорбционные свойства верхового торфа приарктических территорий // Успехи современного естествознания. 2017. № 1. С. 18–22.
14. Коровин А.И. Роль температуры в минеральном питании растений. Л.: Гидрометеиздат, 1972.

References

1. Motorina L.V. Programma i metodika izucheniya tekhnogennykh biogeotsenozov. M.: Nauka, 1978.
2. Kutuzova A.A., Zotov A.A., Teberdiev D.M. i dr. Programma i metodika provedeniya nauchnykh issledovaniy po lugovodstvu. M.: Izd-vo MGAU im. V.P. Goryachkina, 2000.
3. Dobretsov R.YU. Puti umen'sheniya ehkologicheskoi opasnosti vzaimodeistviya gusenichnykh dvizhitelei transportnykh sredstv s gruntami // Ehkologiya i promyshlennost' Rossii. 2008. № 5. S. 24–28.
4. Telyatnikov M.YU., Vanaev E.V., Onuchin A.A. i dr. Kharakteristika prirodnnykh ehkositsem i osnovnykh destabiliziruyushchikh faktorov severa Tsentral'noi Sibiri // Sibirskii ehkologicheskii zhurnal. 2014. № 6. S. 803–806.
5. Polyakov A.A. Biologicheskaya rekul'tivatsiya zemel' po trasse gazoprovoda Messoyakha: metod. rekomendatsii / Sib. otd-nie NIISKH Krainego Severa. Novosibirsk, 1988.
6. Kulikov K.I. Monitoring tekhnogennogo zagryazneniya zemel' Rossiiskogo Severa: ucheb. posobie. M.: Izd-vo RoSNIIkadry APK, 2000.
7. Losik G.I., Zelenskii V.M., Sariev A.KH. Biologicheskaya rekul'tivatsiya narushennykh tundrovnykh zemel' na poluostrove Taimyr: Metod. rekomendatsii / Rossel'khozakademiya, Sib. region. otd-nie GNU NIISKH Krainego Severa. Novosibirsk, 2010.
8. Zelenskii V.M., Sariev A.KH., Slepova O.N. i dr. Metody i tekhnologicheskie skhemy ispol'zovaniya mnogoletnikh zlakovykh trav pri

- biologicheskoi rekul'tivatsii narushennykh zemel': metod. rekomendatsii / Ros-sel'khozakademiya, Sib. region. otd-nie GNU NIISKH Krainego Severa. Noril'sk, 2012.
9. *Sariev A.KH., Gaisina L.F., Derbenev K.V. i dr.* 2015. Usovershenstvovannaya tekhnologiya biologicheskoi rekul'tivatsii narushennykh zemel' s dal'neishim ispol'zovaniem v sel'skokhozyaistvennom proizvodstve: metod. rekomendatsii / RAN, NII sel'skogo khozyaistva i ehkologii Arktiki. Noril'sk, 2015.
10. *Sariev A.KH., Ochikolova N.YU., Derbenev K.V.* Sposob povysheniya produktivnosti agrofittsенозов s ispol'zovaniem probiotikov i kompleksnykh mineral'nykh udobrenii v usloviyakh Krainego Severa: metod. rekomendatsii / NIISKH i EHA FKNTS SO RAN. Noril'sk, 2016.
11. Instruksiya po rekul'tivatsii zemel', narushennykh i zagryaznennykh pri avariinom i kapital'nom remonte magistral'nykh nefteprovodov. RD 39-00147105-006-97. M., 1997.
12. *Chuprova I.L., Chuprov V.L.* Rekul'tivatsiya zemel' na trassakh lineinykh sooruzhenii Taymyra: metod. rekomendatsii / RASKHN, Gos. komitet po zemel'noi reforme i zemel'nym resursam TAO, AO «Noril'skgazproM». Noril'sk, 1996.
13. *Orlov A.S., Ponomareva T.I., Selyanina S.B. i dr.* Struktura i sorbtionnye svoistva verkhovogo torfa priarkticheskikh territorii // Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. 2017. № 1. S. 18–22.
14. *Korovin A.I.* Rol' temperatury v mineral'nom pitanii rastenii. L.: Gidrometeoizdat, 1972.
-