

ЗАКРЕПЛЕНИЕ ГРУНТОВ КАРЬЕРА ПОСЕВОМ МНОГОЛЕТНИХ ЗЛАКОВЫХ ТРАВ В УСЛОВИЯХ НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА

Кононов О.Д., Гинтов В.В.,
Попов А.И.



Кононов Олег Дмитриевич

Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова – «Архангельский научно-исследовательский институт сельского хозяйства»
Россия, 163032, г. Архангельск, пос. Луговой, д. 10
E-mail: arhniish@mail.ru



Гинтов Валентин Викторович

Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова – «Архангельский научно-исследовательский институт сельского хозяйства»
Россия, 163032, г. Архангельск, пос. Луговой, д. 10
E-mail: arhniish@mail.ru



Попов Алексей Иванович

Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова – «Архангельский научно-исследовательский институт сельского хозяйства»
Россия, 163032, г. Архангельск, пос. Луговой, д. 10
E-mail: arhniish@mail.ru

В статье рассматриваются вопросы закрепления грунтов карьера посевом многолетних трав. Карьеры после прекращения геологоразведочных работ представляют собой пустынные участки, на которых полностью отсутствует растительный покров. Изучаемые карьеры в геоботаническом районировании относятся к подзоне южных кустарниковых субарктических тундр. Инженерно-биологические мероприятия по искусственному восстановлению тундровых экосистем проводятся по принципу восстановления сообщества до максимально приближенного к естественному. Технология биологической рекультивации нарушенных земель предусматривает создание устойчивого растительного покрова путем посева много-

Цитата: ► Кононов О.Д., Гинтов В.В., Попов А.И. Закрепление грунтов карьера посевом многолетних злаковых трав в условиях Ненецкого автономного округа // АгроЗооТехника. 2018. Т. 1. № 4. DOI: 10.15838/alt.2018.1.4.4

Citation: ► Kononov O.D., Gintov V.V., Popov A.I. Stabilization of quarry ground by sowing perennial grasses in the conditions of Nenets Autonomous Okrug. *Agricultural and Livestock Technology*, 2018, vol. 1, no. 4. DOI: 10.15838/alt.2018.1.4.4

летних злаковых трав, адаптированных к условиям Субарктики, внесения минеральных удобрений, а в местах развития эрозионных процессов – посадки черенков ивы. Установлено, что для восстановления растительного покрова на нарушенных тундровых землях Ненецкого автономного округа успешно используются травосмеси многолетних злаковых трав, состоящие из овсяницы луговой (*Festuca pratensis*), овсяницы красной (*Festuca rubra*) и тимофеевки луговой (*Phleum pratense*). Оптимальная норма высева семян составляет 40 кг/га, доза внесения минеральных удобрения – $N_{20}P_{40}K_{40}$, более высокие дозы позволяют сформировать более дружные всходы, однако приводят к дополнительным экономическим затратам. Заращение карьеров происходит уже на следующий год после посева, формируется злаковое сообщество из высеянных трав, которое достигает фазы кущения, а отдельные растения – фазы колошения. На второй год продолжают развиваться злаковые, появляются в травостое представители местной флоры. Целью работы являлось закрепление грунтов карьера посевом многолетних злаковых трав в условиях Ненецкого автономного округа. Новизна исследований заключалась в установлении экономически обоснованных норм высева семян трав и внесения минеральных удобрений для восстановления растительного покрова на нарушенных тундровых землях при выполнении рекультивационных мероприятий. Практическая значимость результатов исследований заключается в возможности использования полученных результатов при восстановлении нарушенных тундровых земель и возвращении их в сельскохозяйственный оборот.

Арктическая зона, нарушенные земли, олени пастбища, рекультивация, естественное заращение, карьер.

На территории Ненецкого автономного округа нефтедобывающими компаниями под обустройство объектов месторождений, строительство дорог, линий электропередач и трубопроводы отводятся большие площади земель. В структуре земель сельскохозяйственного назначения, составляющих 73,5% от общей площади Ненецкого автономного округа, доминируют олени пастбища (99,8%). Возводимые объекты в значительной степени нарушают природный ландшафт, затрудняют миграцию оленьих стад, поэтому после окончания строительства и эксплуатации эти земли должны быть рекультивированы и возвращены основному землепользователю – оленеводам [1].

Источниками механических нарушений на этапе геологоразведочных работ являются разработка карьеров с целью добычи минерального грунта для создания насыпей под буровые площадки, строительство

дорог и буровых площадок, бурение и внедорожное движение транспорта. При разработке карьеров происходит полное уничтожение растительного покрова, засыпание почв, формирование техногенного рельефа, изменение уровня грунтовых вод и режима снегонакопления. В качестве вторичных нарушений можно выделить изменение глубины промерзания-протаивания грунта, появление провальных воронок, развитие термокарстовых процессов, дефляционные процессы, плоскостную и линейную эрозию, подтопление и заболачивание земель [2; 3]. Действие названных факторов приводит к деградации тундровых земель, естественных кормовых угодий – оленьих пастбищ.

В связи с этим интерес представляют изучение процессов естественного восстановления растительного покрова на нарушенных землях и разработка приемов их биологической рекультивации. Суровые

природно-климатические условия, отсутствие плодородного слоя почвы для восстановления нарушенных земель, а также отсутствие транспортной сети на территории арктической зоны обуславливают значительную сложность работ по восстановлению нарушенного почвенно-растительного покрова.

При разработке приемов биологической рекультивации необходимо учитывать, что методы, разработанные для более южных регионов, не могут быть эффективны на Крайнем Севере [4; 5]. Это связано с природно-климатическими условиями местных экосистем [6]. В отдельных случаях эти способы приводят к отрицательным результатам [2; 7]. Так, например, обычно рекомендуемый метод снятия плодородного слоя почвы для последующей рекультивации в условиях Крайнего Севера непригоден из-за его незначительной мощности или практического ее отсутствия. Если и удастся снять почвенно-растительный слой, то при возвращении его надо измельчить, чтобы получить подобие органического удобрения. Однако растительные остатки в тундре могут оставаться в субстрате практически неразложившимися до 20 лет, что снижает удобрительную ценность растительного слоя [6]. Зарубежные исследователи, изучавшие этот вопрос в условиях Аляски, пришли к выводу, что предварительное снятие маломощных верхних слоев северных почв приводит к значительному удорожанию рекультивационных работ по сравнению с непосредственным засевом обработанных площадей многолетними травами с применением удобрений [8].

Успешность естественного зарастания нарушенных земель зависит от того, насколько сильно пострадал при антропогенном вмешательстве почвенный и растительный покров. Даже частичное сохранение почвенного слоя облегчает восстановление растительности. На нарушенных зем-

лях буровых площадок, расположенных на естественных почвогрунтах, без создания насыпей из привозного грунта менее чем за 10 лет формируются однотипные, относительно устойчивые производные сообщества лугового типа – осоково-злаковые фитоценозы. При большей продолжительности процессов восстановления растительности отмечается внедрение кустов ивы с прилегающей ненарушенной территории. Зарастание нарушенных площадей идет за счет видов, присутствующих в окружающих растительных сообществах. Наблюдения за естественным восстановлением нарушенных земель позволили выявить виды растений, устойчивые к техногенному воздействию. К механическому воздействию наиболее устойчивы ива филиколистная *Salix phylicifolia*, ива Гмелина *S. gmelini*, ива копьевидная *S. hastata*, карликовая береза *Betula nana*, морошка *Rubus chamaemorus*, к химическому воздействию (нефтезагрязнение, буровые растворы, химреактивы и т. д.) – морошка (*Rubus chamaemorus*), осока водная *Carex aquatilis*, карликовая береза *Betula nana*, арктофила *Arctophila fulva* (Trin.) Andersson, крестовник арктический *Tephrosia palustris*, вейник лапландский *Calamagrostis lapponica*, ожика Валенберга *Luzula wahlenbergii* [9].

Длительность процесса формирования устойчивых группировок растительности на нарушенных местообитаниях зависит от восстановительного потенциала исходных сообществ, местоположения в рельефе и почв [10]. На супесях восстановительный потенциал выше, чем на песках, где зарастание затруднено вследствие недостатка питательных веществ и подвижности субстрата. Довольно быстро восстанавливаются сообщества, основным компонентом которых являются травы, травяно-моховые болота, луговины.

По результатам обследования нарушенных тундровых земель НАО установлено, что в пониженных обводненных местах, где распространены глееземы и торфя-

но-глееземы, при естественном зарастании проективное покрытие растительности достигает 90%, как правило, уже в течение 4–6 лет [11]. На повышенных участках местности с альфегумусовыми почвами формирование на нарушенных землях устойчивого растительного покрова происходит в течение нескольких десятилетий. Это обусловлено спецификой природно-климатических условий, особенностями формирования водно-теплого режима почвогрунтов, окружающей растительности на осваиваемых участках.

Изучаемые карьеры находятся в полосе южных тундр Печорской низменности Тимано-Уральской геоморфологической провинции. Мезо- и микроформы рельефа сформированы как современными мерзлотными процессами, так и древними оледенениями, термокарстом. Многолетняя мерзлота является причиной солифлюкционных процессов, сползания грунтов по склонам холмов. Многолетние мерзлые породы здесь обладают термической нестабильностью. При нарушении почвенно-растительного покрова грунты оттаивают, переувлажняются и при механических нагрузках переходят в тиксотропное состояние, что способствует развитию эрозионных процессов и образованию болот. Эрозионная и аккумулятивная деятельность рек сосредоточена лишь в узких полосах, прилегающих к речным долинам [12].

Преобладание суглинистых почвообразующих пород, наличие вечной мерзлоты, слабое испарение и постоянное переувлажнение определяют повсеместное развитие процессов оглеения почв [13]. Наиболее распространенные типы почв: тундровые глеевые, тундровые иллювиально-железистые, тундровые иллювиально-гумусовые мерзлотные, тундровые торфянисто-глеевые, болотно-тундровые, болотные. Почвообразование протекает в условиях отрицательных среднегодовых температур,

обуславливающих формирование и сохранение слоя вечной мерзлоты, образование морозобойных трещин, развитие процессов, приводящих к перемешиванию грунта в верхнем активном оттаивающем слое [11]. Трансформация органического вещества тормозится также малой заселенностью почв микроорганизмами и мезофауной. Бактерии, фиксирующие азот почвы, практически отсутствуют. Небольшое количество (2–5 ц/га) отмирающего органического вещества, поступающего на поверхность почвы, не успевает перерабатываться микроорганизмами и накапливается в форме оторфованных органических остатков. При разложении органических остатков освобождается большое количество водорастворимых органических веществ, в которых преобладают фульвокислоты.

Проведение биологической рекультивации нарушенных земель в тундровой зоне требует индивидуального подхода к каждому восстанавливаемому участку. Неправильно выбранные методы и приемы рекультивации могут не получить должного результата, а иногда и привести к появлению процессов деградации земель. Сложнее проводить биологическую рекультивацию карьеров, разработанных для отсыпки промышленных площадок и дорог [14]. При разработке карьеров происходит полное или частичное разрушение почвенного и растительного покровов, физическое и химическое загрязнение территории, изменяется гидрологический режим. Разработанные карьеры представляют собой большие участки площадью от 5 до 50 га со снятым верхним слоем грунта разной мощности от 1 до 10 м [15].

Обследованные карьеры через год после прекращения геологоразведочных работ представляют собой пустынные участки, на которых полностью отсутствует растительный покров. В условиях субарктических тундр при выполнении правильно подобранных агротехнических и инже-

нерно-биологических приемов в течение одного десятилетия можно восстановить нарушенный участок до состояния вторичного растительного сообщества лугового типа. Продолжительность самозарастания карьера связана с недостатком питательных веществ в оголенном минеральном грунте, оставленном после снятия верхних горизонтов, отсутствием рекультивационных мероприятий, развитием эрозионных процессов. Поэтому вопросы биологической рекультивации карьеров в тундровой зоне требуют дальнейшего комплексного рассмотрения для возвращения в народнохозяйственное использование тундровых земель, подвергшихся антропогенному воздействию в округе.

Актуальность исследований связана с большой площадью нарушенных земель в округе и ее постоянным увеличением, связанным с развитием нефтегазовой промышленности и перевыпасом оленей. Каждый год под бурение скважин, постройку вахтовых поселков, автодорог, трубопроводов и других сооружений отводятся значительные площади, которые являются землями сельскохозяйственного назначения, предназначенными для выпаса оленей. В результате техногенного воздействия и нерационального использования оленьих пастбищ происходит нарушение природного равновесия естественных экосистем, изменяется среда обитания организмов, начинают развиваться эрозионные процессы, загрязняются почвы и водные объекты.

Новизна исследований заключалась в установлении экономически обоснованных норм высева семян трав и внесения минеральных удобрений для восстановления растительного покрова на нарушенных тундровых землях при выполнении рекультивационных мероприятий.

Целью исследований являлось закрепление грунтов карьера посевом многолетних злаковых трав в условиях Ненецкого ав-

тономного округа. В задачи исследований входило испытание многолетних злаковых трав, обеспечивающих создание растительного покрова в условиях тундровой зоны НАО, определение нормы высева семян, сроков посева и дозы внесения минеральных удобрений.

Объект исследований

Объектом исследований являлись 2 карьера, расположенные в центральной части Большеземельской тундры, разработанные с целью добычи грунта.

По климатообразующим факторам территории расположения карьеров относятся к субарктическому поясу и находятся под влиянием морских и континентальных воздушных масс. Климат характеризуется коротким прохладным летом с поздними весенними и ранними осенними заморозками, продолжительной холодной зимой с устойчивым снежным покровом в течение 225 дней. Для зимнего периода характерны частые метели. Климатические сезоны не совпадают с календарными: зима тянется с ноября по апрель, весна – с мая по июнь, лето – с июля по август, осень – с сентября по октябрь. Количество осадков относительно невелико. За год выпадает порядка 400–450 мм. Однако количество осадков превышает величину испарения (150–160 мм), поэтому рассматриваемая территория относится к зоне избыточного увлажнения [16].

Карьер № 1 окружает лишайниковая и ерничково-моховая тундры с преобладающим типом почв подбуры иллювиально-железистые. Земельный участок карьера № 2 на востоке округа располагается в зоне ивняково-кустарничковых тундр и плоскобугристых болот. Преобладающий тип почв подбуры иллювиально-гумусовые.

Площадь карьера № 1 составляет 4 га, карьера № 2 – 4,4 га. Морфология участков имеет одинаковую структуру. Во время разработки верхний растительный слой

был сдвинут к краям отведенного участка. Глубина выработки в пределах 3 метров. Вывоз грунта с карьеров производился зимой по зимникам. После окончания работ рекультивация земель не проводилась.

По гранулометрическому составу почвогрунты карьеров относятся к супесчаным, местами легкосуглинистым. На карьере № 2 присутствуют включения гравия разного размера. По степени кислотности грунты кислые – рН 5,0–5,9. Содержание подвижного фосфора изменяется от низкого до среднего (от 71 до 200 мг/кг), обменного калия также варьирует от низкого до среднего (25–74 мг/кг). Концентрация органического вещества в обеих пробах почвы низкая и не превышала 0,91%.

Методы исследований

В ходе исследований проводили рекогносцировочное и детальное обследование карьеров и прилегающей к ним территории, геоботаническое описание растительных сообществ, экологическую оценку состояния нарушенных земель. Учитывали методические подходы к проведению геоботанических исследований, изложенные в «Программе и методике биогеоэкологических исследований» [17]. Растительные сообщества указывали в соответствии с общепринятыми названиями в отечественной геоботанической литературе.

Аэрофотосъемку производили с вертолета в ходе облета каждой площади и использовали квадрокоптер. Рельеф территории (геоморфологическая характеристика) описывали визуально. Определяли направление поверхностного стока, экспозицию, характер мезо- и микрорельефа. При помощи GPS-приемника снимали координаты и границы карьера для определения площади нарушенной территории.

Для восстановления растительного покрова на опытных участках изучали две травосмеси злаковых трав с различным

процентным соотношением семян, состоящие из овсяницы луговой (*Festuca pratensis*) сорт Суйдинская, овсяницы красной (*Festuca rubra*) сорт Шилис и тимофеевки луговой (*Phleum pratense*) сорт Ленинградская 204. Площадь опытной делянки – 50 м². Изучали 2 нормы высева – 2000 шт./м² и 4000 шт./м², скорректированные с учетом лабораторной всхожести семян, что при пересчете составило 20 кг/га и 40 кг/га соответственно. Доза внесения удобрений – N₂₀P₄₀K₄₀, что составляет в пересчете на комплексное гранулированное минеральное удобрение «Азофоска» (N₁₆P₁₆K₁₆) 210 кг/га. На контрольных вариантах с травосмесями минеральные удобрения не вносились.

Наблюдения за ростом и развитием трав проводили один раз в месяц, что связано с дальностью расположения карьеров. Описание растительного покрова проводили с фиксацией визуального состояния травостоя, высоты растений, определением фазы развития, общего проективного покрытия, подземной биомассы и видов аборигенных растений, перешедших из естественных местообитаний на территорию опытных площадок. Проективное покрытие определяли глазомерно в процентах. Для определения высоты травостоя делали не менее 10 измерений, взятых в произвольных точках по диагоналям каждой делянки.

На каждом карьере отбирали пробы почвы с глубины 0–20 см. Пробные площадки закладывали в наиболее репрезентативных местах с точки зрения определения агрохимических показателей почвогрунтов. Объединенная проба отбиралась «методом конверта» и складывалась из пяти точечных проб. В почвенных пробах определяли агрохимические показатели (подвижный фосфор, обменный калий, рН, органическое вещество, содержание физической глины). Основной задачей агрохимического исследования

почв является оценка уровня плодородия почвогрунтов с целью планирования мероприятий по восстановлению нарушенных земель.

Проведение почвенно-агрохимических анализов осуществляли по общепринятым в почвоведении методикам в аккредитованной лаборатории Федерального государственного бюджетного учреждения Станция агрохимической службы «Архангельская» (г. Архангельск) на поточной линии «Модернизированный Медиган».

Результаты и их обсуждение

В ходе патентных исследований были проанализированы 24 патента, описывающие способы биологической рекультивации нарушенных земель в Субарктике. Выяснено, что в отношении нормы высева семян и доз внесения минеральных удобрений при проведении рекультивационных работ на техногенных ландшафтах Крайнего Севера нет единого мнения. Также можно сказать, что изученность вопросов биологической рекультивации нарушенных земель в тундровой зоне Ненецкого автономного округа недостаточна, что сдерживает развитие рекультивационных работ в округе.

На данный момент не существует методов восстановления специфических типов сообществ, таких как, например, лишайниковые. Поэтому инженерно-биологические мероприятия по искусственному восстановлению тундровых и лесотундровых экосистем в условиях Заполярья проводят по принципу восстановления сообщества до максимально приближенного к естественному.

Изучаемые карьеры расположены в Большеземельской тундре, что соответствует в геоботаническом районировании подзоне южных кустарниковых субарктических тундр. На данной территории целесообразно проводить искусственное восстановление до луговых, кустарнико-

вых или заболоченных типов растительности в зависимости от места расположения объектов. Технология биологической рекультивации предусматривает закрепление поверхностного слоя почвы корневой системой растений, создание сомкнутого травостоя, что позволяет предотвратить развитие водной и ветровой эрозии почв на землях, нарушенных в процессе производственной деятельности, и создать условия для ускоренного замещения антропогенных сообществ естественной тундровой растительностью.

Работы по закреплению грунтов нарушенных земель в условиях Крайнего Севера осуществляются в течение двух кратковременных полевых сезонов: весенне-летний (с 25 июня до 10 августа) и осенний (под зиму; вторая половина сентября – начало октября, когда температура будет ниже +5 градусов). Отличия в технологии проведения рекультивации заключаются только в применении комплексных минеральных удобрений с пониженным содержанием азота в осенний период.

Перед закладкой опытных участков на карьере 02 июля 2016 года был проведен рекогносцировочный посев травосмеси с дозой внесения удобрений $N_{40}P_{40}K_{40}$ и нормой высева семян 40 кг/га на площади 150 м² на выровненном участке (рис. 1). К окончанию вегетационного периода травостой хорошо закрепился, проективное покрытие составляло 60–70%, но затем почти весь участок подвергся стравливанию и частичному вытаптыванию оленями.

В конце сентября 2016 года на карьерах, подверженных водной эрозии, были заложены опытные участки для испытания норм высева травосмеси 20 и 40 кг при оптимальной дозе внесения минеральных удобрений для осеннего периода $N_{20}P_{40}K_{40}$. Для посева использовались травосмеси злаков, состоящие из овсяницы луговой (*Festuca pratensis*), овсяницы красной (*Festuca rubra*), тимофеевки лу-



Рис. 1. Рекогносцировочный посев на карьере № 1 (вид с квадрокоптера, сентябрь 2016 года)

говой (*Phleum pratense*), хорошо зарекомендовавших себя при проведении экспериментальных работ на песчаных почвах тундровой зоны НАО. Изучали травосмеси с различным процентным соотношением семян трав (табл.).

Наблюдения за развитием трав в многовидовом посеве показали, как развиваются травы, какой вид доминирует, какой вытесняется. Минеральные удобрения вносили в минимальной дозе, обеспечивающей создание благоприятных условий для закрепления многолетних трав, а не для получения биомассы.

На объектах рекультивации, значительно удаленных от объектов инфраструктуры, невозможно использовать тяжелую сельскохозяйственную технику для обработки грунта (рыхление, боронование, фрезерование). Все грузы в летний период доставляются на буровые вертолетным транспортом. Поэтому в биологической рекультивации в данной местности должны применяться материалы и оборудование,

которое можно без особых экономических затрат доставить к месту проведения работ. Посев семян и внесение минеральных удобрений проводили вручную поверхностно с соблюдением норм высева и дозы вносимых удобрений, после чего была произведена заделка их граблями и прикатывание при помощи ручного валика, наполненного водой для закрепления семян и удобрений, а также чтобы минимизировать деятельность водной и ветровой эрозии.

Рост и развитие многолетних трав зависят от многих факторов, среди которых погодные условия занимают существенное место. Для условий Ненецкого автономного округа характерны поздняя зима, короткое полярное лето с умеренно теплой неустойчивой погодой и неравномерным выпадением осадков в период вегетации.

Первые всходы трав появились в конце июня 2017 года. Всходы были редкими, высота их составляла от 3 до 8 см, на делянках без внесения удобрений они отсут-

Таблица. Соотношение семян злаковых трав в травосмеси

Норма высева семян	Травосмесь		Процентное соотношение	Лабораторная всхожесть, %	Количество семян в травосмеси, шт.
2000 семян на 1 м ² , 20 кг/га	1 травосмесь	овсяница красная	33,4%	92	720
		овсяница луговая	33,3%	90	760
		тимopheевка луговая	33,3%	98	680
	2 травосмесь	овсяница красная	55%	92	1195
		овсяница луговая	25%	90	555
		тимopheевка луговая	20%	98	408
4000 семян на 1 м ² , 40 кг/га	1 травосмесь	овсяница красная	33,4%	92	1452
		овсяница луговая	33,3%	90	1480
		тимopheевка луговая	33,3%	98	1360
	2 травосмесь	овсяница красная	55%	92	2391
		овсяница луговая	25%	90	1111
		тимopheевка луговая	20%	98	816

ствовавали полностью. К концу июля травы на делянках с удобрениями перешли в фазу «кущения», проективное покрытие растительности составляло 20–30% площади, высота растений достигала 12 см. На контроле без удобрений травы оставались в фазе «начало всходов», высота растений была не более 4 см. К концу августа (28 августа) влияние минеральных удобрений на развитие трав стало еще более отчетливым. На площадках, где минеральные удобрения не вносились (контроль), всходы были едва заметны. На делянках с удобрениями происходило активное кущение трав. Высота тимopheевки луговой достигала 8–13 см, а овсяницы красной – до 10 см. На наш взгляд, задержка в развитии была связана с промывным водным режимом почв и, следовательно, недостаточными запасами влаги в корнеобитаемом слое. К концу сентября (27 сентября) оценить высоту растений и фенологическую фазу развития растений было невозможно по причине поедания их животными – оленями и гусями. Поэтому оценивалась только подземная биомасса, созданная многолетними травами, за вегетационный период 2017 года. Наибольшую подземную фитомассу 353 г/м² создали травосмеси

с нормой высева семян 4000 шт./м² и внесением минеральных удобрений. Меньшее значение фитомассы (274 г/м²) показали травосмеси на делянках с внесением минеральных удобрений, но с меньшей нормой высева семян.

В начале вегетационного периода 2018 года было визуально заметно, как отличается травостой на контроле и на делянках, где вносились удобрения. На делянках с удобрениями травы росли значительно лучше и переходили в стадию кущения, в то время как на вариантах без удобрений травы оставались в фазе всходов. ОПП составляло от 20 до 35%. В это время на одной из повторностей были дополнительно проведены подкормка травостоя комплексными минеральными удобрениями «Азофоска» и подсев семян трав на участках, лишенных растительности. 21 июля дифференциация по степени зарастания делянок под влиянием использования удобрений стала еще более заметной. На контроле травы продолжали находиться в фазе «всходы», а на делянках с удобрениями продолжалось активное их кущение. Заметны различия между делянками, где была проведена подкормка трав минеральными удобрениями и где

удобрения не вносились. На «подкормленных» делянках растительность была более густая и ярко-зеленая. Без внесения удобрений трава оставалась бледной, желто-багровой.

В конце вегетационного периода (27 сентября) были вновь проведены наблюдения на опытных участках. Проективное покрытие на делянках, где проводилась подкормка минеральными удобрениями, составило 40–50% (рис. 2). Тимофеевка луговая находилась в фазе «колошение», а овсяница красная перешла в фазу «цветения». Исключение составила овсяница луговая, которая оказалась менее приспособленной для произрастания на субарктических песчаных почвах. Лучшие показатели к этому сроку показала 2 травосмесь, в составе которой овсяница красная составляла 55%. Общее проективное покрытие на делянках, где подкормка не проводилась, не превышало 20%, и только в единичных случаях травы перешли в фазу «колошение». На делянках, где удобрения во время посева не вносили, всходов не было.

Результаты исследований показали, что необходимым условием создания устойчивого растительного покрова, особенно на начальных этапах, является ежегодное внесение в весенний период удобрений в

качестве подкормок. Внесение комплексных минеральных удобрений положительно сказывается на увеличении общего проективного покрытия. К концу второго года проективное покрытие на делянках, где была подкормка минеральными удобрениями, в 3–4 раза выше, чем на делянках без подкормки.

Выводы

Результаты проведенных исследований по закреплению грунтов карьера показали, что с целью более быстрого возвращения земель в сельскохозяйственный оборот, снижения развития эрозионных процессов необходимым условием является создание устойчивого растительного покрова путем проведения биологической рекультивации, включающей посев многолетних злаковых трав, адаптированных к условиям Субарктики, внесение минеральных удобрений.

Установлено, что для восстановления растительного покрова на нарушенных тундровых землях Ненецкого автономного округа успешно используются травосмеси многолетних злаковых трав, состоящие из овсяницы луговой (*Festuca pratensis*), овсяницы красной (*Festuca rubra*) и тимофеевки луговой (*Phleum pretense*). Оптимальная



Рис. 2. Травостой на делянках, подкормленный минеральными удобрениями (27.09.2018)

норма высева семян трав составляет 40 кг/га, доза внесения минеральных удобрений – $N_{20}P_{40}K_{40}$. Более высокие дозы позволяют формировать более дружные всходы, однако приводят к дополнительным экономическим затратам.

При осеннем посеве многолетних злаковых трав зарастание карьера начинается весной следующего года. Сначала появляются всходы тимофеевки луговой и овсяницы луговой, к концу вегетационного периода формируется злаковое сообщество из высеянных трав, которое достигает фазы кущения, а отдельные растения – фазы колошения. На второй год продолжают развиваться злаковые травы, идет постепенное вытеснение тимофеевки луговой и овсяницы луговой овсяницей красной, появляются в травостое представители местной флоры. Однако в некоторых ме-

стах образуются пятна голого грунта. Здесь следует произвести подсев трав, внесение минеральных удобрений, а также при необходимости применить такие агротехнические приемы, как посадка черенков ивы. Ключевым фактором, влияющим на устойчивость растительного покрова, является ежегодная подкормка минеральными удобрениями.

Результаты исследований позволили установить экономически обоснованные нормы высева семян трав и внесения минеральных удобрений для восстановления растительного покрова на нарушенных тундровых землях и используются при выполнении работ по биологической рекультивации, проведении мониторинга и составлении проектов рекультивации нарушенных земель на месторождениях Ненецкого АО.

ЛИТЕРАТУРА

1. Попов А.И., Капелькина Л.П. Восстановление растительного покрова на нарушенных землях в Ненецком автономном округе // Растительные ресурсы. 2012. Т. 48. № 2. С. 276–287.
2. Капелькина Л.П. Экологические аспекты оптимизации техногенных ландшафтов. СПб.: Наука, 1993. 91 с.
3. Чупрова И.Л. Оптимизация техногенных ландшафтов Крайнего Севера (Норильский промышленный район, п-ов Таймыр): дис. ... докт. биол. наук: 03.00.16, 03.00.05. Дудинка, 2006. 391 с.
4. Лобовиков Н.Н., Акульшина Н.П. Технология биологической рекультивации земель на Европейском Севере. Сыктывкар: Изд. СГУ, 1990. 13 с.
5. Концепция природовосстановления нарушенных экосистем Севера / И.Б. Арчегова [и др.] // Республика Коми. Экономическая стратегия вхождения в XXI век: мат-лы науч. конф., 13–14 марта 1995 г.). Сыктывкар: СГУ, 1996. С. 135–139.
6. Рекультивация земель на Севере. Вып. 1. Рекомендации по рекультивации земель на Крайнем Севере / отв. за вып. И.Б. Арчегова. 2-е изд., доп. Сыктывкар, 1997. 34 с.
7. Сумина О.И. Формирование растительности на техногенных местообитаниях Крайнего Севера. СПб.: Информ-Навигатор, 2013. 340 с.
8. Conwell C.N. Reclaiming mined lands in Alaska. *Trans. Soc. Mining Eng. (AIME)*, 1976, vol. 260, no. 1.

9. Сумина О.И. Техногенные воздействия на тундровые экосистемы и рекультивация нарушенных территорий. СПб.: Изд-во СПбГУ, 1992. 43 с.
10. Биологическая рекультивация нарушенных и загрязненных земель на Европейском Севере / Акульшина Н.П. [и др.] // Тр. Коми науч. центра УрО АН СССР, 1989. № 104. С. 82–90.
11. Игнатенко И.В. Почвы восточно-европейской тундры и лесотундры. М.: Наука, 1979. 278 с.
12. Гладков В.П. Естественное зарастание нарушенных разведочным бурением участков в северных районах Тимано-Печорского ТПК // Природопользование в системе хозяйства европейского Северо-Востока. 1987. № 2. С. 78–85.
13. Система биологической рекультивации нарушенных земель при строительстве газопроводов и восстановления растительности деградированных пастбищ в тундровой и лесотундровой зонах Крайнего Севера: метод. рек. / РАСХН. Сиб. Отделение ГНУ НИИСХ Крайнего Севера. Норильск, 2006. 24 с.
14. Czapla P.K., Wright S.J. *Interior Alaska Revegetation & Erosion Control Guide*. Department of Natural Resources Division of Agriculture. Palmer, 2012. 152 p.
15. Кононов О.Д., Попов А.И., Уваров С.А. Самозарастание нарушенных оленьих пастбищ в Ненецком автономном округе на примере карьера минерального грунта // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2016. № 6. С. 17–19.
16. Агроклиматические условия выпаса оленей на севере Коми АССР и в Ненецком автономном округе Архангельской области / под ред. Н.В. Гулиновой. Сыктывкар: Коми кн. изд-во, 1986. 183 с.
17. Программа и методика биогеоэкологических исследований. М.: Наука, 1974. 403 с.
18. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во МГУ, 1970. 488 с.
19. Агрохимия / под ред. Б.А. Ягодина. М.: Колос, 2002. 584 с.

Сведения об авторах

Кононов Олег Дмитриевич – доктор сельскохозяйственных наук, член-корреспондент РАН, консультант. Приморский филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова – «Архангельский научно-исследовательский институт сельского хозяйства». Россия, 163032, г. Архангельск, пос. Луговой, д. 10. E-mail: arhniish@mail.ru. Тел.: +7(8182) 25-47-36.

Гинтов Валентин Викторович – кандидат экономических наук, директор. Приморский филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова – «Архангельский научно-исследовательский институт сельского хозяйства». Россия, 163032, г. Архангельск, пос. Луговой, д. 10. E-mail: arhniish@mail.ru. Тел.: +7(8182) 25-47-24.

Попов Алексей Иванович – научный сотрудник. Приморский филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова – «Архангельский научно-исследовательский институт сельского хозяйства». Россия, 163032, г. Архангельск, пос. Луговой, д. 10. E-mail: arhniish@mail.ru. Тел.: +7(911) 585-25-52.

STABILIZATION OF QUARRY GROUND BY SOWING PERENNIAL GRASSES IN THE CONDITIONS OF NENETS AUTONOMOUS OKRUG

Kononov O.D., Gintov V.V., Popov A.I.

*The article deals with the issues of stabilization of quarry ground by sowing perennial grasses there. After the termination of exploration, quarries become desert areas without vegetation cover. In geobotanical zoning, the quarries we consider belong to the southern shrub subarctic tundra zone. Engineering-biological activities aimed at artificial restoration of tundra ecosystems are carried out on the principle of restoration of the ecosystem as close to the natural one as possible. The technology of biological recultivation of disturbed lands provides for the creation of sustainable vegetation by sowing perennial grasses adapted to Subarctic conditions, applying mineral fertilizers, and planting willow cuttings in places of development of erosion processes. It is found that in the course of recovery of vegetation on disturbed tundra lands of Nenets Autonomous Okrug, the mixtures of perennial grasses, consisting of meadow fescue (*Festuca pratensis*), red fescue (*Festuca rubra*) and timothy grass (*Phleum pratense*) are successfully used. The optimum seeding rate is 40 kg/ha, the dose of fertilizer is N20P40K40, higher doses result in a greater number of sprouts, but lead to additional economic costs. Quarries are covered with vegetation the next year after sowing; the sown grasses form the gramineous community, which reaches the tillering phase, and individual plants – the earing phase. In the second year, cereals continue to develop, and representatives of the local flora appear in the herbage. The aim of the work was to stabilize the soils of the quarry in the Nenets Autonomous Okrug by sowing perennial grasses. The novelty of the research consists in the fact that it establishes economically justified norms for sowing grass seeds and applying mineral fertilizers to restore vegetation cover on disturbed tundra lands during the implementation of reclamation measures. Practical significance of the research results lies in the possibility of using the results obtained in the restoration of disturbed tundra lands and their return to agricultural turnover.*

Arctic zone, disturbed lands, deer pastures, reclamation, vegetation colonization, quarry.

Information about the authors

Kononov Oleg Dmitrievich – Doctor of Agriculture, RAS Corresponding Member, consultant. Archangelsk Institute for Agricultural Research – Primorsky Branch of N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research, RAS. 10, Lugovoy Rural Settlement, Arkhangelsk, 163032, Russian Federation. E-mail: arhniish@mail.ru. Phone: +7(8182) 25-47-36.

Gintov Valentin Viktorovich – Ph.D. in Economics, Director. Archangelsk Institute for Agricultural Research – Primorsky Branch of N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research, RAS. 10, Lugovoy Rural Settlement, Arkhangelsk, 163032, Russian Federation. E-mail: arhniish@mail.ru. Phone: +7(8182) 25-47-24.

Popov Aleksei Ivanovich – Research Associate. Archangelsk Institute for Agricultural Research – Primorsky Branch of N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research, RAS. 10, Lugovoy Rural Settlement, Arkhangelsk, 163032, Russian Federation. E-mail: arhniish@mail.ru. Phone: +7(911) 585-25-52.