

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ЛАНДШАФТОВ НА СКЛОНАХ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

Н. Б. Пыстина, К. Л. Унанян, Е. Е. Ильякова, Н. С. Хохлачев, В. А. Лужков
ООО «Газпром ВНИИГАЗ» (поселок Развилка Московской области, Российская Федерация)

Статья поступила в редакцию 24 января 2017 г.

Рассмотрена проблема рекультивации нарушенных земель как одного из факторов обеспечения успешного и экологически безопасного освоения углеводородных месторождений Арктики. Показаны основные недостатки существующих методов восстановления ландшафтов на склонах. Приведены результаты экспериментальных исследований биоматов, содержащих синтетическое волокно, неразлагаемое в условиях Крайнего Севера. В качестве альтернативы было предложено полностью разлагаемое покрытие на льняной основе. Приведено описание заложенных с ним экспериментов на территории Бованенковского нефтегазоконденсатного месторождения полуострова Ямал, представлен анализ качества восстановления.

Ключевые слова: Крайний Север, Арктика, арктические климатические условия, технологии рекультивации, эрозионные процессы, ландшафты, деградация, уклоны.

Опыт строительства и эксплуатации объектов нефтяной и газовой промышленности в районах Крайнего Севера свидетельствует, что одним из главных условий сохранения природной среды является предотвращение деградации почвенно-растительного покрова, являющегося основным структурообразующим элементом природных ландшафтов. При этом почвенно-растительный покров — наиболее уязвимый элемент природных комплексов территории Крайнего Севера [1].

Осваиваемые территории криолитозоны характеризуются пониженной биопродуктивностью и слабой устойчивостью к воздействию склоновых термоденудационных процессов. Наибольшую опасность представляет водная термоэрозия, развивающаяся на склонах. Следует отметить, что в естественном состоянии эрозионные и термоэрозионные процессы характеризуются весьма малой скоростью протекания, и, несмотря на почти полное отсутствие впитывания воды в мерзлый грунт, поверхностный сток не образуется из-за высокой водопоглощающей и горизонтальной фильтрационной способности, а также значительной противозэрозийной стойкости верхних органических горизонтов [2; 3]. Значительная противозэрозийная стойкость верхнего

органического горизонта тундровых почв обусловлена связующим (скрепляющим) действием корней растений и растительных остатков.

Ситуация коренным образом изменяется при нарушении целостности растительного покрова, вследствие чего ускоренной плоскостной и линейной эрозии способствуют следующие факторы [4]:

- низкая водопроницаемость мерзлых грунтов, поддерживающая появляющуюся эрозионную сеть;
- значительная льдистость пород, которая при деградации мерзлоты является дополнительным источником поверхностного стока;
- высокая обводненность тундры, поддерживающая появляющуюся эрозионную сеть;
- малая противозэрозийная прочность талых грунтов.

Начиная со стадии проектно-изыскательских работ и далее при строительстве и эксплуатации промышленных объектов происходят неизбежные воздействия на почвенно-растительный покров, приводящие к его нарушению и деградации. При этом в отличие от условий более южных регионов в районах Крайнего Севера процессы естественного восстановления нарушенных участков идут чрезвычайно медленно — до 10—30 и более лет. Поэтому для



Рис. 1. Нарушение ландшафтов при строительстве площадки под инженерные объекты газодобывающего комплекса и сопутствующее развитие водно-эрозионных процессов

обеспечения успешного и экологически безопасного освоения углеводородных месторождений Крайнего Севера необходимо решить целый ряд геоэкологических задач. Среди них особое место занимает восстановление нарушенных ландшафтов и растительного покрова, являющегося как основой традиционного природопользования (кормовая база оленеводства), так и фактором инженерной защиты территорий и расположенных на них инженерных объектов от опасного проявления водно-эрозионных и других экзогенных процессов (рис. 1).

К настоящему времени для восстановления нарушенных ландшафтов Крайнего Севера существуют различные методы рекультивации и защиты нарушенных ландшафтов. Основные принципы и приемы рекультивации на Крайнем Севере разрабатывали многие ученые, и в настоящее время существует широкий спектр приемов и способов, направленных на решение этой проблемы [5].

Однако многие используемые методы обладают рядом недостатков и не в полной мере обеспечивают восстановление нарушенных земель. К основным недостаткам можно отнести:

- низкие темпы восстановления, мало отличающиеся от естественных, при высоких затратах на рекультивацию;
- вторичные нарушения земель, связанные с механическим воздействием при технической рекультивации, нарушение естественных линий стока с поверхности и активизация негативных экзогенных процессов;
- внедрение малоценных и/или чуждых для местных ландшафтов видов растительности;
- изменение агрохимических свойств почв (закисление или подщелачивание и т. п.) вследствие ошибочного подбора приемов рекультивации (известкование, внесение торфа и т. п.).

В связи с этим актуальными являются совершенствование существующих и разработка новых технологий рекультивации нарушенных земель, среди которых особое место занимают методы восстановления склоновых участков.

Одним из перспективных методов является применение специальных геотекстильных покрытий (биоматов), представляющих собой композиционные многослойные полотна, состоящие из полностью либо частично биоразлагаемой основы из натуральных волокон (джута, льна

и др.). Для обеспечения большей прочности материала или длительного армирующего эффекта в состав естественных волокон дополнительно вводятся синтетические волокна в количестве до 20—30% по массе или синтетический слой (полимеры или биополимеры). Между слоями полотна в зависимости от почвенно-грунтовых и климатических условий района внедряются смесь семян многолетних трав и других растений, удобрения, стимуляторы роста, влагоудерживающие сорбенты и т. д.

Применение биоматов позволяет осуществлять защиту и укрепление грунтовых поверхностей от эрозионных процессов (закрепление поверхности откосов площадок и автодорожных насыпей, защита поверхности валиков обратной засыпки трубопроводов подземной прокладки и пр.) [6], восстанавливать почвенно-растительный слой в течение первого летнего сезона без укладки плодородного слоя почв и посева трав в течение последующих лет, упрощает проведение рекультивации, снижая эксплуатационные расходы. Тем не менее следует принимать во внимание, что первичные результаты прорастания семян при использовании биоматов могут уступать достигаемым такими традиционными методами рекультивации, как залужение (растениям требуется определенные усилия для прорастания сквозь полотно). В настоящее время существует широкий спектр биоматов различного назначения и для различных климатических зон: для закрепления поверхности и предотвращения эрозии, для восстановления растительного покрова в местах химического загрязнения почв, для рекультивации почв в сложных климатических условиях на затопляемых, заболоченных либо песчаных почвах [7; 8].

Для оценки применимости при рекультивации в условиях Крайнего Севера выпускаемых в настоящее время биоматов головной научный технологический

центр ПАО «Газпром» — ООО «Газпром ВНИИГАЗ» совместно с НАО «Научно-производственный центр «СибГео» начиная с 2010 г. проводили исследования на территории Бованенковского нефтегазоконденсатного месторождения (БНГКМ) (рис. 2). В ходе исследований были заложены экспериментальные участки с использованием биоматов марки БТ-СО/130 (2,0), содержащих синтетические волокна, на откосах карьера минерального грунта № 3 (крутизна склона более 12°) и на карьере минерального грунта № 4 (пологоволнистый рельеф). Кроме того, на карьере № 4 были заложены опытные участки с торфоматами. По результатам мониторинга первых двух лет интегральная оценка качества восстановительных работ на карьере № 4 (рассчитана на основе следующих показателей: проективное покрытие, равномерность распределения всходов, измерения средней высоты всходов, измерения средней высоты всходов, оценка жизнеспособности растений, урожайности) характеризовалась четырьмя баллами из пяти возможных. На откосах карьера № 3 основная масса растений была приурочена к нижней части участка. На конец второго года видовой состав рекультивированной биоматами территории соответствовал использованным при рекультивации адаптированным видам трав.

Анализ мониторинговых исследований 2013—2016 гг. на экспериментальных участках дал следующие результаты.

На откосах карьера № 3 отмечено отсутствие существенных изменений (увеличение) в проективном покрытии по сравнению с 2011—2012 гг. Кроме того, наблюдения в 2016 г. (по прошествии шести лет) не зафиксировали сколько-нибудь существенных признаков разложения биоматов (рис. 3). Незначительные повреждения (разрывы) полотна связаны с его деформацией при проседании грунта.

На карьере № 4 были отмечены следующие изменения. В 2013 г.



Рис. 2. Закладка экспериментальных участков рекультивации на карьере минерального грунта № 4 Бованенковского НГКМ с использованием биоматов марки БТ-СО/130 (2,0) в 2010 г.



Рис. 3. Результаты рекультивации откосов карьера минерального грунта № 3. 2016 г.

опытные участки были покрыты прошлогодней отмершей травой при практически полном отсутствии жизнеспособных растений. Обследования 2014 г. зафиксировали относительно оголенный участок (без растительности), что существенно контрастировало с близлежащими участками, рекультивированными методом залужения (посев семян). Следов разложения биоматов ни на одном из участков на конец летнего полевого сезона 2014 г. не наблюдалось (рис. 4). Дальнейшие наблюдения, проведенные в 2015 и 2016 гг., показали, что вследствие ветрового переноса частиц почвы и намыва грунта на поверхности биоматов и торфоматов происходит образование почвенного слоя толщиной от нескольких миллиметров до 10 см. Толщина образованного слоя существенно зависела от рельефа местности (перепада высот). При малой толщине нанесенного грунта на поверхности биоматов растительность практически отсутствовала или была представлена мхами. Признаков разложения биоматов обнаружено не было.

В случае образования существенного слоя нанесенного грунта (от 5 до 10 см) формируется 100%-ное проективное покрытие



Рис. 4. Мониторинговые исследования 2016 г. участка с минимальным слоем нанесенного грунта, рекультивированного биоматами БТ-СО/130 (2,0)



Рис. 5. Участок, рекультивированный биоматами БТ-СО/130 (2,0), со слоем нанесенной почвы до 10 см. 2016 г.

с жизнеспособными растениями (рис. 5). При этом в видовом составе присутствовали как использованные при рекультивации адаптированные растения, так и аборигенные виды, произрастающие на близлежащих к участкам рекультивации территориях. При отборе образца пробы почвы под поверхностью нанесенного слоя грунта была зафиксирована ненарушенная синтетическая основа биомата. Аналогичная ситуация прослеживается и для торфоматов (рис. 6).

Основная задача биомата — защита склоновых участков территории от развития опасных экзогенных процессов и образование равномерного травостоя с обильной корневой системой, связывающей грунт и образующей дернину в течение двух-трех лет. В дальнейшем образованная дернина будет надежно защищать рекультивируемый участок от развития водно-эрозионных процессов. Кроме того, биоматы могут использоваться при рекультивации территорий с полностью удаленным плодородным слоем. Сам биомат к моменту образования травостоя с обильной корневой системой должен разложиться.

Следует отметить, что для материалов, используемых при производстве биоматов, процесс разложения может значительно отличаться в зависимости от природно-климатических условий [9]. Зачастую биоматы содержат кокосовые, синтетические и джутовые волокна,

имеющие длительный период разложения на Крайнем Севере. При этом синтетическая подложка существенно препятствует развитию корневой системы растений, а также проникновению семян последующих поколений растений в грунт, что было отмечено при исследованиях 2014 г. Был сделан вывод о необходимости более осторожного подхода к выбору биоматов для рекультивации в условиях Крайнего Севера, в том числе к наличию в их составе неразлагаемых веществ и к толщине биомата.

В этой связи возникла задача разработки полностью биоразлагаемого материала, способного в условиях криолитозоны в течение двух-трех лет восстановить нарушенный растительный покров и разложиться за это время более чем на 90%.

Был рассмотрен вариант покрытия, состоящего из полностью разлагаемых компонентов на льняной основе «БиОСТЭК», разработанного АО «Газпром СтройТЭК Салават». На начальной стадии исследований были поставлены эксперименты в лабораторных условиях, имитирующих условия полуострова Ямал (температура, освещение). Анализ полученных результатов показал зависимость времени появления первых всходов от величины поверхностной плотности полотна «БиОСТЭК»: чем она больше, тем позднее появляются всходы. Это связано с ограничением роста



Рис. 6. Участок со слоем нанесенной почвы до 10 см, рекультивированный торфоматами. 2016 г.

и развития корней по сравнению с менее плотными образцами.

В рамках полевых испытаний данного покрытия в условиях Крайнего Севера ООО «Газпром ВНИИГАЗ» в 2014—2015 гг. было заложено несколько серий экспериментов на территории Бованенковского НГКМ. Испытания проводились для двух вариантов исполнения покрытия — БиоСТЭК-Грин 45 и БиоСТЭК-Грин 10 с поверхностной плотностью соответственно 450 и 200 г/м². Применение материалов различной плотности зависит от уклона поверхности. Покрытие представляет собой полотно, состоящее из двух слоев нетканого биоразлагаемого материала, сшитого на иглопробивной машине. В БиоСТЭК-Грин 45 в качестве армирующего слоя (в отличие от синтетического материала, используемого в биоматах БТ-СО/130 (2,0) и ряда других марок) между слоями используется льняная сетка с периодом разложения до пяти лет, что создает пролонгированный скрепляющий эффект. Между слоями биомата была вшита травосмесь, предложенная специалистами ООО «Газпром ВНИИГАЗ», адаптированная к условиям Крайнего Севера, испытанная в 2009—2014 гг. на Бованенковском НГКМ и показавшая наибольшую эффективность. В состав травосмеси входили: мятлик луговой, кострец безостый, овсяница луговая, овсяница красная, тимофеевка луговая. Норма внесения



Рис. 7. Закладка экспериментальных участков рекультивации с использованием покрытия «БиоСТЭК». Июль 2015 г.

семян составляла 100 г/м². Применение этой травосмеси позволяет уже к концу первого вегетационного периода получить густой травяной покров и значительно улучшить скрепляющую способность грунтов. Одновременно, учитывая специфику климата и физико-географических условий полуострова Ямал, заключающуюся прежде всего в бедности местных почв питательными элементами, необходимыми для прорастания семян и их дальнейшего развития, специалисты ООО «Газпром ВНИИГАЗ» проводили подбор для вшивания в биомат удобрений, содержащих весь спектр необходимых веществ для нормального роста и развития растений (рис. 7).

Для территории Бованенковского НГКМ, где проводились полевые испытания покрытий, характерны достаточно низкие температуры летнего периода и сильные ветра, выдувающие влагу с поверхности, тем самым быстро ее подсушивая. В ходе исследований предусматривались отработка вариантов укладки покрытия «БиоСТЭК» с поверхностной отсыпкой грунтом для удержания влаги и без поверхностной отсыпки (для оптимизации затрат), а также проверка биоразлагаемости основы покрытия «БиоСТЭК», всхожести и устойчивости травяного покрова.

Сравнение экспериментальных участков проводилось по следующим показателям: проективному покрытию, равномерности всходов по площади, жизненной силе, высоте всходов, развитости корневой системы.



Рис. 8. Результаты экспериментальных участков на конец летнего сезона 2015 г.



Рис. 9. Признаки разложения покрытия БиоСТЭК-Грин 45 на участке рекультивации 2015 г. без засыпки землей (по состоянию на 2016 г.)

На конец летнего периода 2015 г. наилучшие результаты были получены в экспериментах с отсыпкой землей (рис. 8). Отсыпка предотвращает излишнее испарение влаги с поверхности, создает благоприятную среду для протекания процессов разложения. Также после сопоставления вариантов исполнения биомата с различной поверхностной плотностью были отмечены лучшие результаты для покрытия с меньшей поверхностной плотностью — БиоСТЭК-Грин 10. Однако в данном случае отсутствовала армирующая сетка, что снижает противозерозионные свойства биомата, а следовательно, не позволяет применить его на поверхностях с уклоном более 10°.

В 2016 г. по сравнению с 2015 г. можно отметить увеличение проективного покрытия на всех экспериментальных делянках. Однако в результаты мониторинга внесло свои коррективы аномально жаркое и сухое лето, не характерное для данной территории. Температура длительное время держалась выше 30°C при практически полном

отсутствии осадков. В этой связи по показателю жизненного состояния растений зафиксировано ухудшение — растения характеризовались как ослабленные с потерей зеленой окраски.

Делянки с присыпкой землей характеризовались такими признаками активного разложения, как потеря прочности и целостности полотна, рыхлость. Местами материал разложился полностью. На делянках без присыпки землей степень разложения была существенно ниже (рис. 9).

Анализ полученных результатов позволил выявить наиболее эффективные удобрения, к которым относятся: «Газон-Сити», «Фертика Газонное» и «Нитроаммофоска».

Таким образом, исследования показали, что биоматы на льняной основе имеют большой потенциал для использования в условиях Крайнего Севера. При этом развитость растительного покрова и корневой системы, а также период разложения существенно зависят от степени увлажненности участка. По результатам исследований лучшими можно признать делянки с использованием БиоСТЭК-Грин 10 и с засыпкой землей. Тем не менее следует отметить, что существует ряд проблем, требующих дальнейших исследований.

Литература

1. Пыстина Н. Б., Баранов А. В., Листов Е. Л. и др. Геоэкологические аспекты добычи и транспорта газа на полуострове Ямал. — М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2014. — 190 с.
2. Баранов А. В. Водная эрозия и освоение газовых месторождений полуострова Ямал: обзорная информация. — М.: ИРЦ Газпром, 2004. — 51 с. — (Сер. «Охрана окружающей среды и промышленная безопасность»).
3. Оценка опасности развития речевой эрозии при освоении газовых месторождений Крайнего Севера: обзорная информация. — М.: ИРЦ Газпром, 2008. — 114 с. — (Сер. «Геология, бурение,

разработка и эксплуатация газовых и газоконденсатных месторождений»).

4. Баранов А. В., Унанян К. Л., Григорьев В. Я., Полякова А. П. Оценка устойчивости, деградации и восстановления почвенно-растительного покрова тундр при освоении месторождений углеводородов Крайнего Севера: обзорная информация. — М.: ИРЦ Газпром, 2008. — 111 с. — (Сер. «Транспорт и подземное хранение газа»).

5. Ишков А. Г., Баранов А. В., Григорьев В. Я., Унанян К. Л. Деградация и охрана почвенно-растительного покрова при освоении месторождений углеводородов Крайнего Севера. — М.: Газпром экспо, 2009. — 283 с.

6. Скапинцев А. Е., Потапов А. Д., Лаврусевич А. А. Инженерная защита трубопроводов от эрозионных процессов // Вестн. МГСУ. — 2013. — № 7. — С. 140—151.

7. Cherkova N. M. Ecological basics for the reclamation of lands. — Moscow: Nauka, 1985. — 183 p.

8. Аустова И. П., Гаглоева А. Е. Перспективы использования биоматов при проведении рекультивации нарушенных земель в районах Крайнего Севера // Системы. Методы. Технологии. — 2013. — № 4 (20). — С. 188—191.

9. Лобкина В. А. Использование биоматов в закреплении склонов в условиях о. Сахалин // ГеоРиск. — 2014. — № 4. — С. 30—33.

Информация об авторах

Ильякова Елена Евгеньевна, кандидат географических наук, ведущий научный сотрудник, ООО «Газпром ВНИИГАЗ» (142717, Россия, Московская обл., Ленинский район, пос. Развилка), e-mail: E_Ilyakova@vniigaz.gazprom.ru.

Лужков Виктор Александрович, аспирант, научный сотрудник, ООО «Газпром ВНИИГАЗ» (142717, Россия, Московская обл., Ленинский район, пос. Развилка), e-mail: V_Luzhkov@vniigaz.gazprom.ru.

Пыстина Наталья Борисовна, кандидат экономических наук, директор центра, ООО «Газпром ВНИИГАЗ» (142717, Россия, Московская обл., Ленинский район, пос. Развилка), e-mail: N_Pystina@vniigaz.gazprom.ru.

Унанян Константин Левонович, кандидат географических наук, старший научный сотрудник, ООО «Газпром ВНИИГАЗ» (142717, Россия, Московская обл., Ленинский район, пос. Развилка), e-mail: K_Unanyan@vniigaz.gazprom.ru.

Хохлачев Николай Сергеевич, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, ООО «Газпром ВНИИГАЗ» (142717, Россия, Московская обл., Ленинский район, пос. Развилка), e-mail: N_Khokhlachev@vniigaz.gazprom.ru.

Библиографическое описание данной статьи

Пыстина Н. Б., Унанян К. Л., Ильякова Е. Е. и др. Совершенствование технологий рекультивации ландшафтов на склонах в условиях Крайнего Севера // Арктика: экология и экономика. — 2017. — № 2 (26). — С. 27—34.

IMPROVEMENT THE TECHNOLOGIES OF RECULTIVATION LANDSCAPES ON SLOPES IN THE FAR NORTH

Pystina N. B., Unanian K. L., Ilyakova E. E., Khokhlachev N. A., Luzhkov V. A.
Gazprom VNIIGAZ LLC (Razvilka township, Moscow region, Russian Federation)

Abstract

In this article considered one of the main problem which stay in the front of the oil and gas companies which lead their activity in the Arctic region — reclamation on slopes. Development of oil and gas fields (upstream and part of the midstream sectors) in the Arctic leads to inevitable violations of weak-stable to anthropogenic influences tundras landscapes. Properly made reclamation is one of the factor of successful and ecologically safety development of oil and gas fields in the Arctic region. In this regard widely development of oil and gas fields in the Arctic lead to various exogenous processes, among which the most dangerous is the water thermoerosion. Currently, for the protection of areas from the above mentioned processes are applied different ways, including the using of geotextile coverings which often do not take into account natural and climatic specifics of the permafrost zone. In article is presented the main shortcomings in the current use technologies. Also in the article are presented the results of experimental researching of geotextile coverings with synthetic fiber which are completely undecomposable in the Arctic climate. In this context, an urgent task is to develop fully biodegradable coatings, adapted to the conditions of the Far North, which will allow to quickly restore the land and vegetative cover on slopes. As an alternative is suggested to use the geotextile covering which is completely based on using

flax fiber. The article contains a description of experiments with using the flax geotextile covering on Bovanenkovo oil and gas field in Yamal peninsula.

Keywords: *the Far North, the Arctic, climatic condition in Arctic region, technologies for recultivation, erosion processes, landscapes, degradation, slopes.*

References

1. Pystina N. B., Baranov A. V., Listov E. L. et al. Geoekologicheskiye aspekty dobychi i transporta gaza na poluostrove Yamal. [Geoecological aspects of gas production and transport on the Yamal peninsula]. M., Gazprom VNIIGAZ, 2014, 190 p. (In Russian).
2. Baranov A. V. Vodnaya eroziya i osvoyeniye gazovykh mestorozhdeniy poluostrova Yamal: obzornaya informatsiya. [Water erosion and development of gas fields in the Yamal Peninsula. A review inform.]. M., IRTs Gazprom, 2004, 51 p. (Ser. "Okhrana okruzhayushchey sredy i promyshlennaya bezopasnost"). (In Russian).
3. Otsenka opasnosti razvitiya rucheykovoy erozii pri osvoyenii gazovykh mestorozhdeniy Kraynego Severa: obzornaya informatsiya. [Assessment of the risk of development of brook erosion during the development of gas fields in the Far North. A review inform.]. M., IRTs Gazprom, 2008, 114 p. (Ser. "Geologiya. bureniye. razrabotka i ekspluatatsiya gazovykh i gazokondensatnykh mestorozhdeniy"). (In Russian).
4. Baranov A. V., Unanyan K. L., Grigoryev V. Ya., Polyakova A. P. Otsenka ustoychivosti. degradatsii i vosstanovleniya pochvenno-rastitelnogo pokrova tundr pri osvoyenii mestorozhdeniy uglevodorodov Kraynego Severa: obzornaya informatsiya. [Assessment of the stability, degradation and restoration of soil and vegetation cover in the tundra during the development of oil and gas fields in the Far North. A review inform.]. M., IRTs Gazprom, 2008. 111 p. (Ser. "Transport i podzemnoye khraneniye gaza"). (In Russian).
5. Ishkov A. G., Baranov A. V., Grigoryev V. Ya., Unanyan K. L. Degradatsiya i okhrana pochvenno-rastitelnogo pokrova pri osvoyenii mestorozhdeniy uglevodorodov Kraynego Severa. [Degradation and protection of soil and vegetation cover during the development of hydrocarbon deposits in the Far North]. M., Gazprom ekspozitsiya, 2009, 283 p. (In Russian).
6. Skapintsev A. E., Potapov A. D., Lavrusevich A. A. Inzhenernaya zashchita truboprovodov ot erozionnykh protsessov. [Engineering protection of pipelines from erosion processes]. Vestn. MGSU, 2013, no. 7, pp. 140—151. (In Russian).
7. Cherkova N. M. Ecological basics for the reclamation of lands. Moscow, Nauka, 1985, 183 p.
8. Aistova I. P., Gagloyeva A. E. Perspektivy ispolzovaniya biomatov pri provedenii rekultivatsii narushennykh zemel v rayonakh Kraynego Severa. [Prospects for the use of geotextiles during the reclamation of disturbed lands in the regions of the Far North]. Sistemy. Metody. Tekhnologii, 2013, no. 4 (20), pp. 188—191. (In Russian).
9. Lobkina V. A. Ispolzovaniye biomatov v zakreplenii sklonov v usloviyakh o. Sakhalin. [Use of the geotextiles in the fastening of slopes in the Sakhalin]. GeoRisk, 2014, no. 4, pp. 30—33. (In Russian).

Information about the authors

Ilyakova Elena Evgenevna, Ph.D., Leading Researcher, Gazprom VNIIGAZ LLC (Razvilka township, Leninsky district, Moscow region, 142717, Russia), e-mail: E_Ilyakova@vniigaz.gazprom.ru.

Luzhkov Viktor Aleksandrovich, Post-graduate student, Gazprom VNIIGAZ LLC (Razvilka township, Leninsky district, Moscow region, 142717, Russia), e-mail: V_Luzhkov@vniigaz.gazprom.ru.

Pystina Natalia Borisovna, Ph.D., Director of the Center, Gazprom VNIIGAZ LLC (Razvilka township, Leninsky district, Moscow region, 142717, Russia), e-mail: N_Pystina@vniigaz.gazprom.ru.

Unanian Konstantin Levonovich, Ph.D., Senior Researcher, Gazprom VNIIGAZ LLC (Razvilka township, Leninsky district, Moscow region, 142717, Russia), e-mail: K_Unanian@vniigaz.gazprom.ru.

Khokhlachev Nikolay Sergeevich, Ph.D., Senior Researcher, Gazprom VNIIGAZ LLC (Razvilka township, Leninsky district, Moscow region, 142717, Russia), e-mail: N_Khokhlachev@vniigaz.gazprom.ru.

Bibliographic description

Pystina N. B., Unanian K. L., Ilyakova E. E. et al. Improvement the technologies of recultivation landscapes on slopes in the Far North. The Arctic: ecology and economy, 2017, no. 2 (26), pp. 27—34. (In Russian).

© Pystina N. B., Unanian K. L., Ilyakova E. E., Khokhlachev N. A., Luzhkov V. A., 2017