

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ ТУНДРОВЫХ ПОЧВ НА ТЕРРИТОРИИ ООО «ГАЗПРОМ ДОБЫЧА ЯМБУРГ»

В.Н. Башкин, гл. науч. сотр. ООО «Газпром ВНИИГАЗ» и ИФХиБПП РАН, проф., д-р биол. наук, vladimir.bashkin@rambler.ru

Р.В. Галиулин, вед. науч. сотр. ИФПБ РАН, д-р геогр. наук, rauf-galiulin@rambler.ru

А.К. Арабский, зам. гл. инж. ООО «Газпром добыча Ямбург», д-р техн. наук, A.Arabskii@ygd.gazprom.ru

Представлена инновационная технология рекультивации нарушенных тундровых почв Тазовского полуострова (Ямало-Ненецкий автономный округ), реализуемая в настоящее время на территории функционирования ООО «Газпром добыча Ямбург». Высокая эффективность данной технологии, защищенной патентами Российской Федерации на изобретения, подтверждается результатами опытно-промышленного тестирования.

Ключевые слова: нарушенная почва, рекультивация, инновационная технология, торф, гумат калия, многолетние злаковые травы, опытно-промышленное тестирование.

INNOVATIVE TECHNOLOGY OF DISTURBED TUNDRA SOILS RECULTIVATION ON «GAZPROM DOBYCHA YAMBURG» LLC TERRITORY

V.N. Bashkin, Chief Researcher of «Gazprom VNIIGAZ» LLC and IPBPSS RAS, Professor, Ph. D. of Biology, vladimir.bashkin@rambler.ru

R.V. Galiulin, Leading Researcher of IBBP RAS, Ph. D. of Geography, rauf-galiulin@rambler.ru

A.K. Arabskiy, Deputy of Chief Engineer, «Gazprom Dobycha Yamburg» LLC, Ph. D. of Engineering, A.Arabskii@ygd.gazprom.ru

The innovative technology of recultivation of disturbed tundra soils of the Taz peninsula (Yamalo-Nenets autonomous okrug) realized at present on territory of functioning of the «Gazprom Dobycha Yamburg» LLC is shown. High efficiency of the given technology protected by patents of the Russian Federation for inventions is confirmed by results of the in vitro testing.

Keywords: disturbed soil, recultivation, innovative technology, peat, potassium humate, perennial cereal grasses, in vitro testing.

Тазовский полуостров находится на севере Западно-Сибирской равнины в Ямало-Ненецком автономном округе (67°15' с.ш., 74°40' в.д.) между Обской губой (морским заливом) на западе и Тазовской губой на востоке, которые имеют выход к Карскому морю (рис. 1).

Поверхность полуострова равнинная, покрыта болотами, слабо наклонена на востоке к Тазовской губе и падает крупными обрывами на западе к Обской губе. Тазовский полуостров с характерными для тундры мохово-лишайниковыми, луговыми, болотными и кустарниковыми растительными ассоциациями представляет собой идеальные условия для пастбищного оленеводства.

Вместе с тем Тазовский полуостров располагает уникальными месторождениями природного газа, на которых дочерняя компания ПАО «Газпром» – ООО «Газпром добыча Ямбург» проводит геологоразведочные работы, обустройство и разработку новых месторождений, осуществляет добычу газа и газового конденсата и их подготовку к транспорту. В процессе подобного рода производственной деятельности не исключаются, в частности, механиче-

ские воздействия на почвенно-растительный покров при проезде техники, связанной с осуществлением разведки, бурением скважин и обустройством промыслов. В результате тундровые почвы частично или полностью лишаются растительного покрова и органогенного слоя, а минеральные нижележащие горизонты выходят на дневную поверхность.



**Рис. 1. Карта-схема исследуемой территории
(68°09' с.ш., 76°02' в.д.)**

- 1 – полуостров Ямал; 2 – Тазовский полуостров; 3 – Гыданский полуостров;
4 – междуречье рек Пур и Таз; а – реки; б – озера; в – болота;
г – условный район рекультивации нарушенных тундровых почв

Примером техногенно нарушенных почв могут служить результаты авиамаршрутных наблюдений, проведенных на Енисейском Севере [1]. Так, было установлено, что после укладки труб и проезда техники по трассе газопроводов отмечаются непрерывные полосы с полностью нарушенной дерниной шириной 25–50 м, а с частичным нарушением моховой дернины и повреждением кустарниковой растительности – 30–70 м и, наконец, со слабым повреждением моховой дернины и сохранением кустарниковой растительности – 40–100 м. В результате нарушения дернины на склоновых участках повсеместно прослеживалось развитие эрозионных процессов, а в отдельных местах обнаружено даже провисание опор газопровода.

Оценка состояния почв, выполненных в Ямало-Ненецком, Ненецком (68°50' с.ш., 54°50' в.д.) и Ханты-Мансийском автономных округах (62°15' с. ш., 70°10' в. д.) показала, что, в частности, устраиваемые переходы для оленей на трассах трубопроводов недостаточны в количественном отношении и часто не учитывают месторасположение многолетних маршрутов передвижения оленьих стад [2]. Вследствие недостаточности переходов по количеству и ширине в местах переходов на локальных участках формируются выбитые и лишённые растительности участки. При этом восстановление растительного покрова на указанных участках осложняется вследствие ежегодного вытаптывания оленями возрождающейся флоры.

Для кардинального решения проблемы нарушенных тундровых почв, нами по результатам многолетних исследований была разработана инновационная технология рекультивации почв, защищенная патентами России, и которая в настоящее время успешно реализуется на Тазовском полуострове на территории функционирования ООО «Газпром добыча Ямбург».

Цель настоящей работы состояла в представлении схемы инновационной технологии рекультивации нарушенных тундровых почв и результатов ее реализации на Тазовском полуострове, разработанной в рамках проекта «Биогеохимические технологии для управления загрязнениями и нарушениями полярных экосистем Ямало-Ненецкого автономного округа».

Инновационная технология рекультивации нарушенных тундровых почв Тазовского полуострова.

Инновационная технология рекультивации нарушенных тундровых почв Тазовского полуострова состоит из 3-х стадий, включающих перечень последовательно выполняемых операций.

Так, на первой стадии:

– составляют крупномасштабную картосхему территории функционирования ООО «Газпром добыча Ямбург» (масштаб 1:200000 и крупнее) с выделением на ней отдельных участков с нарушенными почвами и измерением их площадей, а также с выделением мест расположения торфяных залежей [3];

– в случае местности с равнинным или слаборасчлененным рельефом и однообразным почвенным покровом с указанных участков и залежей отбирают, соответственно, репрезентативные образцы почвы и торфа из слоя 0–5–6 см для определения их полной влагоемкости с целью последующей идентификации соотношения торф:почва, необходимого для рекультивации конкретного участка, табл. 1 [4, 5]; здесь под полной влагоемкостью понимается то наибольшее количество влаги, которое содержится в почве при полном насыщении всех ее пор;

– в случае местности с волнистым рельефом и неоднородным почвенным покровом с указанных участков и залежей отбирают, соответственно, репрезентативные образцы почвы и торфа из слоя 0–5–6 см для определения их гранулометрического состава с целью последующей идентификации соотношения торф:почва, необходимого для рекультивации конкретного участка, табл. 2 [4, 6]; здесь под гранулометрическим составом понимается содержание в почве частиц различного размера (от 1 мм до <0,001 мм), т. е. от песка до ила.

Таблица 1

Соотношение торф:почва для рекультивации нарушенной почвы в зависимости от уровня ее полной влагоемкости

Классификация почвы по уровню ее полной влагоемкости	Полная влагоемкость, %	Соотношение торф:почва
Низкий	40–50	1:4
	50–60	1:5
Средний	60–70	1:6
	70–80	1:7
Высокий	80–90	1:8
	90–100	1:9

Таблица 2

Соотношение торф:почва для рекультивации нарушенной почвы в зависимости от ее гранулометрического состава

Классификация почв по гранулометрическому составу	Содержание физической глины (частицы <0,01 мм), %	Соотношение торф:почва
Песок рыхлый	0–5	1:4
Песок связный	5–10	1:4
Супесь	10–20	1:4–1:5
Суглинок легкий	20–30	1:5–1:6
Суглинок средний	30–40	1:6–1:7
Суглинок тяжелый	40–50	1:7–1:8
Глина легкая	50–65	1:8–1:11
Глина средняя	65–80	1:11–1:20
Глина тяжелая	>80	1:20

На второй стадии:

– исходя из идентифицированного соотношения торф:почва рассчитывают массу торфа, заделываемую в 0–5–6 см слой нарушенной почвы, а массу самой нарушенной почвы в слое 0–5–6 см рассчитывают, исходя из площади рекультивируемого участка;

– массу торфа предварительно доводят до рассыпчатого состояния путем воздушной сушки, что необходимо для удобства его равномерного распределения по всей площади рекультивируемого участка и дальнейшей заделки в слой нарушенной почвы;

– заделку торфа в 0–5–6 см слой нарушенной почвы и посев семян смеси многолетних злаковых трав осуществляют по принципу устройства газонов на больших площадях или методом «залужения», используя соответствующие технологии и технику [7–9];

– в составе травосмеси, формируемой из многолетних злаковых растений могут быть кострец безостый (*Bromus inermis*), пырейник сибирский (*Elymus sibiricus*), овсяница луговая (*Festuca pratensis*), овсяница красная (*Festuca rubra*), мятлик луговой (*Poa pratensis*) и тимopheевка луговая (*Phleum pratense*), которые позволяют получить густой травостой и плотный дерн на рекультивируемом участке; эффективным приемом повышения устойчивости фитоценозов при рекультивации нарушенных почв является также посев указанной травосмеси с включением видов местной флоры [1, 2, 9];

На третьей стадии:

– для улучшения посевных свойств семян, регулирования состояния растений на различных стадиях их роста и развития, в процессе формирования их продуктивности, а также повышения устойчивости растений к неблагоприятным воздействиям внешней среды применяют препарат гумата калия (соль гуминовых кислот), используемый в определенных дозах для замачивания семян перед посевом, корневой подкормки и некорневой подкормки (опрыскивания) в период вегетации, с использованием соответствующей технологии и техники;

– препарат гумата калия получают оригинальным способом из местных торфов Ямало-Ненецкого автономного округа, когда извлечение, прежде всего, гуминовых кислот из торфа и их очистка производится по всем правилам продуцирования химически чистых веществ, практически не затрагивающего молекулярные структуры этих кислот, что, в конечном счете, гарантирует синтез стабильного препарата гумата калия [10].

Данный способ включает следующие этапы:

1) декальцинирование торфа 0,1 н раствором серной кислоты (H_2SO_4) при соотношении 1:20; затем полученную суспензию оставляют на 1 сутки, а после ее отстаивания, раствор от твердой фазы отделяют декантацией, т. е. путем сливания раствора с осадка;

2) проведение 4–5 кратной экстракции (продолжительностью до 20 часов) гуминовых кислот из полученного осадка 0,1 н раствором гидроксида натрия ($NaOH$) при соотношении 1:15; затем твердую фазу от щелочного раствора отделяют центрифугированием;

3) осаждение (в течение 1 суток) гуминовых кислот из полученного щелочного раствора 10% раствором соляной кислоты (HCl) при соотношении 50:1 с последующим отделением осадка центрифугированием;

4) очищение полученного осадка гуминовых кислот путем растворения в 0,5–1,0 л 0,1 н раствора гидроксида натрия ($NaOH$), а также добавления сульфата натрия (Na_2SO_4) для коагуляции минеральных частиц и последующего центрифугирования щелочного раствора; затем гуминовые кислоты осаждают прибавлением 0,1 н раствора соляной кислоты (HCl) до установления pH 1–2; полученный осадок гуминовых кислот многократно промывают дистиллированной водой до установления pH 6 и высушивают в термостате при 50 °С;

5) приготовление из полученного порошка гуминовых кислот маточного раствора гумата калия необходимой концентрации, посредством добавления в соответствующую навеску 0,1 н раствора гидроксида калия (KOH) и дистиллированной воды с последующим доведением pH искомого раствора до значения, равного 7 единицам; затем из маточного раствора гото-

вят водные растворы гумата калия различной концентрации, предназначенные для замачивания семян перед посевом, корневой подкормки и некорневой подкормки (опрыскивания) в период вегетации;

– дальнейший уход за растительностью на рекультивируемом участке осуществляют, также используя соответствующие технологии и технику; при изреживании травостоя по тем или причинам, проводят дополнительный посев семян многолетних злаковых трав [8].

Реализация инновационной технологии рекультивации нарушенных тундровых почв на Тазовском полуострове

На первом этапе для подтверждения факта реализации инновационной технологии рекультивации нарушенных тундровых почв на Тазовском полуострове было проведено тестирование *in vitro*, путем сравнительного биохимического анализа различных образцов, оперативно доставленных – с фоновой территории (глезем криогенно-ожелезненный тундровый [11]), из участка, планируемого для рекультивации (нарушенная почва), торфяной залежи (торф), а также из района непосредственной рекультивации (рекультивированная почва).

Суть биохимического анализа состояла в определении одного из ключевых показателей восстановления плодородия почвы, а именно, активности фермента дегидрогеназы в динамике (5, 10 и 15 сутки) [5, 6]. Это не случайно, так как биохимический анализ отличается высокой чувствительностью и экспрессностью, достаточной точностью и стабильностью показателей по сравнению с существующими методами микробиологического анализа. Что касается самой дегидрогеназы, то этот фермент катализирует реакции дегидрирования (отщепления водорода) органических веществ, в частности, углеводов, спиртов и органических кислот, поступающих с растительными остатками в почву и положительно коррелирует с численностью микроорганизмов, четко отражая их функциональную активность.

Было установлено, что исследуемые почвы резко различаются по содержанию органического углерода, как другого ключевого показателя восстановления плодородия почвы [4] (табл. 3).

Таблица 3

Динамика активности фермента дегидрогеназы (мкг 2,3,5-трифенилформазана/(г·сут) различных почв Тазовского полуострова

Почва	Содержание органического углерода, %	Сутки		
		5	10	15
Глезем криогенно-ожелезненный тундровый	1,7	50,7	66,4	51,2
Нарушенная почва	0,2	5,6	12,7	8,5
Торф	49,2	156,3	196,4	170,0
Рекультивированная почва	16,1	320,4	341,9	437,0

При этом максимальным содержанием органического углерода характеризовался торф, а минимальным содержанием данного вещества характеризовалась нарушенная почва. Биохимический анализ показал, что самая низкая активность дегидрогеназы наблюдается у нарушенной почвы, т. е. она была в 5,2–9,1 раза меньше, чем у глеезема криогенно-ожелезненного тундрового, используемого в наших исследованиях как эталон [11]. Внесение торфа в нарушенную почву и использование препарата гумата калия при выращивании многолетних злаковых трав должны были привести к повышению активности фермента. И действительно, активность дегидрогеназы рекультивированной почвы оказалась больше активности нарушенной почвы в 26,9–57,2 раза.

О стимулирующем эффекте торфа свидетельствует тот факт, что его активность была выше активности глеезема криогенно-ожезненного тундрового в 3,0–3,3 раза. Симптоматично, что активность дегидрогеназы положительно коррелировала с содержанием органического углерода, что является убедительным подтверждением корректности результатов исследований.

На втором этапе была проведена сравнительная оценка потенциала рекультивации нарушенной почвы, посредством постановки вегетационного опыта с выращиванием травосмеси, включающей овсяницу красную, овсяницу луговую, мятлик луговой, райграсс пастбищный (*Lolium perenne*) и тимофеевку луговую [12]. Данную травосмесь выращивали в нарушенной почве (контроль), нарушенной почве с добавлением торфа в соотношении торф: почва – 1:6, определенного в зависимости от ее полной влагоемкости, а также в нарушенной почве с совместным добавлением торфа (в соотношении торф:почва – 1:6) и 0,125% водного раствора гумата калия. Влажность образцов в вегетационных сосудах была больше 70% от полной влагоемкости, что является характерной для условий гидроморфизма сезоннооттаивающего слоя тундровых почв. Посев семян травосмеси осуществляли из расчета 30 г/м².

Результаты вегетационного опыта продолжительностью 2 недели показали, что биомасса растений имеет четко выраженную тенденцию к возрастанию от нарушенной почвы далее через нарушенную почву с добавлением торфа и до нарушенной почвы с совместным добавлением торфа и гумата калия (рис. 2).

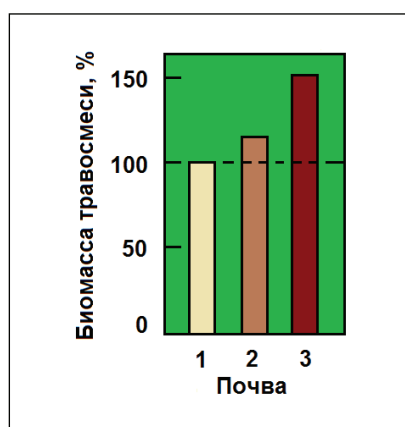


Рис. 2. Биомасса травосмеси

1 – (%) на нарушенной почве (1); 2 – нарушенной почве с добавлением торфа в соотношении торф: почва – 1:6 и нарушенной почве с совместным добавлением торфа (в соотношении торф:почва – 1:6); 3 – 0,125% водного раствора гумата калия (3)

Так, если биомасса травосмеси при добавлении в почву торфа увеличивается на 15%, то с совместным добавлением торфа и гумата калия – на 52% относительно контроля, что свидетельствуют о большом потенциале рекультивации нарушенной почвы с помощью торфа и гумата калия.

Заключение

Таким образом, данные по тестированию *in vitro*, т.е. по результатам биохимического анализа исследуемых почв и вегетационного опыта полностью подтверждают факт успешной реализации инновационной технологии рекультивации нарушенных тундровых почв на Тазовском полуострове, что позволяет прийти к заключению о дальнейшем применении

данной технологии на территориях, где ООО «Газпром добыча Ямбург» проводит геолого-разведочные работы, обустройство и разработку новых месторождений, осуществляет добычу газа и газового конденсата и их подготовку к транспорту.

Список литературы

1. Сариев А.Х., Зеленский В.М. Изучение многолетних злаковых трав для биологической рекультивации нарушенных земель на Енисейском Севере // Достижения науки и техники АПК. 2013. № 11. С. 27–30.
2. Капелькина Л.П., Попов А.И. Оценка состояния и рекультивация нарушенных земель на нефтепромыслах Севера России // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. Том 5. № 37–1. С. 211–214.
3. Салишев К.А. Картоведение. М.: Издательство МГУ, 1976. 438 с.
4. Кауричев И.С., Панов Н.П., Стратонович М.В., Гречин И.П., Савич В.И., Ганжара Н.Ф., Мершин А.П. Практикум по почвоведению. М.: Колос, 1980. 272 с.
5. Патент РФ на изобретение № 2611159. Способ оценки эффективности рекультивации посредством торфа нарушенных тундровых почв с различной полной влагоемкостью. Арно О.Б., Арабский А.К., Башкин В.Н., Галиулин Р.В., Галиулина Р.А., Алексеев А.О., Салбиев Т.Х., Серебряков Е.П. Опубликовано 21.02.2017. Бюл. № 6.
6. Патент РФ на изобретение № 2491137. Способ контроля эффективности рекультивации нарушенных тундровых почв различного гранулометрического состава посредством анализа активности дегидрогеназы. Арно О.Б., Арабский А.К., Башкин В.Н., Галиулин Р.В., Галиулина Р.А., Маклюк О.В., Припутина И.В. Опубликовано 27.08.2013. Бюл. № 24.
7. Патент РФ на изобретение № 2611165. Способ оценки эффективности рекультивации нарушенных тундровых почв посредством внесения местного торфа и гумата калия. Арно О.Б., Арабский А.К., Башкин В.Н., Галиулин Р.В., Галиулина Р.А., Алексеев А.О., Ямников С.А., Николаев Д.С., Мурзагулов В.Р. Опубликовано 21.02.2017. Бюл. № 6.
8. Стефанович Г.С. Устройство и содержание сеяных газонов из низовых злаков в Уральском регионе // Аграрный вестник Урала. 2010. № 11–1 (77). С. 22–24.
9. Галямов А.А., Гаевая Е.В., Захарова Е.В. Биологическая рекультивация сельскохозяйственных земель (оленьих пастбищ) на полуострове Ямал // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2015. № 10. С. 17–22.
10. Патент РФ на изобретение № 2610956. Способ получения гумата калия из местных торфов Ямало-Ненецкого автономного округа. Арно О.Б., Арабский А.К., Башкин В.Н., Галиулин Р.В., Алексеев А.О., Галиулина Р.А., Мальцева А.Н., Ямников С.А., Николаев Д.С., Мурзагулов В.Р. Опубликовано 17.02.2017. Бюл. № 5.
11. Хренов В.Я. Почвы криолитозоны Западной Сибири: морфология, физико-химические свойства, геохимия. Новосибирск: Наука, 2011. 211 с.
12. Журбицкий З.И. Теория и практика вегетационного метода. М.: Наука, 1968. 266 с.

References

1. Sariev A.Kh., Zelensky V.M. (2013) *Izuchenie mnogoletnikh zlakovykh trav dlya biologicheskoy rekultivatsii narushennykh zemel' na Eniseiskom Severe* [Studying of perennial cereal grasses for biological recultivation of disturbed lands on the Yenisei North] *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology of Agrarian and Industrial Complex]. No. 11, pp. 27–30.
2. Kapel'kina L.P., Popov A.I. (2012) *Otsenka sostoyaniya i rekultivatsiya narushennykh zemel' na neftepromyslakh Severa Rosii* [Assessment of a state and recultivation of disturbed lands on oil fields of the North of Russia] *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [News of the Orenburg state agricultural university]. Orenburg. Vol. 5, no. 37–1, pp. 211–214.
3. Salishchev K.A. (1976) *Kartovedenie* [Map science] *Izd-vo MGU* [MGU Publishing], Moscow. p. 438.
4. Kaurichev I.S., Panov N.P., Stratonovich M.V., Grechin I.P., Savich V.I., Ganzhara N.F., Merшин A.P. (1980) *Praktikum po pochvovedeniiu* [Workshop on soil science] *Izd-vo Kolos* [Kolos Publishing House]. Moscow, p. 272.

5. Patent RF na izobretenie No. 2611159 [Russian Federation patent on the invention No. 2611159] *Sposob otsenki effektivnosti rekultivatsii posredstvom torfa narushennykh tundrovyykh pochv s razlichnoy polnoy vlagoeimkosti* [Method of evaluation of efficiency of reclamation by peat of disturbed tundra soils with different full moisture capacity] Arno O.B., Arabskiy A.K., Bashkin V.N., Galiulin R.V., Galiulina R.A., Alekseev A.O., Salbiev T.H., Serebryakov E.P. It is published 21.02.2017. Bull. No. 6.
6. Patent RF na izobretenie No. 2491137 [Russian Federation patent on the invention No. 2491137] *Sposob kontrolya effektivnosti rekultivatsii narushennykh tundrovyykh pochv razlichnogo granulometricheskogo sostava posredstvom analiza aktivnosti degidrogenazy* [Method of control of efficiency of reclamation of disturbed tundra soils of different particle-size distribution by analyzing activity of dehydrogenase] Arno O.B., Arabskiy A.K., Bashkin V.N., Galiulin R.V., Galiulina R.A., Makljuk O.V., Pripulina I.V. It is published 27.08.2013. Bull. No. 24.
7. Patent RF na izobretenie No. 2611165 [Russian Federation patent on the invention No. 2611165] *Sposob otsenki effektivnosti rekultivatsii narushennykh tundrovyykh pochv posredstvom vneseniya mestnogo torfa i gumata kaliya* [Method of evaluation of efficiency assessment of reclamation of disturbed tundra soils by application of local peat and potassium humate]. Arno O.B., Arabskiy A.K., Bashkin V.N., Galiulin R.V., Galiulina R.A., Alekseev A.O., Yamnikov S.A., Nikolaev D.S., Murzagulov V.R. It is published 21.02.2017. Bull. No. 6.
8. Stefanovich G.S (2010) *Ustroystvo i sodержanie seyannykh gazonov iz nizovykh zlakov v Ural'skom regione* [The device and maintenance of artificial lawns from local cereals in the Ural region] *Agrarny vestnik Urala* [Agrarian bulletin of the Urals]. No. 11–1 (77), pp. 22–24.
9. Galyamov A.A., Gaevaya E.V., Zakharova E.V. (2015) *Biologicheskaya rekultivatsiya sel'skokhozyaystvennykh zemel' (olen'ikh pastbishch) na poluostrove Yamal* [Biological recultivation of farmlands (cervine pastures) on the Yamal peninsula] *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of the Krasnoyarsk state agricultural university]. No. 10, pp. 17–22.
10. Patent RF na izobretenie No. 2610956 [Russian Federation patent on the invention No. 2610956] *Sposob polucheniya gumata kaliya iz mestnykh torfov Yamalo-Nenetskogo avtonomnogo okruga* [Method for production of potassium humate from local peats of Yamalo-Nenets autonomous okrug]. Arno O.B., Arabskiy A.K., Bashkin V.N., Galiulin R.V., Alekseev A.O., Galiulina R.A., Mal'tseva A.N., Yamnikov S.A., Nikolaev D.S., Murzagulov V.R. It is published 17.02.2017. Bull. No. 5.
11. Khrenov V.Ya. (2011) *Pochvy kriolitozony Zapadnoy Sibiri: morfologiya, fiziko-khimicheskie svoystva, geokhimiya* [West Siberian soils of cryolithozon: morphology, physical and chemical characteristics, geochemistry] *Nauka* [Nauka Publishing House], Novosibirsk, p. 211.
12. Zhurbitskiy Z.I. (1968) *Teoriya i praktika vegetatsionnogo metoda* [Theory and practice of a vegetative method] *Nauka* [Nauka Publishing House], Moscow, p. 266.