

УДК 631.4:502.76+662.69
<https://doi.org/10.32686/1812-5220-2019-16-3-22-27>

ISSN 1812-5220
© Проблемы анализа риска, 2019

Управление риском нарушенных тундровых почв в газовой промышленности¹

В. Н. Башкин,

Институт физико-химических
и биологических проблем
почвоведения РАН ФГБУН ФИЦ
ПНЦБИ РАН,
142290, Россия, Московская
область, г. Пушкино,
ул. Институтская, д. 2

Р. В. Галиулин*,

Р. А. Галиулина,

Институт фундаментальных
проблем биологии РАН ФГБУН
ФИЦ ПНЦБИ РАН,
142290, Россия, Московская
область, г. Пушкино,
ул. Институтская, д. 2

А. К. Арабский,

ООО «Газпром добыча Ямбург»,
629300, Россия, Ямало-
Ненецкий автономный
округ, г. Новый Уренгой,
ул. Геологоразведчиков, д. 9

Аннотация

Описывается управление риском нарушенных тундровых почв в газовой промышленности, производимое путем их рекультивации и биохимической оценки эффективности этого процесса, на основе способа, защищенного патентом Российской Федерации на изобретение № 2672490. Данный способ позволяет корректно, оперативно и в широких масштабах контролировать эффективность рекультивации нарушенных тундровых почв разных таксономических (классификационных) единиц, т.е. различающихся по разновидностям, видам, родам, подтипам и типам почв на территориях функционирования газовой промышленности.

Ключевые слова: нарушенные тундровые почвы, почвенные таксономические единицы, эффективность рекультивации, биохимический контроль, активность фермента дегидрогеназы.

Для цитирования: Башкин В. Н., Галиулин Р. В., Галиулина Р. А., Арабский А. К. Управление риском нарушенных тундровых почв в газовой промышленности // Проблемы анализа риска. Т. 16. 2019. № 3. С. 22—27, <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2019-16-3-22-27>

¹ Работа выполнена в рамках темы Минобрнауки РФ «Физико-химические и биогеохимические процессы в антропогенно загрязненных почвах», № AAAA-A18-118013190180-9.

Management of disturbed tundra soils risk in gas industry

Vladimir N. Bashkin,

Institute of Physicochemical
and Biological Problems of Soil
Science of RAS,
142290, Russia, Moscow region,
Pushchino, Institutskaya St., 2

Rauf V. Galiulin*,

Roza A. Galiulina,

Institute of Basic Biological
Problems of RAS,
142290, Russia, Moscow region,
Pushchino, Institutskaya St., 2

Anatoly K. Arabsky,

Gazprom Dobycha Yamburg LLC,
629300, Russia, Yamalo-Nenets
Autonomous Area, Novy Urengoy,
Geologorazvedchikov St., 9

Annotation

Management of the disturbed tundra soils risk in gas industry made by their recultivation and biochemical assessment of this process effectiveness on basis of the method protected by patent of the Russian Federation for invention No.2672490 is described. The method allows correctly, quickly and in wide scales to control the recultivation effectiveness of disturbed tundra soils of different taxonomical (classification) units, i.e. differing on series, species, genus, subtypes and types of soils on territories of the gas industry functioning.

Keywords: disturbed tundra soils, soil taxonomic units, recultivation effectiveness, biochemical control, dehydrogenase enzyme activity.

For citation: Bashkin Vladimir N., Galiulin Rauf V., Galiulina Roza A., Arabsky Anatoly K. Management of disturbed tundra soils risk in gas industry // Issues of Risk Analysis. Vol. 16. 2019. No.3. P. 22—27, <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2019-16-3-22-27>

Содержание

Введение

1. Способ биохимического контроля эффективности рекультивации нарушенных тундровых почв
2. Апробация способа биохимического контроля эффективности рекультивации нарушенных тундровых почв

Заключение

Литература

Введение

В газовой промышленности, функционирующей на Крайнем Севере, под нарушенными тундровыми почвами понимаются почвы с отсутствием верхнего плодородного слоя вследствие механического воздействия на них при проезде техники, связанном с проведением геологоразведки, бурением скважин и устройством промыслов. На таких территориях с нарушенными почвами наблюдается процесс термоэрозии как сочетание теплового и механического воздействия на них текущей воды. Этот процесс отличается высокой скоростью развития и приводит к оврагообразованию в результате которого создается реальная угроза устойчивости инженерных сооружений в газовой промышленности. Многолетние исследования авторов позволили сформировать подход по эффективному управлению риском нарушенных тундровых почв в газовой промышленности, производимому путем их рекультивации и биохимической оценки эффективности этого процесса на основе способа, защищенного

патентом Российской Федерации на изобретение № 2672490 [1, 2]. Данный способ применим для рекультивации нарушенных тундровых почв различных таксономических (классификационных) единиц, он позволяет корректно, оперативно и в широких масштабах провести оценку восстановления плодородия почв на территориях функционирования газовой промышленности. К числу вышеупомянутых почвенных таксономических единиц относятся: разновидность почв, определяемая по гранулометрическому составу верхних почвенных горизонтов и почвообразующих пород; вид почв, определяемый по степени подзолистости, глубине и степени гумусированности, степени засоленности и т. д.; род почв, определяемый составом почвообразующих пород, химизмом грунтовых вод и т. д.; подтип почв, определяемый по проявлению основных и налагающих процессов почвообразования; тип почв, определяемый однотипностью поступления органических веществ и процессов их превращения и разложения, однотипным комплексом процессов разложения минеральной массы и синтеза минеральных и органо-минеральных новообразований, однотипным характером миграции и аккумуляции веществ и однотипным строением почвенного профиля и т. д.

1. Способ биохимического контроля эффективности рекультивации нарушенных тундровых почв

Способ биохимического контроля эффективности рекультивации нарушенных тундровых почв состоит из четырех этапов:

- 1) отбора усредненного репрезентативного образца рекультивированной почвы;
- 2) предварительной подготовки усредненного репрезентативного образца рекультивированной почвы для проведения в ней биохимического контроля;
- 3) анализа активности фермента дегидрогеназы в отдельных навесках усредненного репрезентативного образца рекультивированной почвы спектрофотометрическим методом;
- 4) сравнение результатов анализа активности фермента дегидрогеназы в образце рекультивированной почвы и результатов анализа активности фермента дегидрогеназы в образце нарушенной почвы на момент начала рекультивации, взятых

из базы данных, хранящейся в лаборатории, контролирующей процесс рекультивации.

Согласно данному способу из типичного для конкретной территории пробного участка площадью 1 га отбирают 1 усредненный репрезентативный образец рекультивированной почвы, который характеризует процесс рекультивации на площади от 1 до 10 га при равнинном или слаборасчлененном рельефе местности. При этом отбор данного образца (массой не менее 0,5 кг) производят методом «конверта», т. е. путем смешивания 5 отдельных проб, взятых из 5 точек. Далее осуществляют предварительную подготовку образца почвы для проведения биохимического контроля путем ее воздушного высушивания до рассыпчатого состояния при комнатной температуре. Высушенный образец очищают от твердых включений (камней и корней), измельчают и просеивают через сито (диаметром ячеек 2 мм). После этого анализируют активность фермента дегидрогеназы спектрофотометрическим методом в отдельных навесках образца почвы, взятых в 6-кратной повторности [2].

И, наконец, результаты анализа активности фермента дегидрогеназы в образце рекультивированной почвы и результаты анализа активности фермента дегидрогеназы в образце нарушенной почвы на момент начала рекультивации, взятые из базы данных, хранящейся в лаборатории, контролирующей процесс рекультивации, подвергают статистической обработке для оценки существенности разности выборочных средних по t -критерию при 5% — t_{05} , 1% — t_{01} и 0,1% — t_{001} уровнях значимости [3]. При этом об эффективности рекультивации судят по статистически доказанной существенности разности между выборочными средними активности фермента дегидрогеназы рекультивированной почвы и активности фермента дегидрогеназы нарушенной почвы. В случае если разность между выборочными средними активности фермента дегидрогеназы рекультивированной почвы и активности фермента дегидрогеназы нарушенной почвы оказывается несущественной, то на искомым территориях повторяют процесс рекультивации до полного восстановления плодородия нарушенной почвы с использованием местного торфа и получаемого из него гумата калия по технологиям, описанным в способах [4, 5].

2. Апробация способа биохимического контроля эффективности рекультивации нарушенных тундровых почв

Нами были проведены специальные исследования по биохимическому контролю эффективности рекультивации нарушенных тундровых почв двух территорий № 5 и 6 лицензионных участков ООО «Газпром добыча Ямбург» на Тазовском полуострове (68°09' с.ш., 76°02' в.д.) (рисунк). Результаты статистической обработки полученных данных по биохимическому контролю процесса рекультивации тундровых почв двух территорий представлены в таблице. Так, для первой территории (№ 5), при числе степеней свободы: $v = n_1 + n_2 - 2 = 6 + 6 - 2 = 10$, n_1 и n_2 , характеризующих навески, взятые для анализа в 6-кратной повторности, $t_{\text{теоретический}}$, т.е. $t_{05} = 2,23$, $t_{01} = 3,17$ и $t_{001} = 4,59$, а $t_{\text{фактический}}$, т.е. $10,06 > t_{05}$, $2,23 > t_{01}$, $3,17 > t_{001}$, $4,59$, что статистически доказывает эффективность рекультивации нарушенной почвы по фактическому значению t -критерия и позволяет считать почву территории № 5 полностью рекультивированной. В то время как для второй территории (№ 6), при числе степеней свободы: $v = n_3 + n_4 - 2 = 6 + 6 - 2 = 10$, n_3 и n_4 , характеризующих



Рисунок. Карта-схема территорий функционирования ООО «Газпром добыча Ямбург» (68°09' с.ш., 76°02' в.д.): 1 — полуостров Ямал; 2 — Тазовский полуостров; 3 — междуречье рек Пур и Таз; 4 — Гыданский полуостров; 5 — первая территория рекультивации нарушенных тундровых почв; 6 — вторая территория рекультивации нарушенных тундровых почв; 7 — реки; 8 — озера, 9 — болота

Figure. Map-scheme of the territories of "Gazprom добыча Ямбург" LLC functioning (68°09' N, 76°02' E): 1 — the Yamal peninsula; 2 — the Taz peninsula; 3 — interfluve of the Pur and Taz rivers; 4 — the Gydan peninsula; 5 — first territory of disturbed tundra soils reclamation; 6 — second territory of disturbed tundra soils reclamation; 7 — rivers; 8 — lakes; 9 — swamps

Таблица. Оценка существенности разности выборочных средних по t -критерию активности фермента дегидрогеназы, мкг 2,3,5-трифенилформазана/(г·сут), образцов почв из территорий № 5 и 6 функционирования ООО «Газпром добыча Ямбург» на Тазовском полуострове (68°09' с.ш., 76°02' в.д.)

Table. Assessment of significance of selective averages difference by t -criterion of dehydrogenase enzyme activity, mkg of 2,3,5-triphenylformazan/(g·day), of soil samples from No. 5 and No. 6 territories of "Gazprom добыча Ямбург" LLC functioning in the Taz peninsula (68°09' N, 76°02' E)

№	Вариант	$\bar{x}_n$ — средняя арифметическая; $s_{\bar{x}_n}$ — ошибка средней арифметической
1	Нарушенная почва на момент начала рекультивации из территории № 5	$\bar{x}_1 \pm s_{\bar{x}_1} = 5,6 \pm 0$
2	Рекультивированная почва из территории № 5	$\bar{x}_2 \pm s_{\bar{x}_2} = 320,4 \pm 31,3$
3	Нарушенная почва на момент начала рекультивации из территории № 6	$\bar{x}_3 \pm s_{\bar{x}_3} = 5,3 \pm 0$
4	Рекультивированная почва из территории № 6	$\bar{x}_4 \pm s_{\bar{x}_4} = 7,1 \pm 2,7$

$$t_{\text{фактический}} = \frac{\bar{x}_2 - \bar{x}_1}{\sqrt{s_{\bar{x}_2}^2 + s_{\bar{x}_1}^2}} = \frac{320,4 - 5,6}{\sqrt{31,3^2 + 0^2}} = \frac{314,8}{31,3} = 10,06$$

$$t_{\text{фактический}} = \frac{\bar{x}_4 - \bar{x}_3}{\sqrt{s_{\bar{x}_4}^2 + s_{\bar{x}_3}^2}} = \frac{7,1 - 5,3}{\sqrt{2,7^2 + 0^2}} = \frac{1,8}{2,7} = 0,67$$

навески, взятые для анализа в 6-кратной повторности, $t_{\text{теоретический}}$ т. е. $t_{05} = 2,23$, $t_{01} = 3,17$ и $t_{001} = 4,59$, а $t_{\text{фактический}}$ т. е. $0,67 < t_{05} 2,23 < t_{01} 3,17 < t_{001} 4,59$, что статистически не доказывает эффективность рекультивации нарушенной почвы по фактическому значению t -критерия и позволяет считать почву территории № 6 не полностью рекультивированной.

Что касается отрицательного результата процесса рекультивации нарушенной тундровой почвы на территории № 6, то он объясняется непредвиденным прохождением техники через данную территорию для оперативного устранения аварийной ситуации на одном из объектов добычи природного газа, что вызвало повторное нарушение почвенно-растительного покрова. В итоге по территории № 6 было сделано заключение о том, что на ней необходимо повторить процесс рекультивации до полного восстановления плодородия почвы с использованием местного торфа и получаемого из него гумата калия по технологиям, описанным в [4, 5].

Заключение

Таким образом, управление риском нарушенных тундровых почв в газовой промышленности производится путем их рекультивации и биохимической оценки эффективности этого процесса на основе способа, защищенного патентом Российской Федерации на изобретение № 2672490. Данный способ позволяет корректно, оперативно и в широких масштабах контролировать эффективность рекультивации нарушенных тундровых почв и вполне гармонично вписывается в систему управления геоэкологическими рисками на Крайнем Севере, связанными с проведением геологоразведки, бурением скважин и обустройством промыслов в газовой промышленности [6].

Литература [References]

1. Bashkin V.N., Galiulin R.V. *Geoecological Risk Management in Polar Areas*. Springer Nature Switzerland AG. Cham: 2019. 156 p.
2. Патент Российской Федерации на изобретение № 2672490. Способ биохимического контроля эффективности рекультивации нарушенных и загрязненных тундровых почв / Арно О.Б., Арабский А.К., Башкин В.Н., Галиулин Р.В., Галиулina Р.А., Соловищук Л.А., Маклюк О.В. Заявлено: 03.05.2017. Опубликовано: 15.11.2018. Бюллетень № 32. [Patent of Russian Federation on invention No. 2672490. Method of biochemical control of disturbed and contaminated tundra soils recultivation effectiveness / Arno O.B. / Arab-sky A.K., Bashkin V.N., Galiulin R.V., Galiulina R.A., Solovishchuk L.A., Makliuk O.V. Declared: 03.05.2017. Published: 15.11.2018. Bulletin No. 32 (Russia).]
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с. [Dospikhov B.A. *Methods of field experiment (with bases of statistical processing)*. Moscow: Agropromizdat, 1985. 351 p. (Russia).]
4. Патент Российской Федерации 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., Галиулina Р.А., Мальцева А.Н., Ямников С.А., Николаев Д.С., Мурзагулов В.Р. Заявлено: 09.11.2015. Опубликовано: 17.02.2017. Бюллетень № 5. [Patent of Russian Federation on invention No. 2610956. Method of potassium humate receiving from local peats of Yamalo-Nenets Autonomous Okrug / Arno O.B., Arabsky A.K., Bashkin V.N., Galiulin R.V., Alekseev A.O., Galiulina R.A., Maltseva A.N., Yamnikov S.A., Nikolaev D.S., Murzagulov V.R. Declared: 09.11.2015. Published: 17.02.2017. Bulletin No. 5 (Russia).]
5. Патент Российской Федерации 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., Галиулina Р.А., Алексеев А.О., Ямников С.А., Николаев Д.С., Мурзагулов В.Р. Заявлено: 09.11.2015. Опубликовано: 21.02.2017. Бюллетень № 6. [Patent of Russian Federation on invention No. 2611165. Method of assessment of disturbed tundra soils recultivation effectiveness by local peat and potassium humate introduction / Arno O.B., Arabsky A.K., Bashkin V.N., Galiulin R.V., Galiulina R.A., Alekseev A.O., Yamnikov S.A., Nikolaev D.S., Murzagulov V.R. Declared: 09.11.2015. Published: 21.02.2017. Bulletin No. 6 (Russia).]
6. Трубицина О.П., Башкин В.Н. Экологический рейтинг как индикатор управления геоэкологическим риском российских нефтегазовых компаний в Арктике // Проблемы анализа риска. 2019. Т. 16. № 2. С. 58—69. [Trubitsina Olga P., Bashkin Vladimir N. Ecological rating as an indicator of geoenvironmental risk management of Russian oil and gas companies in the Arctic // *Issues of Risk Analysis*. Vol. 16. 2019. No. 2. P. 58—69 (Russia).] <https://doi.org/10.32686/1812-5220-2019-16-58-69>

Сведения об авторах

Башкин Владимир Николаевич: доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник Института физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН ФГБУН ФИЦ ПНЦБИ РАН

Количество публикаций: более 400

Область научных интересов: биогеохимия и геоэкология

Контактная информация:

Адрес: 142290, Россия, Московская область, г. Пущино, ул. Институтская, д. 2

Тел.: +7 (4967) 31-81-83

E-mail: vladimirbashkin@yandex.ru

Галиулин Рауф Валиевич: доктор географических наук, ведущий научный сотрудник Института фундаментальных проблем биологии РАН ФГБУН ФИЦ ПНЦБИ РАН

Количество публикаций: 502

Область научных интересов: геоэкология и биогеохимия

Контактная информация:

Адрес: 142290, Россия, Московская область, г. Пущино, ул. Институтская, д. 2

Тел.: +7 (4967) 33-14-53

E-mail: galiulin-rauf@rambler.ru

Галиулина Роза Адхамовна: научный сотрудник Института фундаментальных проблем биологии РАН ФГБУН ФИЦ ПНЦБИ РАН

Количество публикаций: 300

Область научных интересов: геоэкология и биогеохимия

Контактная информация:

Адрес: 142290, Россия, Московская область, г. Пущино, ул. Институтская, д. 2

Тел.: +7 (4967) 33-14-53

E-mail: rosa_g@rambler.ru

Арабский Анатолий Кузьмич: доктор технических наук, заместитель главного инженера ООО «Газпром добыча Ямбург»

Количество публикаций: более 200

Область научных интересов: геоэкология, устойчивое развитие газовой промышленности

Контактная информация:

Адрес: 629300, Россия, Ямало-Ненецкий автономный округ, г. Новый Уренгой, ул. Геологоразведчиков, д. 9

Тел.: +7 (3494) 96-60-73

E-mail: a.arabskii@mail.ru

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Дата поступления: 05.04.2019

Дата принятия к публикации: 28.05.2019

Дата публикации: 28.06.2019

The authors declare no conflict of interest.

Came to edition: 05.04.2019

Date of acceptance to the publication: 28.05.2019

Date of publication: 28.06.2019