

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Научная статья

УДК 631.41

doi: 10.26110/ARCTIC.2021.111.2.008

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И МЕТАЛЛОИДОВ В ПИРОГЕННЫХ СЕВЕРОТАЕЖНЫХ ПОЧВАХ НАДЫМ-ПУР-ТАЗОВСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ

*Александр Сергеевич Печкин*¹,
*Елена Владимировна Шинкарук*²,
*Юлия Александровна Печкина*³,
*Александр Сергеевич Красненко*⁴,
*Роман Александрович Колесников*⁵

^{1, 2, 3, 4, 5} Научный центр изучения Арктики, Салехард, Россия

¹*a.pechkin.ncia@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8558-7247>*

²*elena1608197@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4782-6275>*

³*pechkinagis@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3218-5399>*

⁴*aleks-krasnenko@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8910-8525>*

⁵*roman387@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2182-2383>*

Аннотация. В статье рассмотрен состав северотаежных почв Надым-Пур-Тазовского междуречья на территории пожаров разного срока давности (7, 23 и 30 лет). Определение тяжелых металлов в образцах почв выполнялось с использованием метода рентгенофлуоресцентного энергодисперсионного анализа (РФАЭД) на спектрометре БРА 135-f. Почвы изученных территорий отличаются низким содержанием большинства исследуемых элементов, в том числе наиболее важных для растений Zn, Cu, Ni. Существенных изменений состава пирогенных почв на разновозрастных горях обнаружено не было, происходило лишь замещение отдельных компонентов.

Ключевые слова: Западная Сибирь, пожары, пирогенные почвы, тяжелые металлы, металлоиды.

Цитирование: Печкин А.С., Шинкарук Е.В., Печкина Ю.А., Красненко А.С., Колесников Р.А. Содержание тяжелых металлов и металлоидов в пирогенных северотаежных почвах Надым-Пур-Тазовского междуречья // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2021 (111). № 2. С. 112-123. doi: 10.26110/ARCTIC.2021.111.2.008

Original article

THE CONTENT OF HEAVY METALS AND METALLOIDS IN PYROGENIC NORTHERN TAIGA SOILS OF THE NADYM-PUR-TAZ INTERFLUVE

*Aleksandr S. Pechkin*¹,
*Elena V. Shinkaruk*²,
*Yulia A. Pechkina*³,
*Aleksandr S. Krasnenko*⁴,
*Roman A. Kolesnikov*⁵

^{1, 2, 3, 4, 5}Arctic Research Center, Salekhard, Russia

¹*a.pechkin.ncia@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8558-7247>*

²*elena1608197@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4782-6275>*

³*pechkinagis@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3218-5399>*

⁴*aleks-krasnenko@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8910-8525>*

⁵*roman387@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2182-2383>*

Abstract. The article considers the composition of the northern taiga soils of the Nadym-Pur-Taz interfluve in the territory of fires of different ages (7, 23 and 30 years). The determination of heavy metals in soil samples was performed using the method of X-ray fluorescence energy dispersive analysis (EDXRF) on the BRA 135-f spectrometer. The soils of the examined territories are characterized by a low content of most of the studied elements, including Zn, Cu, and Ni which are most important

for plants. No significant changes in the composition of pyrogenic soils were found on burned-out areas of different ages, only the replacement of individual components occurred.

Keywords: Western Siberia, fires, pyrogenic soils, heavy metals, metalloids.

Citation: Pechkin A.S., Shinkaruk E.V., Pechkina Yu.A., Krasnenko A.S., Kolesnikov R.A. The content of heavy metals and metalloids in pyrogenic northern Taiga soils of the Nadym-Pur-Taz interfluvium // Scientific Bulletin of the Yamal-Nenets Autonomous District. 2021. (111). No. 2. P.112-123, doi: 10.26110/ARCTIC.2021.111.2.008

Введение

Почвы криолитозоны за последние десятилетия подверглись большому количеству лесных пожаров. Одной из главных проблем и одной из основных причин нарушения биогеоценозов в северной части Западной Сибири являются природные пожары [1]. За период 2015 – 2019 гг. было установлено 243 природных пожара, и выделены наиболее пожароопасные территории в Надымском, Пуровском и Красноселькупском районах [2]. Результаты проведенных исследований [3] показывают, что природные пожары в Ямало-Ненецком автономном округе (далее – ЯНАО) охватывают значительные территории и являются мощным фактором негативного изменения экосистем [4–8].

Установление биогеохимических свойств почвенного покрова, закономерностей распределения и содержания тяжелых металлов на нарушенных и пирогенных участках на территории ЯНАО определило значительное число исследований [8–12]. Последствия пожаров напрямую влияют на изменение химических свойств почвенных горизонтов. Так, например, в составе пирогенных почв в лесотундровой зоне Тазовского района было отмечено «низкое содержание практически всех элементов, в том числе физиологически важных для растений Zn, Cu, Ni, а также по истечении 30 лет после пожара в поверхностном горелом горизонте почти вдвое, по сравнению с ненарушенными почвами, снизилось содержание P₂O₅, Cd, S, Hg, Ag» [1]. В пирогенных почвах Надым-Пуровского междуречья «происходит увеличение содержания подвижных форм металлов вследствие поступления золы, а на песчаных породах почвы содержат меньше подвижных форм Mn и Cr» [13]. Полученные данные на участках свежих пожаров в Надымском районе «свидетельствуют об интенсивной морфологической трансформации верхних слоев почвы, снижении содержания органического вещества и увеличении обогащения гумуса азотом, ведущих к полной трансфор-

мации фракционного состава полициклических ароматических соединений» [14].

Цель – изучение накопления тяжелых металлов и металлоидов в составе пирогенных почв северотаежной зоны на гарях 7-, 23- и 30-летней давности в Пуровском, Красноселькупском и Надымском районах ЯНАО.

Материалы и методы

На трех участках в северотаежной зоне Надым-Пур-Тазовского междуречья с разным сроком давности пожаров был исследован химический состав пирогенных почв (рис. 1).

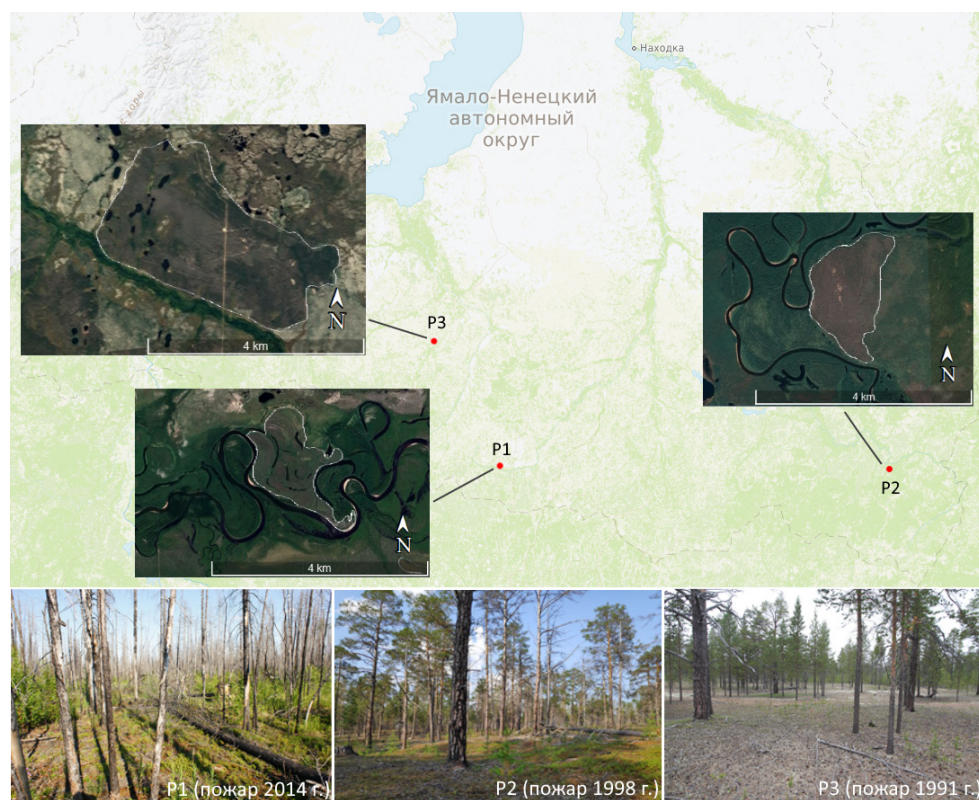


Рис. 1. Схема района исследований

Первый участок (P1) расположен в Пуровском районе в верховье р. Пякапур – горелый участок площадью 2,1 км² и возрастом 7 лет (пожар 2014 г.). Второй участок (P2) располагается в Красноселькупском районе, в месте слияния рек Ратга и Таз, представляет собой гарь площадью 1,9 км² и возрастом 23 года (пожар 1998 г.). Третий участок (P3) распо-

жен в Надымском районе, неподалеку от п. Ягельного и р. Левая Хетта, площадь гари составляет 8,3 км², возраст 30 лет (пожар 1991 г.) В структуре почвенного покрова на всех участках преобладают песчаные подзолы. Водородный показатель (рН) водной вытяжки на всех участках колеблется от 4,3 до 6,2.

На каждом участке было заложено по 3–4 парных шурфов, охватывающих участки гари и неповрежденную территорию. Для оценки накопления металлов и металлоидов на трансектах были отобраны пробы почв из верхних (0–15 см) и срединных (20–35 см) горизонтов.

Пробы почв были высушены и для удаления корней растений просеяны через сито с диаметром ячеек 0,5 мм. Определение тяжелых металлов в образцах почв выполнялось с использованием метода рентгенофлуоресцентного энергодисперсионного анализа (РФАЭД) на спектрометре БРА 135-f (АО НПП «Буревестник», г. Санкт-Петербург) в химико-аналитической лаборатории Научного центра изучения Арктики. В пробах почв определялось содержание V, Cr, Ti, Mn, Co, Ni, Fe, Zn, Cu, Ga, As. Статистическая обработка результатов была проведена в программе Excel.

Результаты исследований

Статистические показатели состава почв на гаях возрастом 7, 23 и 30 лет представлены в таблицах 1, 2, 3.

Таблица 1. Химический состав почв на гари (P1) 2014 г.

Показатель	Пирогенные почвы				Ненарушенные почвы				Кс поверх. гор.	Кс минер. гор.	Кларк*
	поверхностный пирогенный горизонт (n=3)		минеральный горизонт (n=3)		поверхностный горизонт (n=3)		минеральный горизонт (n=3)				
	М	SD	М	SD	М	SD	М	SD			
Ti	3586,20	1527,70	2014,51	855,33	1855,32	1292,82	3379,61	2415,85	1,9	0,6	5000
V	7,97	8,46	12,13	10,87	6,15	8,69	14,71	20,81	1,3	0,8	90
Ni	2,47	2,46	2,07	1,87	5,64	7,98	5,20	7,35	0,4	0,4	29
Cu	6,69	2,21	5,21	1,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	39
Cr	59,05	8,17	50,23	1,63	47,46	14,76	66,60	21,14	1,2	0,8	70
Mn	377,50	349,21	122,83	37,81	111,29	103,28	126,95	111,74	3,4	1,0	488
Fe	11292,87	5211,13	7010,67	1532,28	3137,12	4436,53	6607,12	9343,87	3,6	1,1	46500
Co	7,38	5,74	0,00	0,00	4,00	4,45	2,14	3,03	1,9	0,0	8
Zn	23,18	16,16	9,71	3,74	7,58	10,72	3,80	5,38	3,1	2,6	70
Ga	6,30	0,59	6,00	0,74	4,40	4,11	3,66	2,34	1,4	1,6	20
As	6,58	0,56	6,02	0,34	15,47	7,12	18,75	1,84	0,4	0,3	6,8

* Кларки для Fe, Cr, Ga, Co приведены по А.П. Виноградову [15], остальных элементах по А. Kabata-Pendias [16].

Полученные результаты показывают всеобщее низкое содержание концентраций микроэлементов. Отношение среднего содержания тяжелых металлов к кларкам в литосфере [15, 16] и среднему в почвах мира указывает на дефицит всех элементов и обеднение геохимического фона исследуемой северотаежной территории, включая наиболее важные для растений цинк, медь, никель. Накопление кобальта прослеживается лишь в пирогенном поверхностном слое. Многими авторами отмечено: «низкое содержание элементов в почвах южной тундры, лесотундры и северной тайги Западной Сибири связано с особенностями литологии почвообразующих пород» [1, 5, 9].

На участке гари 23-летней давности наблюдаются совершенно иные показатели концентрации почв (таблица 2).

Таблица 2. Химический состав почв на гари (P2) 1998 г.

Показатель	Пирогенные почвы				Ненарушенные почвы				Кс поверх. гор.	Кс минер. гор.	Кларк
	поверхностный пирогенный горизонт (n=3)		минеральный горизонт (n=3)		поверхностный горизонт (n=3)		минеральный горизонт (n=3)				
	М	SD	М	SD	М	SD	М	SD			
Ti	4137,92	2156,79	5137,68	1167,42	5593,36	554,82	5528,44	1580,5	0,74	0,93	5000
V	13,07	12,74	21,74	12,31	16,11	0,48	13,13	12,54	0,81	1,66	90
Ni	0,27	0,53	1,7	2,41	0	0	0	0	0	0	29
Cu	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39
Cr	40,84	12,54	71,39	7,49	61,55	4,96	72,56	12,11	0,66	0,98	70
Mn	616,06	599,56	238,13	93,66	503,59	8,27	490,33	153,51	1,22	0,49	488
Fe	7284,97	5887,28	12620,43	9328,99	5934,7	739,1	5063,16	4879,18	1,23	2,49	46500
Co	0,04	0,08	0,75	1,07	0,13	0,13	0,02	0,03	0,31	36,13	8
Zn	2,72	3,63	0	0	0	0	0	0	0	0	70
Ga	8,83	8,06	4,81	2,47	8,7	0,4	8,69	2,4	1,02	0,55	20
As	22,47	2,73	22,18	4,19	19,93	1,27	19,39	1,74	1,13	1,14	6,8

Как показывают результаты анализов в Красноселькупском районе, соотношения между элементами в ненарушенных и пирогенных почвах меняются. Содержание мышьяка в поверхностных и минеральных горизонтах варьирует от 19,39 до 22,47 г/кг, что в 3 раза превышает его кларк в литосфере. Содержание хрома в минеральных горизонтах незначительно превышает кларк. Наблюдается также увеличение в 1,3 раза содержания марганца в поверхностных горизонтах и накопление титана в минеральных горизонтах и в поверхностной части ненарушенных почв.

Схожие с показателями концентраций тяжелых металлов участка P1 наблюдаются на гари 1991 года (таблица 3).

Таблица 3. Химический состав почв на гари (РЗ) 1991 г.

Показатель	Пирогенные почвы				Ненарушенные почвы				Кс поверх	Кс минер.	Кларк
	поверхностный пирогенный горизонт (n=3)		минеральный горизонт (n=3)		поверхностный горизонт (n=3)		минеральный горизонт (n=3)				
	М	SD	М	SD	М	SD	М	SD			
Ti	2231,74	294,12	2418,9	160,24	7570,75	1067,40	7087,24	1286,74	0,3	0,3	5000
V	14,45	7,67	13,91	2,44	37,16	27,60	36,89	21,61	0,4	0,4	90
Ni	1,82	1,25	1,25	1,87	4,61	3,92	3,40	3,44	0,4	0,4	29
Cu	3,88	0,07	4,65	0,44	11,73	10,63	8,71	9,39	0,3	0,5	39
Cr	51,31	1,77	54,07	2,38	52,37	18,21	51,86	13,91	0,5	0,6	70
Mn	91,06	8,48	121,86	6,30	161,75	100,93	212,83	116,29	0,6	0,6	488
Fe	5990,41	889,70	6933,3	973,20	14505,44	11994,22	14693,00	9504,87	0,4	0,5	46500
Zn	10,21	2,46	9,90	1,62	1,14	2,34	2,33	5,20	8,9	4,3	70
Ga	5,96	0,47	5,97	0,28	5,74	26,53	9,89	13,27	0,3	0,6	20
As	7,29	1,53	6,20	0,21	6,53	1,04	6,12	1,80	1,1	1,0	6,8

Содержание валовых форм тяжелых металлов в почвах исследуемой послепожарной территории 1991 года, кроме титана и мышьяка, крайне низкое. В верхнем пирогенном горизонте наблюдается превышение в 1,1 раза мышьяка относительно кларка, в ненарушенных почвах наблюдается превышение в 1,5 раза титана.

Заключение

Почвы исследованных районов отличаются сильноокислой реакцией среды и характеризуются бедностью органических веществ по всему профилю. Для всех изученных элементов характерен биогенно-аккумулятивный тип распределения в горизонтах почвенного покрова. Содержание тяжелых металлов на всех участках очень низкое, кроме мышьяка, в одиночных случаях для марганца, кобальта, титана и хрома отмечается превышение кларков. Сравнение содержания элементов на трансектах не показали значительных отличий между собой – на всех минеральных почвах отмечается обедненность органическим веществом. Возможно, это связано с особенностью мест исследования, все участки находятся на первой надпойменной террасе, где также, как и в пойме, возможны пути миграции веществ являются сток с водоразделов и периодическое затопление. Относительно других районов повышенные показатели в Красноселькупском районе имеют скорее локальный признак, связанный с особенностью почвообразующих процессов верховья р. Таз.

Содержание валовых форм тяжелых металлов в почвах исследуемых участков намного ниже существующих ПДК. Установлен аккумулятивный ряд по увеличению валового содержания тяжелых металлов в почвах

гарей $Ni < Cu < Zn < V < Fe < Co < Ga < Mn < Ti < Cr < As$, который незначительно отличается от распределения на ненарушенных почвах с заменой некоторых элементов $Zn < Cu < Ni < Fe = Co < V < Ga < Mn < Cr < Ti < As$ и заметно отличается от распределения в почвах мира $V < Ti < Cd < As < Co = Pb < Cu < Ni < Zn < Cr < Fe$. Отношение среднего содержания тяжелых металлов на территории ЯНАО [17] к кларкам в литосфере [18] и среднему в почвах мира [15, 16] указывает на обеднение геохимического фона гарей и прилегающих к ним участков.

Список источников

1. Московченко Д.В., Юртаев А.А., Московченко М.Д. Особенности элементного состава пирогенных тундровых почв Пур-Тазовского междуречья // Вестник Тюменского государственного университета. Экология и природопользование. 2018. Т. 4. № 4. С. 22-32.
2. Доклад об экологической ситуации в Ямало-Ненецком автономном округе в 2019 году [Электрон. ресурс] // Департамент природно-ресурсного регулирования, лесных отношений и развития нефтегазового комплекса Ямало-Ненецкого автономного округа. Салехард, 2020.: сайт. — URL: <https://dprg.yanao.ru/documents/active/74512/> (дата обращения: 21.12.2020).
3. Московченко Д.В., Московченко М.Д., Тигеев А.А. Оценка площади природных пожаров на территории Ямало-Ненецкого автономного округа с помощью данных дистанционного зондирования. Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. — 2019. — № 2 (103). — С. 41-46.
4. Moskovchenko D.V., Aref'ev S.P., Moskovchenko M.D., Yurtaev A.A. Spatiotemporal analysis of wildfires in the forest tundra of Western Siberia Contemporary Problems of Ecology. 2020. Т. 13. № 2. С. 193-203.
5. Голубцова О.С. Физико-химические особенности почв техногенных экотон при их послепожарном восстановлении в Среднем Приобье / О.С. Голубцова, А.Ю. Шилина // Культура, наука, образование: проблемы и перспективы: материалы V Международной научно-практической конференции (9-10 февраля 2016 г., Нижневартовск) / отв. ред. А. В. Коричко. Нижневартовск: Издательство Нижневартовского государственного университета, 2016. Ч. II. С. 10-13.
6. Корниенко С.Г. Оценка влияния разработки Уренгойского нефтегазоконденсатного месторождения на состояние территории лесотундры по данным ИСЗ Landsat // Исследование Земли из космоса, 2009. — № 4. — С. 78–87.
7. Бартаев С.А., Егоров В.А., Ефремов В.Ю., Лупян Е.А., Стыщенко Ф.В., Флитман Е.В. Оценка площади пожаров на основе комплексирования спутниковых данных различного пространственного разрешения Modis и Landsat-TM/ETM+ // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2012. Т. 9. № 2. С. 9-26.
8. Биогеохимия химических элементов и соединений в природных средах. Материалы III Международной школы-семинара молодых исследователей / Под редакцией: В.А. Боева, А.И. Сысо, В.Ю. Хорошавина. 2018. 452 с.

9. Печкин А.С., Агбалян Е.В., Шинкарук Е.В., Хнычева Н.А., Мельникова В.В., Юлбарисова К.В., Красненко А.С. Фоновые физико-химические характеристики почвенного покрова северной части государственного заповедника «Верхне-Тазовский». В сборнике: Природопользование и охрана природы: Охрана памятников природы, биологического и ландшафтного разнообразия Томского Приобья и других регионов России. Материалы IX Всероссийской с международным участием научно-практической конференции. 2020. С. 211-215.
10. Агбалян Е.В., Печкин А.С., Колесников Р.А., Моргун Е.Н., Красненко А.С., Ильясов Р.М., Локтев Р.И., Шинкарук Е.В. Фоновые физико-химические и химические характеристики почв Приуралья и Надым-Пур-Тазовского региона. Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2019. № 2 (103). С. 14-26.
11. Агбалян Е.В., Колесников Р.А., Печкин А.С., Моргун Е.Н., Красненко А.С., Ильясов Р.М., Локтев Р.И., Шинкарук Е.В. Экологическое состояние почв полигонов комплексного экологического мониторинга «Сабетта», «Харп» и «Надымский» Ямало-Ненецкого автономного округа. Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. – 2018. – № 4 (101). – С. 5-12.
12. Агбалян Е.В., Шинкарук Е.В. Уровень химического загрязнения почвы в долине реки Лукыяха Тазовского полуострова. Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. – 2015. – № 4 (89). – С. 42-48.
13. Романенко Е.А., Московченко Д.В., Кудрявцев А.А., Шигабаева Г.Н. Подвижные формы металлов в почвах Надым-Пуровского междуречья (Западная Сибирь). Вестник Нижневартовского государственного университета. – 2020. – № 2. – С. 136-145.
14. Evgeny Abakumov, Alexandr Pechkin, Ekaterina Chebykina (Maksimova), Georgii Shamilishvili Effect of the Wildfires on Sandy Podzol Soils of Nadym Region, Yamalo-Nenets Autonomous District, Russia // Hindawi Applied and Environmental Soil Science Volume 2020, Article ID 8846005, 8 pages.
15. Виноградов А.П. Среднее содержание химических элементов в главных типах изверженных горных пород земной коры. Геохимия. 1962. № 7. С. 555–571.
16. Kabata – Pendias A. Trace elements in soils and plants. CRC Press, 2011. 505 p.
17. Ахметьева Н.П. Естественное восстановление болот после пожаров / Н.П. Ахметьева, С.Э. Белова, Р.Г. Джамалов, И.С. Куличевская, Е.Е. Лапина, А.В. Михайлова // Водные ресурсы, 2014. Том 41. № 4. С. 343-354. DOI: 10.7868/S0321059614040026
18. Перельман А.И. Геохимия / А.И. Перельман. М.: Высшая школа, 1989. 528 с.

References

1. Moskovchenko D.V., Yurtaev A.A., Moskovchenko M.D. Features of the elemental composition of pyrogenic tundra soils of the Pur-Taz interfluve // Bulletin of the Tyumen State University. Ecology and nature management. 2018. Vol. 4. no. 4. pp. 22-32.
2. Report on the environmental situation in the Yamal-Nenets Autonomous District in 2019 [Electron. resource] // Department of Natural Resource Regulation, Forest

- Relations and Development of the Oil and Gas Complex of the Yamal-Nenets Autonomous District. Salekhard, 2020.: website. – URL: <https://dpr.yanao.ru/documents/active/74512/> / date of access: 21.12.2020.
3. Moskovchenko D.V., Moskovchenko M.D., Tigeev A.A. Assessment of wildfires area in the Yamal-Nenets Autonomous District using remote sensing data // Scientific Bulletin of the Yamal-Nenets Autonomous District. 2019. No. 2 (103). pp. 41-46.
 4. Moskovchenko D.V., Aref'ev S.P., Moskovchenko M.D., Yurtaev A.A. Spatiotemporal analysis of wildfires in the forest tundra of Western Siberia Contemporary Problems of Ecology. 2020. Vol. 13. No. 2. pp. 193-203.
 5. Golubtsova O.S. Physico-chemical features of soils of technogenic ecotones during their post-fire restoration in the Middle Ob region / O.S. Golubtsova, A.Yu. Shilina // Culture, science, education: problems and prospects: materials of the V International Scientific and Practical Conference (February 9-10, 2016, Nizhnevartovsk) / ed. Nizhnevartovsk: Publishing House of Nizhnevartovsk State University, 2016. Part II. pp. 10-13.
 6. Kornienko S.G. Assessment of the impact of the development of the Urengoy oil and gas condensate field on the state of the forest-tundra territory according to Landsat satellite data // Study of the Earth from space, 2009, № 4. pp. 78-87.
 7. Bartalev S.A., Egorov V.A., Efremov V.Yu., Loupian E.A., Stytsenko F.W., Flitman E.V. Estimation of the area of fires based on the integration of Modis and Landsat-TM/ETM+ satellite data of different spatial resolution // Modern problems of remote sensing of the Earth from space. 2012. Vol. 9, no. 2. pp. 9-26.
 8. Biogeochemistry of chemical elements and compounds in natural environments. Materials of the III International School-Seminar of Young Researchers / Edited by: V.A. Boev, A.I. Syso, V.Yu. Khoroshavin. 2018. 452 p.
 9. Pechkin A.S., Agbalyan E.V., Shinkaruk E.V., Khnycheva N.A., Melnikova V.V., Yulbarisova K.V., Krasnenko A.S. Background physical and chemical characteristics of the soil cover of the northern part of the Verkhne-Tazovsky State Reserve. In the collection: Nature management and nature protection: Protection of natural sanctuaries, biological and landscape diversity of the Tomsk Ob region and other regions of Russia. Materials of the IX All-Russian scientific and practical conference with international participation. 2020. pp. 211-215.
 10. Agbalyan E.V., Pechkin A.S., Kolesnikov R.A., Morgun E.N., Krasnenko A.S., Ilyasov R.M., Loktev R.I., Shinkaruk E.V. Background physico-chemical and chemical characteristics of the soils of the Ural and Nadym-Pur-Taz region // Scientific Bulletin of the Yamal-Nenets Autonomous District. 2019. No. 2 (103). pp. 14-26.
 11. Agbalyan E.V., Kolesnikov R.A., Pechkin A.S., Morgun E.N., Krasnenko A. S., Ilyasov R.M., Loktev R.I., Shinkaruk E.V. Environmental state of soils in polygons of complex ecological monitoring “Sabetta”, “Kharp” and “Nadymsky” of the Yamal-Nenets Autonomous District // Scientific Bulletin of the Yamal-Nenets Autonomous District. 2018. No. 4 (101). pp. 5-12.
 12. Agbalyan E.V., Shinkaruk E.V. The level of chemical contamination of the soil in the valley of the Lukyakha river of the Taz Peninsula // Scientific Bulletin of the Yamal-Nenets Autonomous District. 2015. No. 4 (89). pp. 42-48.
 13. Romanenko E.A., Moskovchenko D.V., Kudryavtsev A.A., Shigabaeva G.N. Mobile

- forms of metals in the soils of the Nadym-Pur interfluvium (Western Siberia) // Bulletin of Nizhnevartovsk State University. 2020. No. 2. pp. 136-145.
14. Evgeny Abakumov, Alexandr Pechkin, Ekaterina Chebykina (Maksimova), Georgii Shamilishvili Effect of the Wildfires on Sandy Podzol Soils of the Region Nadym, Yamalo-Nenets Autonomous District, Russia // Hindawi Applied and Environmental Soil Science Volume 2020, Article ID 8846005, 8 pages.
 15. Vinogradov A.P. Average content of chemical elements in the main types of igneous rocks of the Earth's crust // Geochemistry. 1962. No. 7. pp. 555-571.
 16. Kabata-Pendias A. Trace elements in soils and plants. CRC Press, 2011. 505 p.
 17. Akhmeteyeva N.P. Natural restoration of bogs after fires / N.P. Akhmeteyeva, S.E. Belova, R.G. Jamalov, I.S. Kulichevskaya, E.E. Lapina, A.V. Mikhailova // Water resources, 2014. Volume 41. No. 4. pp. 343-354. DOI: 10.7868/S0321059614040026
 18. Perelman A.I. Geochemistry / A. I. Perelman. Moscow: Vysshaya shkola, 1989. 528 p.

Сведения об авторах

Печкин Александр Сергеевич, 1990 г.р., окончил Саратовский государственный университет по специальности «эколог-природопользователь» в 2013 году. С 2015 года – ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики» (г. Надым, Россия), научный сотрудник. Область научных интересов: геоэкология, экология почв, пожары, гидрология, гидрохимия, геоботаника, снежный покров, ДЗЗ, ГИС, спектрометрирование ландшафтов.

Шинкарук Елена Владимировна, 1977 г.р., окончила Тюменский государственный университет по специальности «биолог» в 2000 году. С 2012 года работает в ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики», научный сотрудник. Область научных интересов: биология, цитогенетика, изучение качества поверхностных вод, снежный покров.

Печкина Юлия Александровна, 1991 г.р., окончила Саратовский государственный университет по специальности «эколог-природопользователь» в 2013 году. С 2015 года – ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики» (г. Надым, Россия), научный сотрудник. Область научных интересов: экология, урбоэкология, изучение качества поверхностных вод, снежный покров, почвенный покров.

Красненко Александр Сергеевич, 1981 г.р., окончил в 2003 году Ишимский государственный институт им. П.П. Ершова по специальности «учитель биологии и географии», с 2015 года старший научный сотрудник в ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики» (г. Надым, Россия), кандидат биологических наук. Научные интересы: гидробиология, зоология, функционирование пресноводных экосистем.

Колесников Роман Александрович, 1980 г.р., окончил Красноярский государственный университет по специальности «экология» в 2002 году, кандидат географических наук. С 2015 года работает в ГКУ ЯНАО «Научный

центр изучения Арктики» (г. Салехард, Россия), заведующий научно-исследовательским сектором. Область научных интересов: география, геоэкология, почвоведение, геохимия ландшафтов.

Information about the authors

Aleksandr S. Pechkin, born in 1990, graduated from Saratov State University in 2013 (specialty “Environmentalist”). Since 2015, he has been working as a researcher at the Arctic Research Center of the Yamal-Nenets Autonomous District (Nadym, Russia). Research interests: geoecology, soil ecology, fires, hydrology, hydrochemistry, geobotany, snow cover, remote sensing, GIS, landscape spectrometry.

Elena V. Shinkaruk, born in 1977, graduated from Tyumen State University with a degree in biology in 2000. Since 2012, she has been working as a researcher at the Arctic Research Center of the Yamal-Nenets Autonomous District. Research interests: biology, cytogenetics, study of surface water quality, snow cover.

Yulia A. Pechkina, born in 1991, graduated from Saratov State University in 2013 (specialty “Environmentalist”). Since 2015, she has been working as a researcher at the Arctic Research Center of the Yamal-Nenets Autonomous District (Nadym, Russia). Research interests: ecology, urban ecology, study of surface water quality, snow cover, soil cover.

Aleksandr S. Krasnenko, born in 1981, graduated from Ishim State Pedagogical Institute named after P.P. Ershov (currently Tyumen State University) in 2003 with a teacher of biology and geography degree. In 2011 he defended his thesis on zoology. Since 2015, he has been working as a senior researcher in the environmental protection sector at the Arctic Research Center of the Yamal-Nenets Autonomous District (Nadym, Russia). Research interests: hyrobiology, zoology, functioning of aquatic ecosystems.

Roman A. Kolesnikov, born in 1980, graduated from Krasnoyarsk State University with a degree in ecology in 2002, Candidate of Geographic Sciences. Since 2015, he has been working at the Arctic Research Center of the Yamal-Nenets Autonomous District (Salekhard, Russia), head of the research sector. Research interests: geography, geoecology, soil science, landscape geochemistry.

Статья поступила в редакцию 11.04.2021 г., принята к публикации 19.05.21 г.

The article was submitted on April 11, 2021, accepted for publication on May 19, 2021.