

УДК 504.054:502.572:504.53

ОЦЕНКА УРОВНЯ ФОНОВОЙ АККУМУЛЯЦИИ ПРИОРИТЕТНЫХ ЭКОТОКСИКАНТОВ В ПОЧВЕННОМ ПОКРОВЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ И ПОЧВЕННО-ТЕХНОГЕННОЙ СМЕСИ НА ОБЪЕКТЕ РАЗМЕЩЕНИЯ ОТХОДОВ В НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Козлов А.В., Бодякшина М.А., Калининцева З.С., Ронжин С.С., Захарова А.А.

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный педагогический университет имени К. Минина»,
Нижний Новгород, e-mail: a.v.kozlov_ecology@mail.ru

В работе представлена первичная характеристика уровня фонового накопления некоторых приоритетных экотоксикантов (Zn, Cd, Pb, Cu и нефтепродукты) в почвенном покрове территорий, непосредственно прилегающих к промышленным зонам машиностроительных предприятий Нижегородской области и в почвенно-техногенной смеси с одного из полигонов ТКО, отнесенных к объектам накопленного экологического вреда по г. Нижнему Новгороду. Пробы почв отбирались в осенний период 2020 г. и анализировались по ряду показателей стандартизированными лабораторными методами, принятыми в экологической практике по оценке состояния почвенного покрова. Было установлено, что фоновая аккумуляция приоритетных для региона экотоксикантов имеется, при этом не составляет существенных величин относительно уровня их допустимых концентраций. Для почвогрунтов полигона отходов максимальное накопление характерно для цинка (21–42% от ПДК), кадмия (38–54% от ОДК) и меди (1–102% от ПДК). Наиболее характерной особенностью здесь установлена существенная вариабельность показателей по территории полигона (значения V достигали 147% по Zn, 121% по Cd и 197% по Cu). Для естественного почвенного покрова некоторых промзон по Нижегородской области наибольшее накопление загрязняющих веществ в целом очень низкое и варьирует в диапазонах 5,4–6,3% от ПДК по цинку, 2,0–25,5% от ОДК по кадмию, 7,0–13,8% от ПДК по свинцу и 1,0–162,0% от ПДК по меди. Накопление нефтепродуктов в почвах несущественно и составляет не более 3,8–8,5% от условного ПДК. Вариабельность показателей по территории промышленных зон не превышает 121–140% по Zn, 87–115% по Cd, 140–189% по Pb и 85–136% по Cu.

Ключевые слова: почвенный покров, фоновая аккумуляция экотоксикантов, промышленные территории, полигоны размещения отходов, цинк, кадмий, свинец, медь, нефтепродукты

ASSESSMENT OF BACKGROUND ACCUMULATION LEVEL PRIORITY ECOTOXICANTS IN SOIL COVER INDUSTRIAL AREAS AND SOIL-TECHNOGENIC MIXTURE AT WASTE DISPOSAL FACILITY IN THE NIZHNY NOVGOROD REGION

Kozlov A.V., Bodyakshina M.A., Kalinicheva Z.S., Ronzhin S.S., Zakharova A.A.

Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University, Nizhny Novgorod,
e-mail: a.v.kozlov_ecology@mail.ru

The work presents primary characteristic of level of background accumulation of some priority ecotoxicants (Zn, Cd, Pb, Cu and petroleum products) in soil cover of territories immediately adjacent to industrial zones of machine-building enterprises of the Nizhny Novgorod region and in the soil-technogenic mixture from one of the SHW landfills assigned to objects of accumulated environmental damage to the Nizhny Novgorod. Soil samples were taken in the autumn of 2020 and analyzed according to number of indicators by standardized laboratory methods adopted in environmental practice for assessing state of soil cover. Background accumulations of region-priority ecotoxicants were found to be available, but not significant relative to their permissible concentrations. For landfill soil, the maximum accumulation is characteristic of Zinc (21–42% of TLV), Cadmium (38–54% of AAC) and Copper (1–102% of TLV). The most characteristic feature here is significant variability of indicators for territory of landfill (values V reached 147% for Zn, 121% for Cd and 197% for Cu). For natural soil cover of some industrial zones in the Nizhny Novgorod region, largest accumulation of pollutants is generally very low and varies in the ranges of 5,4–6,3% of TLV for Zinc, 2,0–25,5% of AAC for Cadmium, 7,0–13,8% of TLV for Lead and 1,0–162,0% of TLV for Copper. The accumulation of petroleum products in soils is insignificant and amounts to no more than 3,8–8,5% of the conditional TLV. The variability of indicators in territory of industrial zones does not exceed 121–140% according to Zn, 87–115% according to Cd, 140–189% according to Pb and 85–136% according to Cu.

Keywords: soil cover, background accumulation of ecotoxicants, industrial territories, waste disposal sites, zinc, cadmium, lead, copper, petroleum products

При современном развитии промышленного комплекса и общем высоком уровне хронического техногенного воздействия на компоненты природы становится крайне значимым выявление не только особо резких и опасных явлений негативного характера, влияющих на окружающую среду (в том числе залповые, несанкционированные и аварийные выбросы и сбросы),

но и постоянное отслеживание за фоновым накоплением экотоксикантов в объектах окружающей среды при условии их инвазивного распространения [1–3]. В частности, среди наиболее приоритетных загрязняющих веществ в отходах данного воздействия выделяют тяжелые металлы (Cd, Pb, Hg, Ni, Zn, Co, Cu и др.) и мышьяк (As), многие радионуклиды (⁹⁰Sr, ¹³⁷Cs, ¹³¹I,

⁴⁰К и др.), бенз(а)пирен, нефтепродукты и иные стойкие органические вещества, в том числе характеризующиеся высокой токсичностью и имеющие пролонгированное химическое преобразование в системе «экотоп – биотоп» [4–6].

Деятельность предприятий машиностроительной отрасли страны зачастую сопровождается образованием значительных объемов газо-пылевых выбросов, которые могут содержать как перечисленные выше ингредиенты, так и иные поллютанты, которые довольно трудно подвергаются естественной нейтрализации при попадании в природные объекты, вследствие чего их аккумулятивный характер повышает общий уровень токсичности почв и вод для окружающей среды [7, 8]. Также одним из наиболее приоритетных объектов современного изучения являются несанкционированные свалки и массивные полигоны ТКО и промышленных отходов. В условиях их функционирования литологическая основа и почвенный покров, местные водоемы и грунтовые воды являются наиболее уязвимыми объектами природы, которые подвергаются аккумулярованию многими опасными загрязняющими веществами из данных объектов, инфильтрация которых зачастую имеет хронический инвазивный характер [9, 10].

Проведение экологических исследований почвенного покрова с территорий, непосредственно прилегающих к промышленным предприятиям, а также с объектов размещения отходов является одним из наиболее приоритетных направлений в области современной экологической безопасности и охраны окружающей среды [2, 11, 12], поскольку позволяет выявить уровень фоновых концентраций загрязняющих веществ в почвенном покрове, массово накапливаемых за длительный период времени.

Цель работы – характеристика уровня фонового накопления приоритетных экотоксикантов в почвенном покрове на территории некоторых промышленных предприятий машиностроительной отрасли Нижегородской области и почвенно-техногенной смеси на объекте накопленного экологического вреда в Нижнем Новгороде.

Материалы и методы исследования

Объектами исследования явились почвы с территорий, прилегающих к стратегически значимым промышленным предприятиям Нижегородской области – АО «Павловский машиностроительный завод «Восход» (г. Павлово), АО «Выксунский

металлургический завод» (г. Выкса), ПАО «Арзамасский машиностроительный завод» (г. Арзамас), АО «Нижегородский машиностроительный завод» (г. Нижний Новгород), ОАО «Горьковский автомобильный завод» (г. Нижний Новгород), ПАО «Заволжский моторный завод» (г. Заволжье), а также почвенно-техногенная смесь с объекта накопленного экологического вреда «Шуваловская свалка» в г. Нижнем Новгороде. Расположение объектов исследования и точек отбора проб показано на рис. 1 и 2.

На промышленных объектах Нижегородской области пробы почвы были отобраны в сентябре 2020 г. Пробы отбирались по периметру объектов в непосредственной близости к их границе, глубина отбора 15 см. На объекте «Шуваловская свалка» пробы были отобраны в октябре 2020 г. с пяти равномерно удаленных точек, на каждой из которых образец почвенно-техногенной смеси отбирался дважды – с глубины 15 см (усл. горизонт А₁) и 150 см (усл. горизонт В). Для отбора проб применялся пробоотборник-бур Эдельмана в соответствии с требованиями ГОСТ 17.4.3.01-83 «Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб».

Впоследствии пробы были доставлены в эколого-аналитическую лабораторию мониторинга и защиты окружающей среды, где подготавливались к исследованиям и анализировались на определение обменной кислотности по ГОСТ 26484-85, определение содержания подвижных соединений тяжелых металлов (Zn, Cd, Pb и Cu) из ацетатно-аммонийной вытяжки инверсионно-вольтамперометрическим методом по ПНД Ф 16.1:2.2:3.48-06 «Методика выполнения измерений массовой концентрации цинка, кадмия, свинца, меди, марганца, мышьяка и ртути в почвах, тепличных грунтах, сапропелях, илах, донных отложениях, твердых отходах методом инверсионной вольтамперометрии на анализаторах типа ТА», а также на определение суммарного содержания нефтепродуктов флуориметрическим методом по ПНД Ф 16.1:2.21-98 «Методика выполнения измерений массовой доли нефтепродуктов в пробах почв и грунтов флуориметрическим методом с использованием анализатора жидкости «ФЛЮОРАТ-02». Данные методические руководства соответствуют современным нормативным требованиям по количественному эколого-химическому анализу почвенных проб [13]. Повторность в аналитических измерениях – трехкратная, вариационный анализ использовался при статистической обработке полученных результатов.

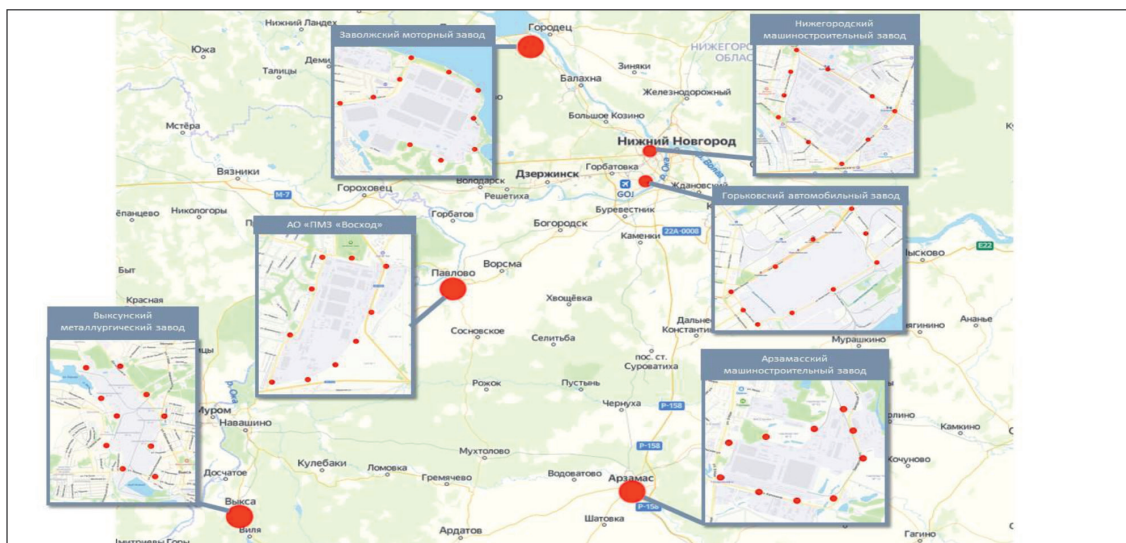


Рис. 1. Карта расположения точек отбора проб почвы с территорий машиностроительных предприятий Нижегородской области



Рис. 2. Внешний вид и границы территории объекта «Шуваловская свалка», расположение точек отбора проб почвенно-техногенной смеси

Результаты исследования и их обсуждение

Данные табл. 1 отражают уровень фонового накопления приоритетных экотоксикантов в почвенно-техногенной смеси с объекта накопленного экологического вреда «Шуваловская свалка» г. Нижнего Новгорода. Для городской территории Нижнего Новгорода данный объект имеет приоритетное значение, поскольку за счет длительного размещения промышленных и бытовых отходов в 2019 г. он был включен в Госу-

дарственный реестр объектов накопленного экологического вреда окружающей среде, при этом в настоящее время завершается его рекультивация [14].

Прежде всего нужно отметить, что содержание исследованных экотоксикантов имело различный градиент аккумуляции в толще почвенно-техногенной смеси. В частности, если подвижные формы цинка, меди и нефтепродуктов накапливались преимущественно в верхнем слое (гор-т A_1), где их содержание достигало соответственно 42, 102 и 3% от ПДК, то содержание

подвижных фракций кадмия и свинца было максимальным на глубине почвенно-техногенной смеси (гор-т В) по сравнению с дневным горизонтом, где достигало соответственно 54 и 10% от ПДК (ОДК).

Минимальный уровень аккумуляции в почвогрунте в целом оказался характерен для мобильных соединений свинца и нефтепродуктов, максимальный – для цинка, кадмия и меди. По-видимому, данные тенденции могли быть сопряжены с контрастным размещением массы отходов, размещаемых на полигоне, и неравномерной инфильтрацией стоков в вертикали профиля почвенно-техногенной смеси [4, 9], что подтверждается и высокой вариабельностью показателей по территории объекта. Так, значения коэффициента вариации по содержанию цинка, кадмия и меди здесь достигали соответственно 147, 121 и 197%.

В табл. 2 показана вариабельность концентраций аналогичных загрязняющих веществ, накопленных в естественном почвенном покрове с территорий, которые

непосредственно прилегают к промышленным объектам Нижегородской области. В целом нужно отметить, что в сравнении с почвогрунтом полигона «Шуваловская свалка» уровень аккумуляции экотоксикантов в почвах промзон оказался много ниже и, что важно, не имел столь существенной территориальной вариабельности.

В частности, максимальное накопление подвижных соединений цинка было характерно для почв Нижегородского машиностроительного завода (до 6,3% от ПДК) и автозавода «ГАЗ» (до 5,4% от ПДК), а наибольшее накопление кадмия – для почвенного покрова территорий автозавода «ГАЗ» (до 26% от ОДК) и Заволжского моторного завода (до 29% от ОДК). Содержание подвижных фракций свинца оказалось наибольшим в почвах территории Выксунского металлургического завода (до 7% от ПДК) и автозавода «ГАЗ» (до 14% от ПДК), а подвижных фракций меди – в почвах территории Заволжского моторного завода, где достигало 162% от ПДК.

Таблица 1

Вариабельность обменной кислотности и содержания приоритетных экотоксикантов в почвенно-техногенной смеси на техногенном объекте «Шуваловская свалка»

Показатель	Г	Min, мг/кг	Max, мг/кг	Med, мг/кг	sD	V,%	ПДК
pH _{КСР} , ед. pH	A ₁	5,70	6,28	5,87	0,11	4	[5,2-6,5]
	B	4,28	5,84	5,40	0,28	12	
Цинк (Zn)	A ₁	0,1330	9,7600	2,7294	1,7965	147	23,0
	B	0,1630	4,8600	1,5204	0,8678	128	
Кадмий (Cd)	A ₁	0,0176	0,7610	0,3588	0,1404	88	[2,0]
	B	0,0205	1,0800	0,3595	0,1952	121	
Свинец (Pb)	A ₁	0,0479	0,4140	0,2152	0,0823	86	6,0
	B	0,0225	0,5930	0,2818	0,1117	89	
Медь (Cu)	A ₁	0,0079	3,0600	0,6777	0,5960	197	3,0
	B	0,0030	0,2080	0,0622	0,0372	134	
Нефтепродукты	A ₁	2,48	32,20	21,60	5,39	56	[1000]
	B	0,65	29,30	15,55	5,90	85	

Примечания, здесь и далее: Г – условный горизонт почвенного профиля, Min – минимальное значение показателя в вариационном ряду, Max – максимальное значение показателя в вариационном ряду, Med – среднее значение показателя, sD – стандартное отклонение среднего значения, V – коэффициент вариации; ПДК – предельно допустимые концентрации подвижных соединений тяжелых металлов в почвах согласно ГН 2.1.7.2041-06; *н.п.о.* – по показателю установлено значение ниже предела обнаружения в соответствии с используемой методикой КХА почвенных проб. В квадратных скобках: по обменной кислотности почвы – средневзвешенное справочное значение показателя относительно дерново-подзолистых почв естественного педогенеза по Нижегородской области, по нормативному содержанию кадмия – в близких к нейтральным и нейтральных суглинистых почвах дано ОДК по ГН 2.1.7.2511-09, по нормативному содержанию нефтепродуктов – минимально допустимый уровень загрязнения в соответствии с Письмом «Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами» (утв. Роскомземом от 10.11.1993 г. и Минприроды РФ от 18.11.1993 г.).

Таблица 2

Вариабельность обменной кислотности и содержания приоритетных экотоксикантов (мг/кг) в почвенном покрове территорий промышленных предприятий по Нижегородской области

Показатель	Min	Max	Med	sD	V, %	ПДК
1	2	3	4	5	6	7
<i>АО «Павловский машиностроительный завод «Восход» (г. Павлово)</i>						
pH _{КСР} , ед. рН	6,66	6,95	6,79	0,06	2	[5,2–6,5]
Цинк (Zn)	0,000001	0,004860	0,001583	0,001107	140	23,0
Кадмий (Cd)	0,000001	0,054200	0,026210	0,015111	115	[2,0]
Свинец (Pb)	0,000001	0,065700	0,038200	0,015807	83	6,0
Медь (Cu)	н.п.о.	н.п.о.	–	–	–	3,0
Нефтепродукты	3,97	38,15	20,82	7,22	69	[1000]
<i>АО «Выксунский металлургический завод» (г. Выкса)</i>						
pH _{КСР} , ед. рН	5,78	7,10	6,62	0,31	10	[5,2–6,5]
Цинк (Zn)	0,003160	0,037800	0,015465	0,007742	50	23,0
Кадмий (Cd)	0,023140	0,038500	0,027710	0,003628	26	[2,0]
Свинец (Pb)	0,025400	0,428000	0,304100	0,093550	62	6,0
Медь (Cu)	н.п.о.	н.п.о.	–	–	–	3,0
Нефтепродукты	2,16	85,75	24,61	20,40	166	[1000]
<i>ПАО «Арзамасский машиностроительный завод» (г. Арзамас)</i>						
pH _{КСР} , ед. рН	5,52	5,77	5,50	0,10	4	[5,2–6,5]
Цинк (Zn)	0,000001	0,000135	0,000062	0,000031	100	23,0
Кадмий (Cd)	н.п.о.	н.п.о.	–	–	–	[2,0]
Свинец (Pb)	0,000001	0,000145	0,000049	0,000034	140	6,0
Медь (Cu)	0,000568	0,000958	0,000788	0,000082	21	3,0
Нефтепродукты	3,83	20,95	10,66	4,00	75	[1000]
<i>АО «Нижегородский машиностроительный завод» (г. Нижний Новгород)</i>						
pH _{КСР} , ед. рН	7,01	7,40	7,20	0,08	2	[5,2–6,5]
Цинк (Zn)	0,091200	1,460000	0,811800	0,284228	70	23,0
Кадмий (Cd)	0,001320	0,084500	0,047255	0,020644	87	[2,0]
Свинец (Pb)	0,000125	0,032500	0,011560	0,007645	132	6,0
Медь (Cu)	н.п.о.	н.п.о.	–	–	–	3,0
Нефтепродукты	3,77	18,75	11,34	3,06	54	[1000]
<i>ОАО «Горьковский автомобильный завод» (г. Нижний Новгород)</i>						
pH _{КСР} , ед. рН	6,04	6,50	6,29	0,12	4	[5,2–6,5]
Цинк (Zn)	0,623000	1,240000	0,872500	0,135600	31	23,0
Кадмий (Cd)	0,089600	0,514000	0,302650	0,087207	58	[2,0]
Свинец (Pb)	0,530000	0,834000	0,687000	0,064231	19	6,0
Медь (Cu)	0,000029	0,000268	0,000121	0,000051	85	3,0
Нефтепродукты	8,32	14,15	11,82	1,38	23	[1000]
<i>ПАО «Заволжский моторный завод» (г. Заволжье)</i>						
pH _{КСР} , ед. рН	5,70	5,94	5,91	0,12	4	[5,2–6,5]
Цинк (Zn)	0,002570	0,109000	0,039743	0,024025	121	23,0
Кадмий (Cd)	0,244000	0,576000	0,380000	0,070942	37	[2,0]
Свинец (Pb)	0,000001	0,000089	0,000023	0,000022	189	6,0
Медь (Cu)	0,005730	4,860000	1,690630	1,145966	136	3,0
Нефтепродукты	2,85	10,20	8,04	1,74	43	[1000]

По уровню фоновой аккумуляции нефтепродуктов в почвах нужно сказать, что в целом он оказался несущественным и в наибольшей степени достигал 4 и 9% от ПДК соответственно в почвах территории Павловского машиностроительного завода и Выксунского металлургического завода.

Заключение

В результате проведенного исследования по изучению почвенного покрова некоторых промышленных территорий Нижегородской области и почвенно-техногенной смеси объекта накопленного экологического вреда г. Нижнего Новгорода было установлено, что фоновая аккумуляция приоритетных для региона экотоксикантов имеется, при этом она не составляет существенных величин относительно уровня их допустимых концентраций. Для почвогрунтов полигона отходов максимальное накопление характерно для цинка (21–42% от ПДК), кадмия (38–54% от ОДК) и меди (1–102% от ПДК). Для естественного почвенного покрова некоторых промзон по Нижегородской области наибольшее аккумулярование загрязняющих веществ варьирует в диапазонах 5,4–6,3% от ПДК по цинку, 2,0–25,5% от ОДК по кадмию, 7,0–13,8% от ПДК по свинцу и 1,0–162,0% от ПДК по меди. Накопление нефтепродуктов в почвах несущественно и составляет не более 3,8–8,5% от условного ПДК.

Список литературы / References

1. Кастерина Н.Г., Околелова А.А., Заикина В.Н. Поллютанты в почвах агломерации Волгоград – Волжский // Естественно-гуманитарные исследования. 2015. № 9 (3). С. 15–26.
2. Куролап С.А., Федотов В.И. Геоэкологические основы мониторинга и эколого-гигиеническое зонирование городской среды // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. 2000. № 1. С. 120–123.
3. Мотузова Г.В., Безуглова О.С. Экологический мониторинг почв. М.: Гуадеамус, Академический проспект, 2007. 238 с.
4. Мотузова Г.В., Безуглова О.С. Environmental soil monitoring. M.: Guadeamus, Aka-demicheskij prospekt, 2007. 238 p. (in Russian).
5. Водяницкий Ю.Н. Природные и техногенные соединения тяжелых металлов в почвах // Почвоведение. 2014. № 4. С. 420–432.
6. Vodyanitskiy Yu.N. Natural and man-made compounds of heavy metals in soils // Pochvovedenie. 2014. № 4. P. 420–432 (in Russian).

5. Майстренко В.Н., Клюев Н.А. Эколого-аналитический мониторинг стойких органических загрязнений. М.: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2004. 323 с.
6. Maystrenko V.N., Klyuev N.A. Environmental and analytical monitoring of persistent organic pollutants. M.: BINOM, Laboratoriya znanij, 2004. 323 p. (in Russian).
6. Хаустов А.П., Редина М.М. Нормирование и снижение загрязнения окружающей среды. М.: Издательство Юрайт, 2016. 387 с.
7. Хаустов А.П., Редина М.М. Standardization and reduction of environmental pollution. M.: Izdatel'stvo Yurajt, 2016. 387 p. (in Russian).
7. Козлов А.В., Уромова И.П. Экспертиза территориальных различий в уровне концентраций легко подвижных форм приоритетных экотоксикантов в урбаноцемах Нижнего Новгорода и анализ их интегральной токсичности // Успехи современного естествознания. 2019. № 12. С. 57–62.
8. Kozlov A.V., Uromova I.P. Examination of territorial differences in concentrations of easily mobile forms of priority ecotoxicants in urbanosemes of Nizhny Novgorod and analysis of their integral toxicity // Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. 2019. № 12. P. 57–62 (in Russian).
8. Мажайский Ю.А. Нейтрализация загрязненных почв. Рязань: Мещерский филиал ГНУ ВНИИГиМ Россельхозакадемии, 2008. 528 с.
9. Mazhayskiy Yu.A. Neutralization of contaminated soils. Ryazan': Meshcherskiy filial GNU VNIIGiM Rossel'hozakademii, 2008. 528 p. (in Russian).
9. Иванова Ю.С., Горбачев В.Н. Загрязнение почв тяжелыми металлами под влиянием несанкционированных свалок (медико-экологический аспект) // Ульяновский медико-биологический журнал. 2012. № 1. С. 119–124.
10. Ivanova Yu.S., Gorbachev V.N. Soil contamination by heavy metals under the influence of unauthorized landfills (medical and environmental aspect) // Ul'yankovskiy mediko-biologicheskij zhurnal. 2012. № 1. P. 119–124 (in Russian).
10. Шевчук А.В. Эколого-экономические аспекты ликвидации накопленного ущерба в арктической зоне Российской Федерации // Природообустройство. 2013. № 5. С. 80–83.
11. Shevchuk A.V. Environmental and economic aspects of coping with accumulated damage in the Arctic zone of the Russian Federation // Prirodoobustroystvo. 2013. № 5. P. 80–83 (in Russian).
11. Козырева О.А. Теоретизация и моделирование педагогических условий в профессиональной деятельности научно-педагогического работника // Вестник Мининского университета. 2021. Т. 9. № 1 (34). С. 3.
12. Kozyreva O.A. Theorization and modeling of pedagogical conditions in the professional activities of a scientific and pedagogical worker // Vestnik of Minin University. 2021. T. 9. № 1 (34). P. 3 (in Russian).
12. Копчик Г.Н. Современные подходы к ремедиации почв, загрязненных тяжелыми металлами (обзор литературы) // Почвоведение. 2014. № 7. С. 851–868.
13. Koptsik G.N. Current approaches to remediation of soils, contaminated with heavy metals (literature review) // Pochvovedenie. 2014. № 7. P. 851–868 (in Russian).
13. Козлов А.В. Оценка экологического состояния почвенного покрова и водных объектов: учебно-методическое пособие. Н. Новгород: Мининский университет, 2016. 146 с.
14. Kozlov A.V. Environmental assessment of soil cover and water objects: study guide. N. Novgorod: Mininskij universitet publ. house, 2016. 146 p. (in Russian).
14. Федеральная целевая программа «Ликвидация накопленного экологического ущерба» на 2014–2025 годы // Протокол совещания (п. 3) Председателя Правительства Российской Федерации Д.А. Медведева от 09.01.2013 г. № ДМ-П9-2пр. 47 с.
15. Federal target program «The elimination of accumulated environmental damage» for 2014–2025 // Minutes of the meeting (p.3) of the Chairman of the Government of the Russian Federation D.A. Medvedev ot 09.01.2013 g. № DM-P9-2pr. 47 p. (in Russian).