

УДК; 502.35; 504.054; 631.4

О.В. Наместникова¹, М.В. Бузаева²¹Академия ГПС МЧС России, ²Ульяновский государственный технический университет; e-mail: ovnamestnikova@inbox.ru)

МОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ ХРОМОМ И МАРГАНЦЕМ В СИСТЕМЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ КРУПНОГО ГОРОДА

Загрязнение московской агломерации, в том числе почвенного покрова, является острой проблемой. В статье рассматривается загрязненность почв Северо-восточного административного округа (СВАО) г. Москвы тяжёлыми металлами – хромом и марганцем. Дана оценка загрязнения почв данными тяжёлыми металлами в зависимости от функциональной принадлежности территорий СВАО. Выявлено, что пространственное распределение хрома в почвах округа равномерное и не превышает нормативных значений. Содержание марганца по подвижным формам напротив носит неравномерный характер и в подавляющем большинстве образцов не соответствует нормативам качества почв на территории исследуемого округа.

Ключевые слова: экологическая безопасность, загрязнение городских почв, тяжёлые металлы, хром, марганец.

Пространственное загрязнение почвенного покрова отражает как особенности эмиссии загрязняющих веществ, так и механизмы их распространения. **Тяжёлые металлы (ТМ)** представляют угрозу среде обитания человека и других живых организмов, поэтому обнаружение таких пространственных неоднородностей и изучение их происхождения актуальны как в научном, так и в практическом плане.

Почвенный мониторинг является основным источником информации для оценки состояния и качества почв и земель, особенно в условиях крупных городов. Результаты сбора, постоянной актуализации и анализа наблюдений с созданием картографических материалов как неотъемлемой части работ, повышающих информационную поддержку принятия решений по управлению урбанизированными территориями используются для подготовки различных управленческих решений, которые направлены в первую очередь на предотвращение процессов ухудшающих состояние почвенного покрова [1].

Целью данного исследования являются оценка степени загрязнения почв **Северо-восточного административного округа (СВАО)** г. Москвы хромом и марганцем, а также изучение их пространственного распределения на территории 17 административных районов исследуемого округа.

На территории СВАО г. Москвы в зоне жилой застройки в основном распространены урбаноземы (слабо- и среднегумусированные, среднеспособные) с примесью городского мусора формирующиеся на грунтах разного происхождения и на культурном слое, а также экраноземы (запечатанные почвы) – закрытые асфальтобетоном и иным дорожным покрытием, зданиями и сооружениями. В промышленных зонах почвы представлены в разной степени химиче-

ски загрязнёнными индустриземами на насыпных и привозных грунтах, частично сохраняются урбаноземы, значительные площади заняты запечатанными почвами. Мелкими участками фрагментированы интруземы, пропитанные в профиле органическими масляно-бензиновыми жидкостями (в основном в местах расположения автозаправочных станций), в районах новостроек – реплантоземы (почвоподобные тела), нанесенных на поверхность рекультивируемой породы из смеси насыпных или других свежих грунтов. Наиболее сохранённый почвенный покров представлен в лесопарках и городских лесах, где распространены дерново-подзолистые и дерново-урбоподзолистые почвы. Встречаются также агроурбоземы (культуросемы) – городские почвы ботанических садов, старых огородов, развивающихся на культурном слое или на грунтах разного происхождения, а также некросемы – почвы, входящие в комплекс почв городских кладбищ [2, 3].

С целью изучения экологического состояния почвенного покрова СВАО г. Москвы отбор проб почв и земель проводился с учётом функционального деления территорий города в соответствии с Законом г. Москвы от 5 мая 2010 г. № 17 "О генеральном плане города Москвы". С исследуемой территории было отобрано для аналитической обработки 174 образца почвы. В связи с тем, что хром и марганец поступают в городские почвы в основном аэрогенным путём и локализуются преимущественно в поверхностном слое почвы, отбор почвенного материала проводился послойно с двух горизонтов: 0-5 и 5-20 см.

При проведении аналитических исследований проб почв определяли валовое содержание ТМ (Методические указания по определению тяжёлых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства) и их подвижные формы (РД 52.18.289-90¹) в лаборатории физико-химического анализа управления научных исследований Ульяновского государственного технического университета методом атомно-адсорбционной спектроскопии, так как значительное число нормативов качества ориентированы именно на данный метод. Опасность загрязнения почв тяжёлыми металлами оценивалась по существующим нормативам (ГН 2.1.7.20.41-06). К полученным данным применялась первичная обработка базовыми методами описательной статистики.

Средние значения кислотно-основных характеристик, содержания органического вещества и ТМ – валовых и подвижных форм – по районам СВАО г. Москвы приведены в табл. 1.

По результатам мониторинга почв территории СВАО г. Москвы в 2016 г. установлено, что величина кислотности в почвах города колеблется в широких пределах. В гумусном слое почвы (глубина 0-5 см): 1,2 % почвенных образцов имеют слабощелочную и щелочную реакцию среды (рН = 7,5-8,5); 44,7 % проб – близкую к нейтральной и нейтральную (рН = 6,5-7,5); 47,1 % проб – слабокислую реакцию (рН = 5,5-6,5); 5,8 % – среднекислую реакцию (рН = 4,5-4,5); сильноокислая реакция (рН = 4-4,5) наблюдалась лишь в одной пробе (1,2 %).

¹РД 52.18.289-90 Методические указания. Методика выполнения измерений массовой доли подвижных форм металлов (меди, свинца, цинка, никеля, кадмия, кобальта, хрома, марганца) в пробах почвы атомно-абсорбционным анализом

В слое почвы глубиной 5-20 см: 9,2 % почвенных образцов имеют слабощелочную и щелочную реакцию среды; 65,5 % – близкую к нейтральной и нейтральную; 18,3 % – слабокислую реакцию; 3,5 % – среднекислую реакцию; 2,3 % – сильнокислую реакцию; очень сильнокислая реакция (рН менее 4) наблюдалась только в одной пробе (1,2 %) [2].

Таблица 1

**Обобщённые средние результаты исследования почв и земель
СВАО г. Москвы по районам в 2016 г.**

Наименование района	Глубина отбора проб, см	рН	Гумус ¹ , %	Валовое содержание металла, мг/кг		Содержание подвижных форм металла, мг/кг	
				Mn	Cr	Mn	Cr
Алексеевский	0-5	6,35 ± 0,08	4,2 ± 0,4	373 ± 31	54,5 ± 5,1	165,9 ± 18,2	2,12 ± 0,44
	5-20	6,85 ± 0,07	-	346 ± 48	44,8 ± 6,7	129,4 ± 15,8	1,69 ± 0,16
Алтуфьевский	0-5	6,90 ± 0,14	1,9 ± 0,2	125 ± 17	80,4 ± 10,0	51,7 ± 5,8	0,97 ± 0,16
	5-20	7,35 ± 0,07	-	93 ± 7	73,6 ± 5,8	33,2 ± 4,4	3,75 ± 0,47
Бабушкинский	0-5	6,69 ± 0,07	3,0 ± 0,3	104 ± 17	59,8 ± 3,8	48,5 ± 6,2	2,55 ± 0,41
	5-20	7,01 ± 0,08	-	113 ± 17	63,0 ± 7,8	43,8 ± 7,1	3,47 ± 0,29
Бибирево	0-5	6,36 ± 0,07	5,5 ± 0,3	272 ± 29	54,5 ± 5,3	116,4 ± 14,2	2,08 ± 0,42
	5-20	6,73 ± 0,08	-	303 ± 34	48,9 ± 4,6	118,9 ± 14,5	2,49 ± 0,36
Бутырский	0-5	6,68 ± 0,10	5,0 ± 0,3	361 ± 26	54,9 ± 5,6	149,3 ± 13,8	2,18 ± 0,36
	5-20	6,88 ± 0,09	-	382 ± 39	55,3 ± 4,9	130,9 ± 20,6	2,32 ± 0,34
Лианозово	0-5	6,09 ± 0,11	2,1 ± 0,3	375 ± 43	58,3 ± 5,1	161,2 ± 21,6	2,28 ± 0,39
	5-20	5,97 ± 0,11	-	471 ± 55	54,4 ± 6,0	177,9 ± 11,4	2,18 ± 0,16
Лосиноостровский	0-5	5,69 ± 0,10	2,4 ± 0,3	419,7 ± 43	42,8 ± 3,6	188,1 ± 21,4	1,04 ± 0,19
	5-20	6,13 ± 0,08	-	365 ± 24	41,3 ± 4,0	118,4 ± 12,7	1,64 ± 0,19
Марфино	0-5	6,59 ± 0,09	3,4 ± 0,4	389 ± 34	63,9 ± 5,8	145,1 ± 20,1	2,99 ± 0,46
	5-20	6,57 ± 0,09	-	389 ± 53	52,9 ± 5,9	147,4 ± 15,4	2,52 ± 0,22
Марьяна роща	0-5	6,40 ± 0,11	5,1 ± 0,5	296 ± 30	53,2 ± 4,7	120,4 ± 14,3	1,79 ± 0,34
	5-20	6,74 ± 0,08	-	298 ± 29	53,8 ± 5,2	108,8 ± 13,2	2,72 ± 0,29
Останкинский	0-5	6,19 ± 0,08	4,2 ± 0,3	362 ± 29	55,2 ± 4,3	155,9 ± 17,6	2,06 ± 0,35
	5-20	6,32 ± 0,09	-	392 ± 39	48,1 ± 6,5	132,7 ± 16,4	1,89 ± 0,18
Отрадное	0-5	6,79 ± 0,08	3,6 ± 0,2	261 ± 25	50,9 ± 3,9	109,7 ± 11,8	2,20 ± 0,39
	5-20	7,10 ± 0,10	-	266 ± 27	44,3 ± 4,6	89,5 ± 10,6	2,48 ± 0,27
Ростокино	0-5	6,24 ± 0,09	6,1 ± 0,4	296 ± 27	59,6 ± 4,5	130,5 ± 16,6	2,29 ± 0,44
	5-20	6,80 ± 0,07	-	269 ± 32	53,5 ± 6,4	103,3 ± 14,2	2,54 ± 0,28
Свиблово	0-5	6,62 ± 0,10	5,1 ± 0,2	216 ± 28	50,1 ± 4,4	87,5 ± 9,1	1,49 ± 0,34
	5-20	7,09 ± 0,09	-	306 ± 28	57,6 ± 8,6	109,7 ± 17,1	3,13 ± 0,39
Северное Медведково	0-5	6,16 ± 0,09	6,3 ± 0,3	282 ± 34	59,0 ± 5,2	132,1 ± 16,8	2,35 ± 0,48
	5-20	6,55 ± 0,08	-	324 ± 42	50,4 ± 6,2	113,7 ± 15,3	2,46 ± 0,15
Северный	0-5	5,96 ± 0,05	3,78 ± 0,3	247 ± 22	61,3 ± 3,6	126,7 ± 11,2	1,92 ± 0,37
	5-20	5,42 ± 0,09	-	314 ± 26	60,4 ± 4,7	111,9 ± 14,3	1,84 ± 0,12
Южное Медведково	0-5	6,34 ± 0,05	2,1 ± 0,3	417 ± 34	68,5 ± 7,5	164,9 ± 21,3	0,92 ± 0,13
	5-20	6,06 ± 0,09	-	394 ± 43	57,6 ± 4,9	149,4 ± 15,0	2,78 ± 0,11
Ярославский	0-5	6,62 ± 0,17	2,6 ± 0,3	142 ± 24	52,9 ± 4,1	75,6 ± 9,8	2,02 ± 0,47
	5-20	6,96 ± 0,09	-	131 ± 22	53,3 ± 9,5	61,4 ± 6,8	2,81 ± 0,25
ПДК, мг/кг	-	-	-	1500 ²	90 ³ (0,05) ⁴	60-100 ⁵	6,0 ⁶

¹ гумус определялся только в поверхностном слое почвы (глубина 0-5 см);

² в соответствии с ГН 2.1.7.2041-06²;

³ нормативное значение восстановленной формы дано по Водяницкому Ю.Н [4];

⁴ нормируется по Cr⁺⁶ в соответствии с ГН 2.1.7.2041-06²;

⁵ значение нормативов подвижной формы в дерново-подзолистой почве в зависимости от рН почвенного раствора в соответствии с ГН 2.1.7.2041-06²;

⁶ нормируется по Cr⁺³ в соответствии с ГН 2.1.7.2041-06²

² ГН 2.1.7.2041-06. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве

В большинстве проб, взятых с территорий наиболее подверженных антропогенному воздействию, реакция среды выше, чем у природных почв. Это связано с поступлением в них большего количества уличной пыли, содержащей карбонаты, хлориды и другие соли щелочных и щелочноземельных металлов (в первую очередь кальция и магния), источником которой являются автомобильные дороги, промышленные предприятия, а также широко применяемые в г. Москве в холодный период года противогололедные реагенты [3].

На территории СВАО г. Москвы преобладают почвы со средним (содержание гумуса 4-6 %) – 20,7 %, низким (2-4 %) – 28,7 % и очень низким содержанием органического вещества (менее 2 %) – 20,7 % проб почв. Доли проб почв с повышенным (6-8 %) и высоким (более 8 %) содержанием гумуса соответственно составляют 19,5 и 10,4 %. Среднее содержание гумуса в почвах *особо охраняемых природных территорий (ООПТ)*, природных и озеленённых территорий составляет 5,84 %. Для почв территорий с промышленной функциональной принадлежностью – 2,93 % [2, 3].

Избыточное содержание ТМ в городских почвах оказывает угнетающее и токсическое действие на живые организмы и является источником вторичного загрязнения сопредельных сред. Валовое содержание ТМ характеризует общий уровень загрязнённости почв, а доступность элементов для растений и миграционная способность в сопредельные среды ТМ определяется их подвижными формами.

Значение ПДК валового содержания хрома в почвах России не нормируется, поэтому авторами используется ориентировочное нормативное значение восстановленной формы данного элемента по Водяницкому Ю.Н. [4]. Подвижные формы хрома и формы содержания марганца в почвах регламентированы по ГН 2.1.7.2041-06³.

Фоновое значение вещества в почвах характеризует его уровень содержания, сравнение с которым позволяет обнаружить превышение в аналогичных почвах, подверженных антропогенному воздействию. За фоновое содержание может быть принято количество элемента в погребальных почвах, в ранее опубликованных сведениях о состоянии исследуемых почв до их антропогенного загрязнения, а также сведения о содержании контролируемых элементов в почвах фоновых территорий, удалённых от локальных источников загрязнения на 50-100 км [5]. Кроме того, в качестве фонового уровня используется региональный средний уровень, кларк или среднемировое содержание данного элемента в почве [СП 11-102-97⁴, 6]. Региональные кларки могут иметь по сравнению с кларками земной коры более низкие значения содержания ТМ. Необходимо отметить также, что некоторые из кларков со временем значительно изменились. Например, кларк хрома сегодня оценивается в 3 раза ниже, чем в 60-е годы прошлого столетия (табл. 2).

³ГН 2.1.7.2041-06. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве;

⁴СП 11-102-97. Свод правил. Инженерно-экологические изыскания для строительства

Для оценки степени биологического воздействия необходимо знание уровня токсичности ТМ. Согласно ГОСТ 17.4.1.02-83⁵, хром относится ко второму классу опасности (степень опасности элемента – умеренная, а марганец – к третьему (степень опасности элемента – малоопасная). Однако на сегодняшний день доказана канцерогенность хрома. В природоохранной литературе по числу публикаций данный элемент разделяет первое место с высокоопасным мышьяком, поэтому исходя из новых данных о степени токсичности хрома, вероятно, его следует переместить в группу высокоопасных элементов [8].

Таблица 2

Фоновый уровень валового содержания тяжёлых металлов в почвах, мг/кг

Тяжёлые металлы	СП 11-102-97 ⁶ *	[6]	[7]
Кадмий (Cd)	0,05/0,12/0,24	0,5	-
Марганец (Mn)	-	800	540
Медь (Cu)	8/15/25	20	15
Никель (Ni)	6/30/45	40	52
Свинец (Pb)	6/15/20	10	13
Хром (Cr)	-	200	72
Цинк (Zn)	28/45/68	50	35

*соответственно значения даны для почв: дерново-подзолистые и супесчаные/дерново-подзолистые суглинистые и глинистые/черноземы

Токсичность и биологическая доступность ТМ в почвенном покрове зависят от реакционной способности и химической формы элемента (степень окисления элемента в соединении, физические свойства соединения элемента и пр.). Например, для хрома большое значение имеет степень окисления: шестивалентная форма хрома (в составе аниона) полностью растворима, следовательно, соединения легкоподвижны в грунтовых водах и почвенных растворах и токсичны для живых организмов. Напротив, восстановленный хром до степени окисления +3 относительно малорастворим, стабилен и малоопасен для транслокации элемента в сопредельные среды.

Результаты исследований на содержание валовых форм хрома в почвах СВАО г. Москвы в 2016 г. показали, что концентрации элемента находятся в диапазоне от 20,5 до 93,8 мг/кг (в слое глубиной 0-5 см) и от 25,2 до 95,5 мг/кг (в слое глубиной 5-20 см). По сравнению с фоном концентрации хрома в основном имеют более низкие значения. Средние значения валового содержания хрома в различных функциональных зонах исследуемого округа практически одинаковы (рис. 1).

Распределение хрома по профилю почв имеет очень однообразный характер и не зависит от содержания гумуса, что свидетельствует об отсутствии загрязнения почв данным элементом.

Содержание подвижных форм хрома изменяется по территории СВАО г. Москвы в диапазоне: в горизонте 0-5 см от 0,22 до 4,75 мг/кг (при ПДК = 6 мг/кг); в горизонте 5-20 см – от 0,09 до 5,84 мг/кг. Вся территория округа соответствует нормативам качества по хромуму.

⁵ГОСТ 17.4.1.02-83. Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения;

⁶СП 11-102-97. Свод правил. Инженерно-экологические изыскания для строительства

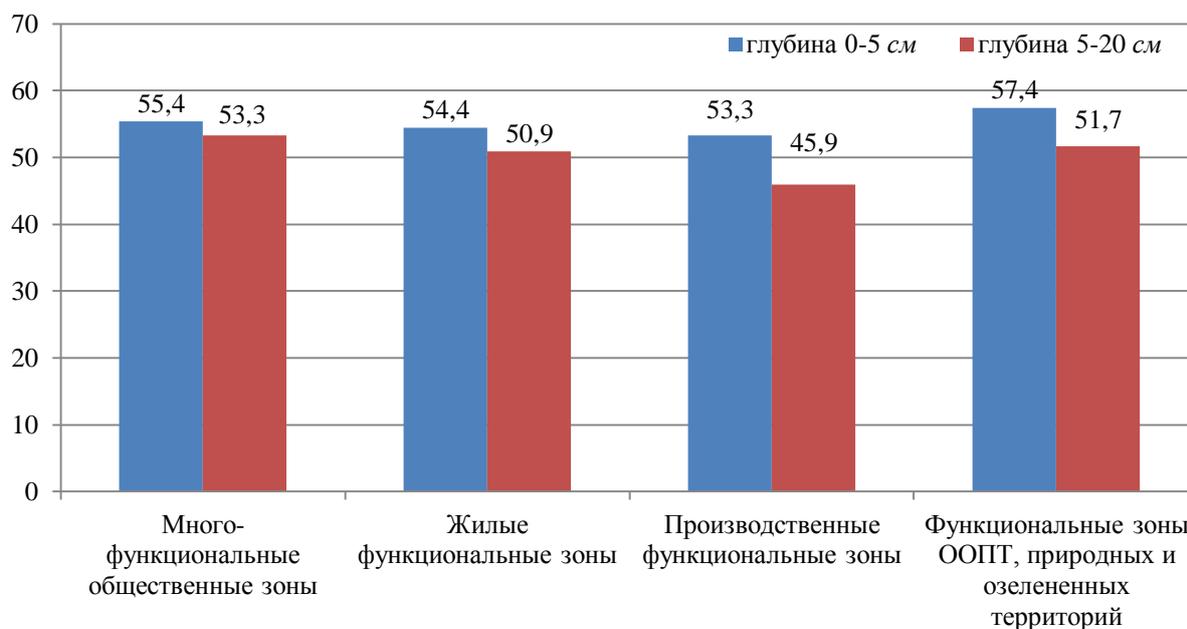


Рис. 1. Валовое содержание хрома в почвах СВАО г. Москвы в зависимости от функциональной принадлежности территорий в 2016 г. (средние значения концентраций в мг/кг)

Содержание подвижных форм хрома в процентном соотношении от валовых колеблется незначительно: минимальные и максимальные значения этого параметра соответственно равны – 0,4 и 6,9 % (на глубине 0-5 см); 0,2 и 10,1 % (на глубине 5-20 см).

Средние значения содержания подвижных форм хрома на территориях с различной функциональной принадлежностью исследуемого округа приведены на рис. 2.

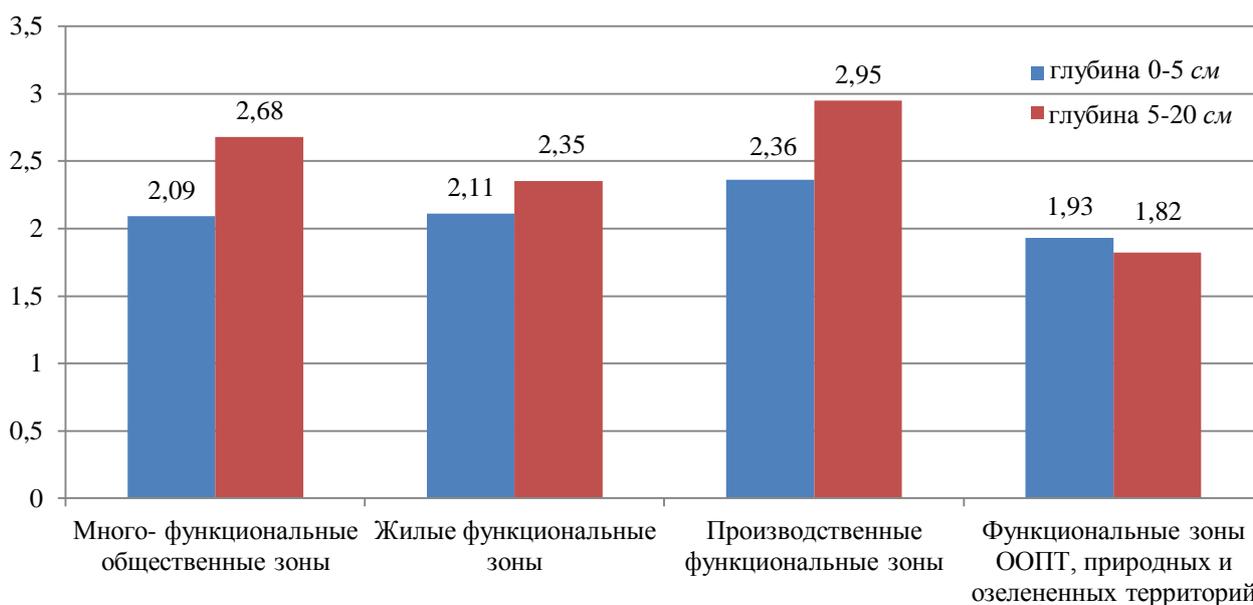


Рис. 2. Содержание подвижных форм хрома в почвах СВАО г. Москвы в зависимости от функциональной принадлежности территорий в 2016 г. (средние значения концентраций в мг/кг)

Результаты исследований на содержание валовых форм марганца в почвах СВАО г. Москвы в 2016 г. показали, что концентрации элемента по территории округа изменяются значительно: от 46 до 851 $мг/кг$ (на глубине 0-5 см) и от 45 до 1004 $мг/кг$ (на глубине 5-20 см). По сравнению с фоном, концентрации валовых форм марганца в основном имеют меньшие значения. Все образцы почв соответствуют установленным нормативам.

Средние значения валового содержания марганца и его подвижных форм в различных функциональных зонах исследуемого округа приведены на рис. 3, 4.

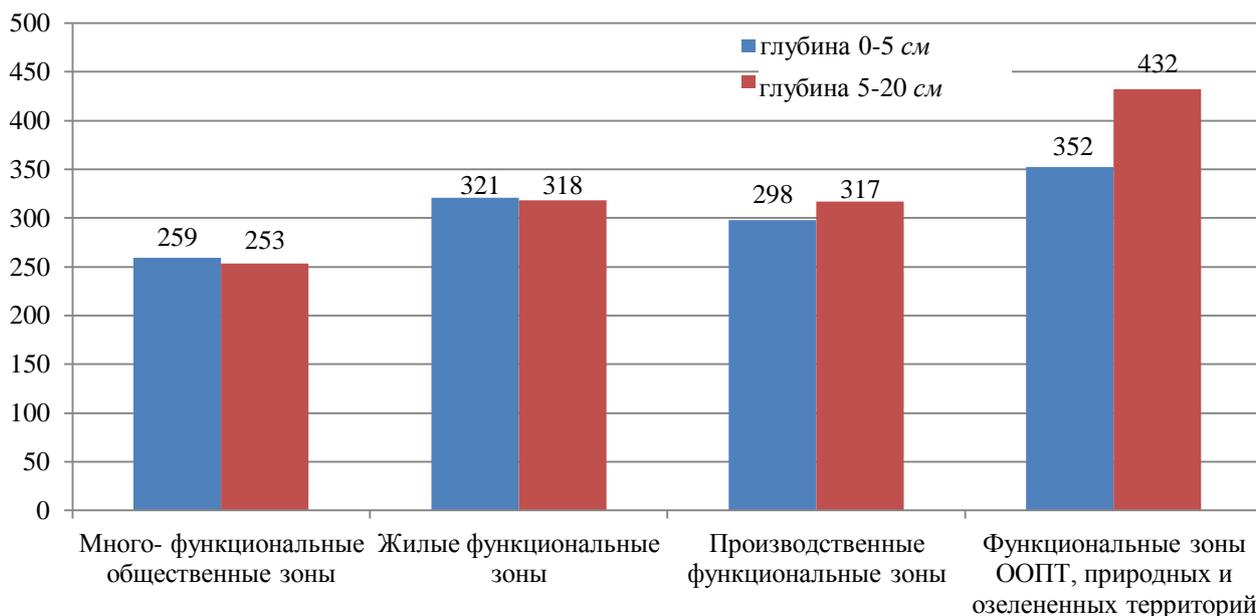


Рис. 3. Валовое содержание марганца в почвах СВАО г. Москвы в зависимости от функциональной принадлежности территорий в 2016 г. (средние значения концентраций в $мг/кг$)

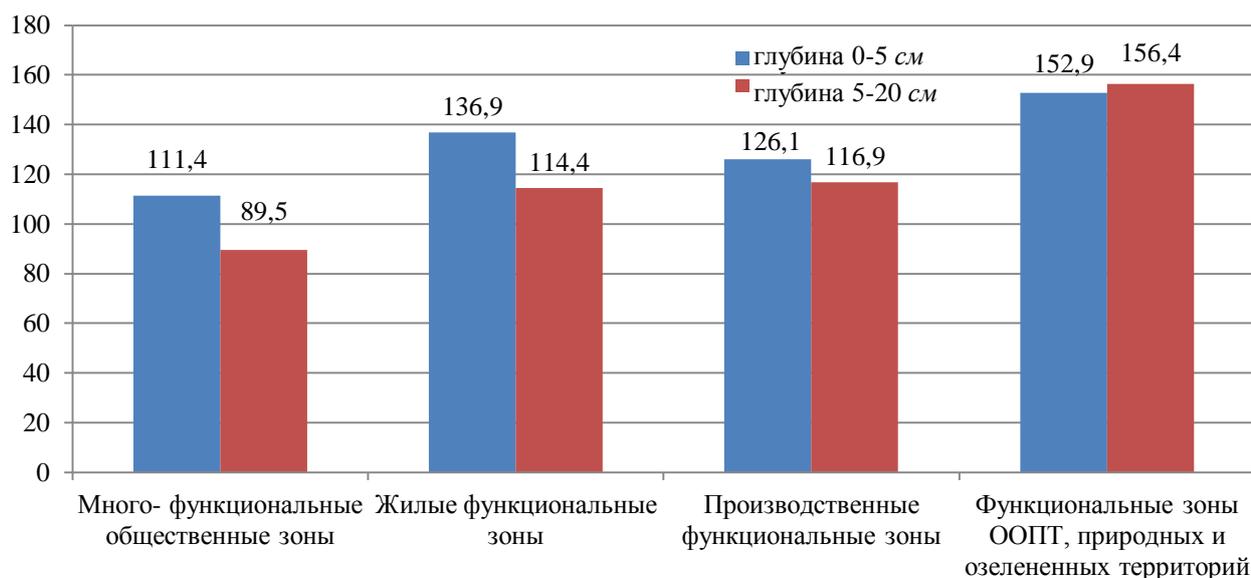


Рис. 4. Содержание подвижных форм марганца в почвах СВАО г. Москвы в зависимости от функциональной принадлежности территорий в 2016 г. (средние значения концентраций в $мг/кг$)

Содержание подвижных форм марганца изменяется по территории СВАО г. Москвы очень значительно: в горизонте 0-5 см от 22,9 до 398,1 мг/кг (при ПДК = 60-100 мг/кг в зависимости от рН почвенного раствора); в горизонте 5-20 см: от 20,1 до 342,9 мг/кг. Большая часть территории города не соответствует нормативам качества по данному элементу. Превышения нормативов были зафиксированы в 63,2 % образцов почв (глубина 0-5 см) и в 60,9 % (глубина 5-20 см).

Превышения концентраций подвижных форм марганца зафиксированы на различных территориях округа независимо от их функционального назначения (в том числе в зонах жилой застройки и на ООПТ, природных и озелененных территориях). Максимальные превышения концентраций марганца в почвах СВАО г. Москвы по сравнению с нормативным значением составляют более чем в 4 раза (рис. 5, 6).

Содержание подвижных форм марганца в процентном соотношении от валовых колеблется в диапазоне: от 30,8 до 64,7 % (глубина 0-5 см); 26,5 и 55,2 % (глубина 5-20 см).

По результатам анализа почвенных образцов составлены карты-схемы содержания подвижных форм марганца, характеризующие геохимическое состояние почв СВАО г. Москвы по данному элементу (рис. 5, 6).

Таким образом, пространственное распределение хрома в почвах СВАО г. Москвы достаточно равномерное и соответствует нормативным значениям. Содержание данного металла в почвенном профиле также имеет однообразный характер. Различия его содержания в почвах с разной функциональной принадлежностью несущественны. Все это свидетельствует об отсутствии загрязнения хромом почв СВАО г. Москвы.

Содержание марганца (подвижные формы) в почвах СВАО г. Москвы, напротив, характеризуется значительной неравномерностью. Превышения нормативов по данному металлу были зафиксированы в 63,2 % образцов почв (глубина 0-5 см) и в 60,9 % (глубина 5-20 см). Повышенное содержание марганца вследствие аэрозольного загрязнения в почвах СВАО г. Москвы достаточно хорошо отражает повсеместное загрязнение почв независимо от функциональной принадлежности территорий округа.

Представленные материалы исследования в виде карт-схем позволяют наглядно выделить очаги загрязнения почв и повысить информационную поддержку принятия решений по управлению комплексной безопасностью на урбанизированных территориях.

Полученная в ходе исследования информация может быть включена в базы данных комплексных картографических материалов г. Москвы.

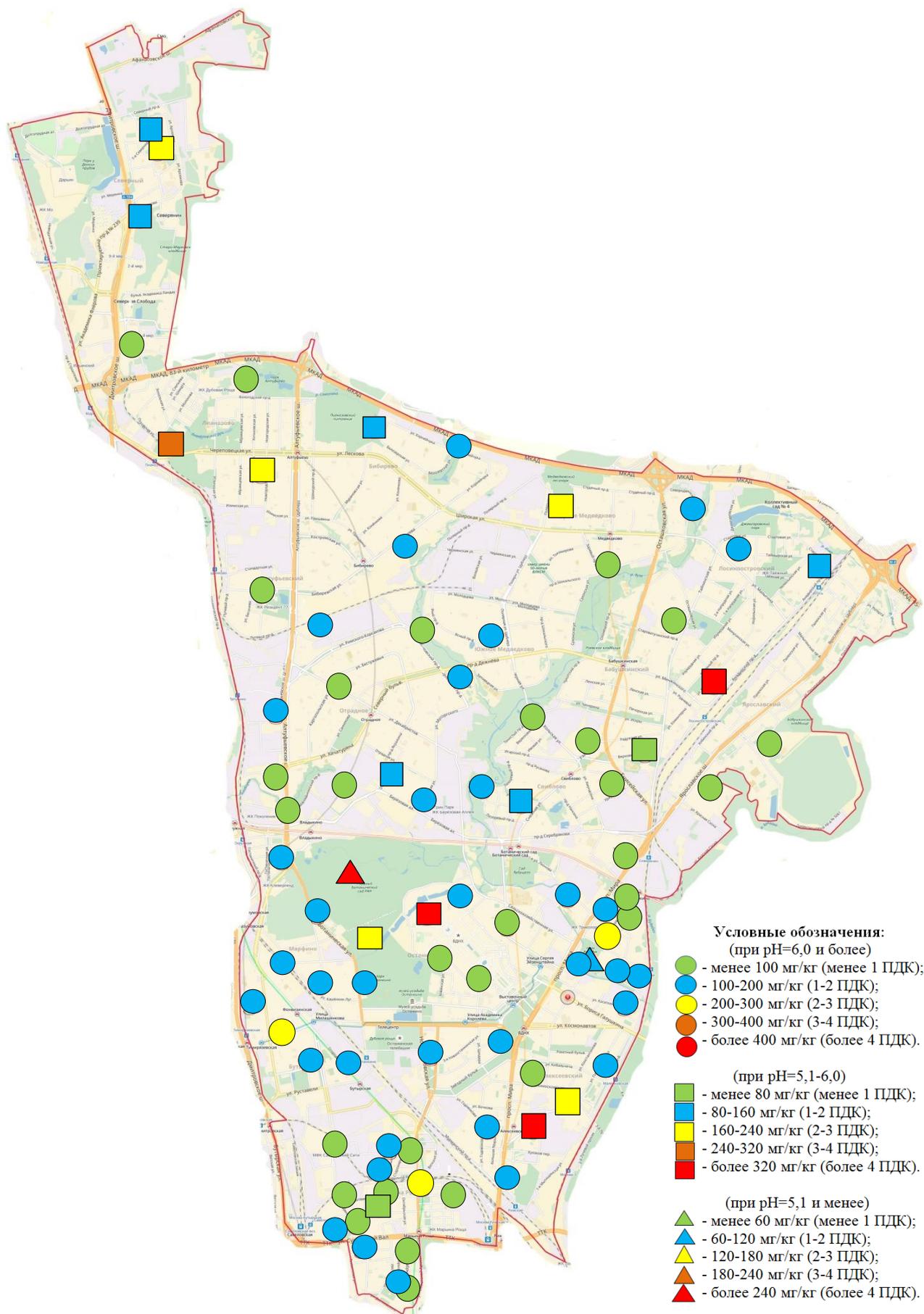


Рис. 5. Карта-схема загрязнения почв СВАО г. Москвы подвижными формами марганца (глубина 0-5 см) в 2016 г.

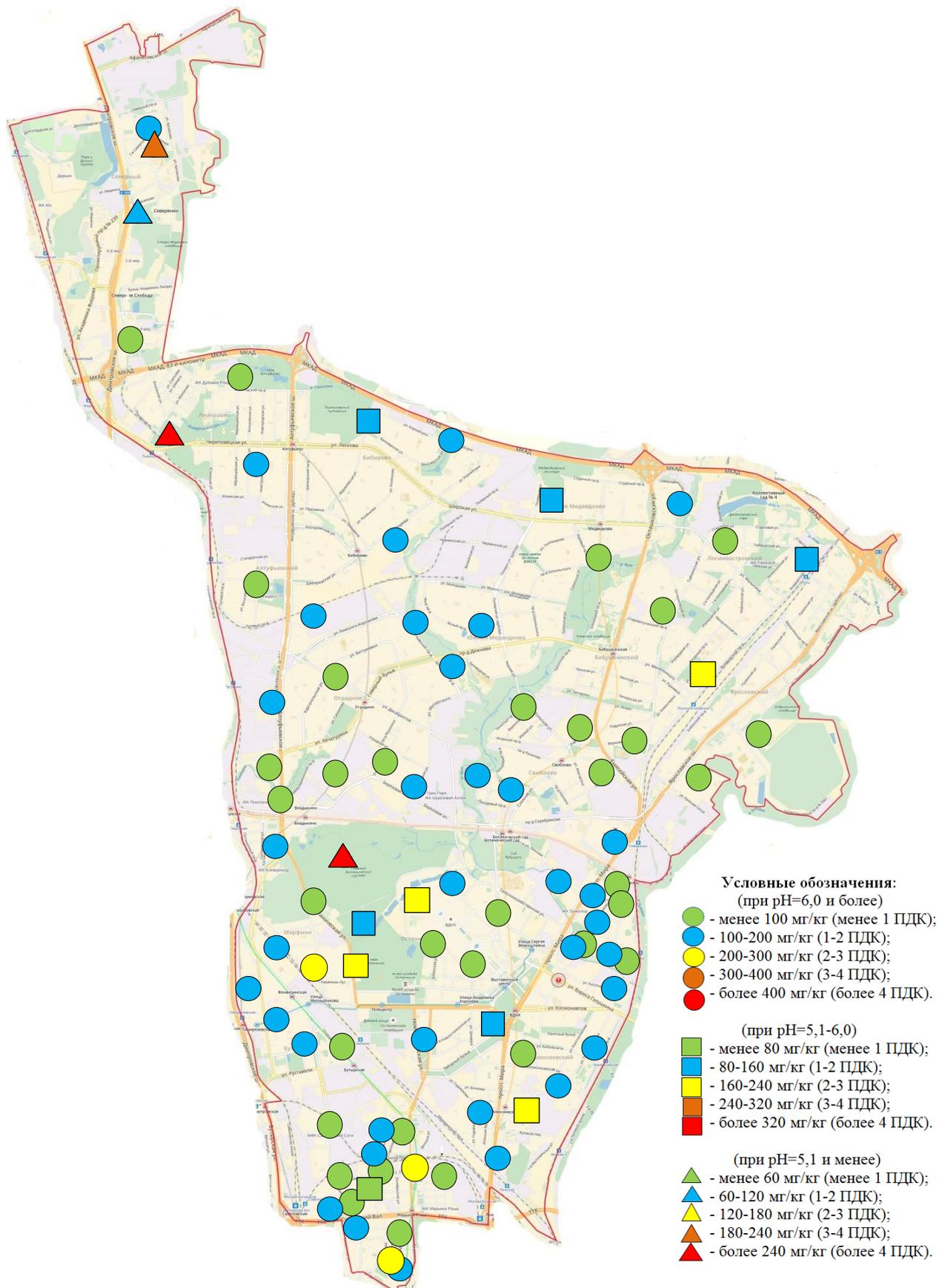


Рис. 6. Карта-схема загрязнения почв СВАО г. Москвы подвижными формами марганца (глубина 5-20 см) в 2016 г.

Литература

1. *Наместникова О.В.* Мониторинг загрязнения почв хлорорганическими пестицидами в системе обеспечения экологической безопасности города // Вестник Московского финансово-юридического университета. 2017. № 3. С. 206-220.
2. *Наместникова О.В.* Мониторинг загрязнения цинком и кадмием городских почв в системе обеспечения экологической безопасности урбанизированных территорий // Технологии техносферной безопасности. Вып. 5 (75). 2017. С. 87-100. <http://academygps.ru/ttb>.
3. *Наместникова О.В., Бузаева М.В.* Мониторинг загрязнения свинцом городских почв в системе обеспечения экологической безопасности урбанизированных территорий // Технологии техносферной безопасности. Вып. 4 (74). 2017. С. 220-230. <http://academygps.ru/ttb>.
4. *Водяницкий Ю.Н.* Современные тенденции загрязнения почв тяжёлыми металлами // Агрехимия. 2013. № 9. С. 88-96.
5. *Орлов Д.С., Малинина М.С., Мотузова Г.В., Садовникова Л.К.* Химическое загрязнение почв и их охрана. М.: изд-во "Агропромиздат", 1991. 305 с.
6. *Виноградов А.П.* Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. М.: изд-во АН СССР, 1957. 239 с.
7. Московская область. Загрязнение природной среды, почв. Легенда к карте Московской области. Масштаб 1:350 000 / Картографическое приложение к журналу "Лип", 1993. Вып. 1. М.: Ф-ка им. В.В. Дунаевой, 1993.
8. *Водяницкий Ю.Н.* Тяжёлые металлы и металлоиды в почвах. М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 2008. 165 с.

Статья поступила в редакцию интернет-журнала 12 сентября 2017 г.

O.V. Namestnikova, M.V. Buzaeva

MONITORING OF SOIL POLLUTION BY CHROME AND MANGANESE IN THE SYSTEM OF ENVIRONMENTAL SAFETY OF LARGE CITY

Soil monitoring is the main source of information for assessing the condition and quality of soils in large cities.

As a result of the research it was established that the pH in the soils of the Northeast Administrative District (NEAD) of the city of Moscow varies widely. Soil prevails having a neutral, close to neutral and slightly acidic reaction. On the territory of the district, there are mainly soils with medium, low and very low content of organic matter.

The spatial distribution of chrome in the soils of NEAD of Moscow is fairly uniform and corresponds to normative values. The content of this metal in the soil profile is also fairly uniform. The differences in its content in soils with different functionalities are insignificant.

The content of manganese in the soils of NEAD of Moscow, in contrast, is characterized by considerable unevenness. The excess of the standard value for this metal was recorded in 63,2 % of soil samples (depth 0-5 cm) and in 60,9 % (depth 5-20 cm). The high content of manganese in the soils of NEAD of Moscow rather well reflects the widespread pollution of soils, regardless of the functional belonging of the territories of the district. The presented research materials in the form of map-schemes allow us to clearly distinguish the centers of soil contamination with different degree of severity of environmental problems in the territories.

Key words: environmental safety, pollution of urban soils, heavy metals, chrome, manganese.

References

1. Namestnikova O.V. Monitoring zagriazneniia pochv khlrororganicheskimi pestitsidami v sisteme obespecheniia ekologicheskoi bezopasnosti goroda [Monitoring of soil contamination with organochlorine pesticides in the system of environmental safety of the city]. *Vestnik Moskovskogo finansovo-iuridicheskogo universiteta*, 2017, no 3, pp. 277-286.
2. Namestnikova O.V. Monitoring zagriazneniia tsinkom i kadmiem gorodskikh pochv v sisteme obespecheniia ekologicheskoi bezopasnosti urbanizirovannykh territorii. *Tekhnologii tekhnosfernoi bezopasnosti*, vol. 5 (75), 2017, pp. 87-100. <http://academygps.ru/ttb> (in Russ.).
3. Namestnikova O.V., Buzaeva M.V. Monitoring of pollution by lead of urban soils in the system of environmental safety of urbanized territories. *Tekhnologii tekhnosfernoi bezopasnosti*, vol. 4 (74), 2017, pp. 220-230, <http://academygps.ru/ttb> (in Russ.).
4. Vodyanitskii Yu.N. Current tendencies in soil contamination with heavy metals. *Agrokhiimiia*. 2013, no 9, pp. 88-96.
5. Orlov D.S., Malinina M.S., Motuzova G.V., Sadovnikova L.K. *Khimicheskoe zagriaznenie pochv i ikh okhrana* [Soil chemical pollution and protection]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1991, 305 p.
6. Vinogradov A.P. *Geokhiimiia redkikh i rasseiannykh khimicheskikh elementov v pochvakh* [Geochemistry of rare and dispersed chemical elements in soils]. Moscow, Academy of Sciences of the USSR Publ., 1957, 239 p.
7. *Moskovskaia oblast. Zagriaznenie prirodnoi sredy, pochv. Legenda k karte Moskovskoi oblasti. Masshtab 1:350 000* [Moscow region. Pollution of the natural environment, soil. Legend of the map of Moscow region. Scale 1: 350 000]. *Kartograficheskoe prilozhenie k zhurnalu "Lip"*. 1993, vol. 1, Moscow, F-ka im. V.V. Dunaevoi Publ., 1993. (in Russ.).
8. Vodianitskii Iu.N. *Tiazhelye metally i metalloidy v pochvakh* [Heavy metals and metalloids in soils]. Moscow, V.V. Dokuchaev Soil Science Institute Publ., 2008. 165 p.