

**ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА
НА ТЕРРИТОРИИ ДЕТСКОГО ПАРКА ГОРОДА САРАТОВА**

© 2016 Е.В. Прокофьева, В.Н. Ерёмин, М.В. Решетников, А.С. Шешнёв

Саратовский национальный исследовательский
государственный университет имени Н.Г. Чернышевского

Статья поступила в редакцию 11.03.2016

Исследован почвенный покров на территории рекреационной зоны «Детский парк», расположенной в центральной части города Саратова. По результатам анализа концентраций тяжелых металлов (Zn, Pb, Cu, Ni) и мышьяка выполнена оценка современного санитарно-гигиенического и эколого-геохимического состояния почв. Установлено превышение нормативов по свинцу, мышьяку и суммарному показателю загрязнения.

Ключевые слова: городские почвы, загрязнение, тяжелые металлы, Саратов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках государственного задания в сфере научной деятельности (проект № 1757) и гранта Президента РФ для поддержки молодых российских ученых (проект МК-5424.2015.5).

На территории Саратова существует определенная нехватка рекреационных зон. В центральной части города проживает значительная доля населения и находится большая часть образовательных, административных и культурно-досуговых учреждений, в связи с чем подобный дефицит ощущается особенно остро. Один из немногочисленных рекреационных объектов общего пользования – Детский парк. В целях обеспечения комфортности отдыха целевой аудитории – детей, необходима оценка состояния окружающей среды. Одним из ее компонентов служит почвенный покров, депонирующий загрязняющие вещества.

При оценке эколого-геохимического состояния городских почв особое внимание уделяется контролю содержания тяжелых металлов (ТМ). Концентрации ТМ определяются рядом природных (тип почв, почвообразующие породы) и антропогенных (промышленность и ее специализация, автомобильный трафик и пр.) факторов.

Антропогенный фактор поступления ТМ в почвы в районе Детского парка вызван выпадением техногенных частиц из атмосферного воздуха и складывается из двух основных компонент: от автотранспорта и от стационарных источников.

Объем выбросов в атмосферу загрязняющих веществ в Саратове в 2014 г. составлял: от автотранспорта – 67,2 тыс. т (79,5%), от стационарных источников – 17,3 тыс. т (20,5%) [1].

Западная часть парка попадает в пределы части санитарно-защитной зоны Саратовского агрегатного завода, южная – граничит с санитарно-защитной зоной завода «Серп и молот». Функционирование данных предприятий сопровождается выбросами в атмосферный воздух соединений ТМ. Учитывая преобладание в Саратове в течение года ветров северо-западного, западного и южного направлений и близость к предприятиям, территория Детского парка попадает в зону риска загрязнения.

Интенсивность движения автотранспорта в районе Детского парка одна из самых больших в Саратове. Улицы Астраханская, Советская и Рабочая связывают разные районы города. Поступление ТМ в почвы в зоне воздействия автодорог формируется в результате выбросов веществ с отработанными газами двигателей, пылевых выбросов от эксплуатации дорог и автомобильных шин, поступления противогололедных реагентов. В автомобильном топливе содержатся V, Ni, Cu, Cd, Zn, Cr, Mn [2]. Из-за использования до начала 2000-х годов в качестве присадки к бензину тетраэтилсвинца в почвах придорожных полос фиксируется повышенное содержание Pb [3]. Кроме того, вдоль половины периметра парка проходят маршруты трех трамвайных линий, что является фактором поступления твердых частиц от эксплуатации контактной и рельсовой сетей.

Цель работы: оценка геоэкологического состояния почв на территории рекреационной зоны «Детский парк».

Прокофьева Екатерина Владимировна, аспирант.

E-mail: keti_@mail.ru

Ерёмин Виталий Николаевич, кандидат геолого-минералогических наук, заведующий кафедрой общей геологии и полезных ископаемых. E-mail: ereminvit@gmail.com

Решетников Михаил Владимирович, кандидат географических наук, заведующий лабораторией геоэкологии. E-mail: rtmv85@list.ru

Шешнёв Александр Сергеевич, кандидат географических наук, ведущий инженер лаборатории геоэкологии.

E-mail: sheshnev@inbox.ru

ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Детский парк – рекреационная зона, расположенная на территории Фрунзенского района города Саратова в квартале между улицами Рабочей, Пугачева, Советской и Астраханской.

Детский парк расположен на территории, которая до начала XX века именовалась Полтавской площадью. Согласно утвержденному в 1812 г. плану Саратова, пустующий участок на юго-западной окраине города отводился под городскую площадь с храмом, что реализовалось лишь в 1880-х годах. Полтавская площадь названа в честь 170-летия победы над шведами под Полтавой в 1709 г. На этой территории располагался Княже-Владимирский собор, возведенный в 1889-1896 гг. и посвященный 900-летию крещения Руси. В 1887 г. по диагонали через площадь проложены рельсы конно-железнодорожной дороги, а в 1908 г. трамвайная линия вынесена за ее периметр [4].

Преобразование территории в парковую зону началось в начале XX века. Вокруг Княже-Владимирского собора на Полтавской площади в 1904 г. началась высадка деревьев и кустарников, образовавших зеленую зону, и территория была огорожена. В 1930-х годах собор снесен. В 1934 г. организован детский оздоровительный городок, получивший в 1936 г. современное название «Детский парк», с созданием ряда специализированных спортивных и образовательных площадок и сквера. В 1960-е годы проведена реконструкция зеленой зоны с высадкой ив, рябин, тополей и березовой рощи.

В 1990-х годах территория парка пришла в определенное запустение. Появление коммерческих точек, автодрома для картинга, кафе и прочих объектов, не соответствующих целевому назначению территории, и обветшание инфраструктурных строений поставило под угрозу существование рекреационной зоны. Подобные явления сопровождалось сокращением площади зеленых насаждений, их расчленением инженерно-транспортными коммуникациями.

В 2009 г. на территории Детского парка введен в строй православный храм. К середине 2010-х годов в парке проведена частичная реконструкция инфраструктурных объектов и ландшафтное

обустройство. Площадь зеленых насаждений общего пользования составляет 6,3 га.

Почвы естественного сложения на исследуемой территории – обыкновенные черноземы, сформировавшиеся на аллювиально-пролювиальных отложениях средне-верхнеплейстоценового возраста [5]. Антропогенные модификации почв парка имеют суглинистый механический состав, принадлежат к культуроземам и частично представлены насыпными грунтами.

В полевых условиях выполнено геоэкологическое обследование, и заложены площадки эколого-геохимического опробования. Методика работ определялась методическими рекомендациями и государственными стандартами [6, 7]. Всего на исследуемой территории заложено 14 площадок опробования. Аналитические определения валового содержания ТМ в почвах выполнены на рентгенофлуоресцентном спектрометре «Спектроскан МАКС».

Подсчитаны значения коэффициентов опасности K_o – соотношение определенной в пробе концентрации элемента к ПДК (ОДК) и коэффициентов концентрации K_c – отношение определенной в пробе концентрации элемента к фоновому значению ($K_c = C_i / C_{фон}$). Подсчитан суммарный показатель загрязнения Z_c по формуле [8]:

$$Z_c = \sum(K_{ci} + \dots + K_{cn}) - (n-1),$$

где K_c – коэффициент концентрации i -го химического элемента, n – число определяемых суммируемых веществ.

Исследованные загрязняющие вещества по степени опасности принадлежат к двум классам: I класс опасности – мышьяк, свинец, цинк; II класс – медь, никель. Авторами выполнен анализ распределения в почвенном покрове элементов с оценкой уровня загрязнения.

Оценка уровней загрязнения почв проведена по ряду параметров – коэффициенту опасности (K_o), коэффициенту концентрации (K_c) и суммарному показателю загрязнения (Z_c) (табл. 1).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В табл. 2 приведены результаты лабораторных исследований на валовое содержание ТМ в почвах.

Таблица 1. Критерии оценки уровня загрязнения почв

| Критерий оценки | Загрязнение почв | | | |
|---------------------------|------------------|------------------|---------|---------------------|
| | допустимое | умеренно опасное | опасное | чрезвычайно опасное |
| K_c фон | <4 | 4–8 | 8–32 | >32 |
| K_o (1 класс опасности) | <1 | 1–1,5 | 1,5–3 | >3 |
| K_o (2 класс опасности) | <1 | 1–2,5 | 2,5–10 | >10 |
| Z_c | <16 | 16–32 | 32–128 | >128 |

Таблица 2. Результаты определения валового содержания ТМ и мышьяка (мг/кг) и расчетов санитарно-гигиенических показателей

| Точки опробования | | Определяемый элемент | | | | | Zc |
|--------------------------|----|----------------------|--------|--------|-------|-------|-------|
| | | As | Pb | Zn | Cu | Ni | |
| 1 | C | 22,6 | 108,13 | 210,86 | 34,49 | 53,74 | 29,37 |
| | Ko | 11,3 | 3,38 | 0,96 | 0,26 | 0,67 | |
| | Kc | 9,04 | 13,03 | 7,27 | 2,03 | 2,00 | |
| 2 | C | 26,49 | 136,5 | 159,49 | 11,3 | 49,16 | 31,04 |
| | Ko | 13,25 | 4,27 | 0,72 | 0,09 | 0,61 | |
| | Kc | 10,60 | 16,45 | 5,50 | 0,66 | 1,83 | |
| 3 | C | 26,42 | 137,24 | 176,11 | 25,87 | 52,13 | 32,63 |
| | Ko | 13,21 | 4,29 | 0,8 | 0,2 | 0,65 | |
| | Kc | 10,57 | 16,53 | 6,07 | 1,52 | 1,94 | |
| 4 | C | 31,74 | 189,63 | 208,07 | 40,5 | 60,67 | 43,36 |
| | Ko | 15,87 | 5,93 | 0,95 | 0,31 | 0,76 | |
| | Kc | 12,70 | 22,85 | 7,17 | 2,38 | 2,26 | |
| 5 | C | 22,79 | 104,63 | 146,65 | 38,11 | 56,71 | 27,14 |
| | Ko | 11,4 | 3,27 | 0,67 | 0,29 | 0,71 | |
| | Kc | 9,12 | 12,61 | 5,06 | 2,24 | 2,11 | |
| 6 | C | 20,36 | 88,6 | 136,71 | 7,86 | 54,2 | 21,99 |
| | Ko | 10,18 | 2,77 | 0,62 | 0,06 | 0,68 | |
| | Kc | 8,14 | 10,67 | 4,71 | 0,46 | 2,01 | |
| 7 | C | 20,9 | 95,78 | 202,19 | 40,43 | 55,72 | 27,32 |
| | Ko | 10,45 | 2,99 | 0,92 | 0,31 | 0,7 | |
| | Kc | 8,36 | 11,54 | 6,97 | 2,38 | 2,07 | |
| 8 | C | 22,92 | 91,07 | 127,75 | 24,23 | 53,41 | 23,97 |
| | Ko | 11,46 | 2,85 | 0,58 | 0,18 | 0,67 | |
| | Kc | 9,17 | 10,97 | 4,41 | 1,43 | 1,99 | |
| 9 | C | 31,91 | 185,19 | 218,14 | 27,28 | 54,28 | 42,21 |
| | Ko | 15,96 | 5,79 | 0,99 | 0,21 | 0,68 | |
| | Kc | 12,76 | 22,31 | 7,52 | 1,60 | 2,02 | |
| 10 | C | 18,62 | 84,7 | 149,97 | 38,91 | 56,5 | 23,21 |
| | Ko | 9,31 | 2,65 | 0,68 | 0,29 | 0,71 | |
| | Kc | 7,45 | 10,20 | 5,17 | 2,29 | 2,10 | |
| 11 | C | 22,35 | 121,19 | 214,73 | 39,83 | 51,93 | 31,21 |
| | Ko | 11,18 | 3,79 | 0,98 | 0,3 | 0,65 | |
| | Kc | 8,94 | 14,60 | 7,40 | 2,34 | 1,93 | |
| 12 | C | 24,43 | 125,33 | 164,31 | 47,01 | 58,81 | 31,5 |
| | Ko | 12,22 | 3,92 | 0,75 | 0,36 | 0,74 | |
| | Kc | 9,77 | 15,10 | 5,67 | 2,77 | 2,19 | |
| 13 | C | 13,78 | 45,15 | 80,4 | 31,6 | 54,32 | 13,6 |
| | Ko | 6,89 | 1,41 | 0,37 | 0,24 | 0,68 | |
| | Kc | 5,51 | 5,44 | 2,77 | 1,86 | 2,02 | |
| 14 | C | 15,97 | 52,43 | 88,46 | 20,28 | 49,34 | 14,78 |
| | Ko | 7,99 | 1,64 | 0,4 | 0,15 | 0,62 | |
| | Kc | 6,39 | 6,32 | 3,05 | 1,19 | 1,83 | |
| ПДК [9] | | 2 | 32 | – | – | – | |
| ОДК [10] | | – | – | 220 | 132 | 80 | |
| Региональный фон Сф [11] | | 2,5 | 8,3 | 29 | 17 | 26,9 | |

Распределение элементов с оценкой уровня загрязнения выглядит следующим образом.

Мышьяк. Значения концентраций превышают норматив по всем точкам опробования. По

показателю Ko фиксируется чрезвычайно опасный уровень загрязнения. Уровни загрязнения почв по показателю Kc: умеренно опасный (№ 10, 13, 14) и опасный (№ 1–9, 11, 12). Умеренно

опасно загрязненные почвы занимают центральную и крайнюю западную часть парка, на остальных участках выявлено опасное загрязнение (рис. 1).

Свинец. Концентрации свинца превышают ПДК по всем точкам опробования. Уровни загрязнения почв по Ко: умеренно опасный (№ 13), опасный (№ 6–8, 10, 14) и чрезвычайно опасный (№ 1–5, 9, 11, 12). Уровни загрязнения почв по показателю Кс: умеренно опасный (№ 13, 14) и опасный (№ 1–12). В центральной части территории парка загрязнение почв свинцом имеет умеренно-опасный уровень, на всей остальной площади – опасный (рис. 2).

Цинк. Значения концентраций по всем точкам опробования в пределах норм ОДК. Уровни загрязнения почв по показателю Ко допустимы по всем площадкам опробования. Уровни загрязнения почв по показателю Кс:

допустимый (№ 13, 14) и умеренно опасный (№ 1–12). В центральной части территории парка загрязнение почв цинком имеет допустимый уровень, на всей остальной площади – умеренно опасный.

Медь и никель. Значения концентраций по всем точкам опробования в пределах норм ОДК. Уровни загрязнения почв по показателям Ко и Кс находятся в пределах допустимых по всем площадкам опробования.

По суммарному показателю загрязнения (Zc) к допустимому уровню загрязнения относятся пробы на площадках опробования № 13, 14, к умеренно опасному – № 1, 2, 5–8, 10–12, опасному – № 3, 4, 9. Допустимое загрязнение почв выявлено в центральной части парка, опасное – в восточной и западной частях, большая часть территории имеет умеренно опасное загрязнение (рис. 3).

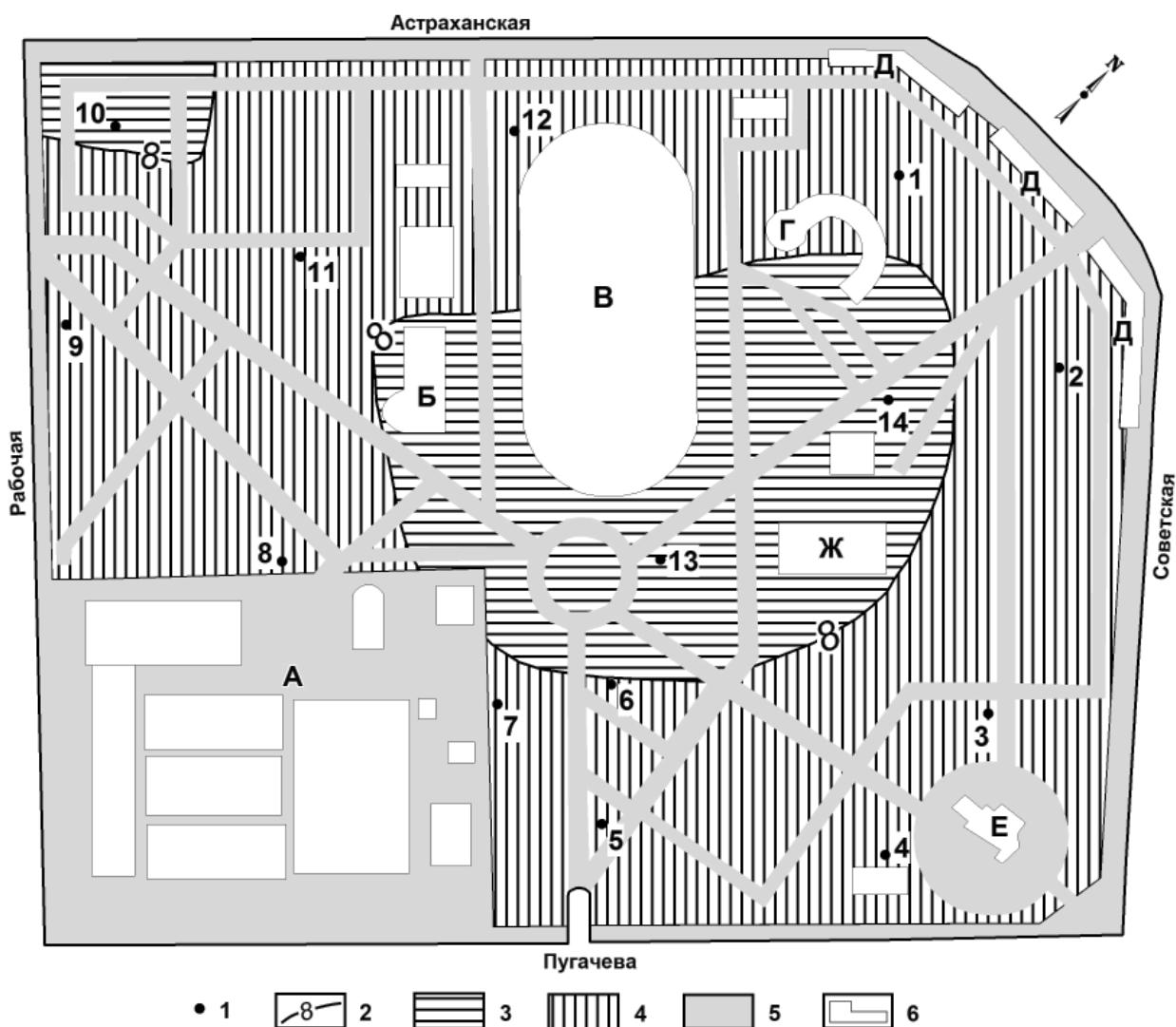


Рис. 1. Схема площадного распределения загрязнения почв мышьяком по отношению к фоновым значениям (Кс):

1 – площадки опробования почв; 2 – изолинии значений Кс; 3–4 – уровни загрязнения почв по коэффициенту концентрации (Кс): 3 – умеренно опасный (Кс = 4–8), 4 – опасный (Кс = 8–32); 5 – асфальтированные участки, 6 – инфраструктурные объекты (А – спортивный комплекс «Юность», Б – областная библиотека для слепых, В – стадион, Г – ветеринарная клиника с вольером, Д – магазины, Е – храм, Ж – теннисный корт).

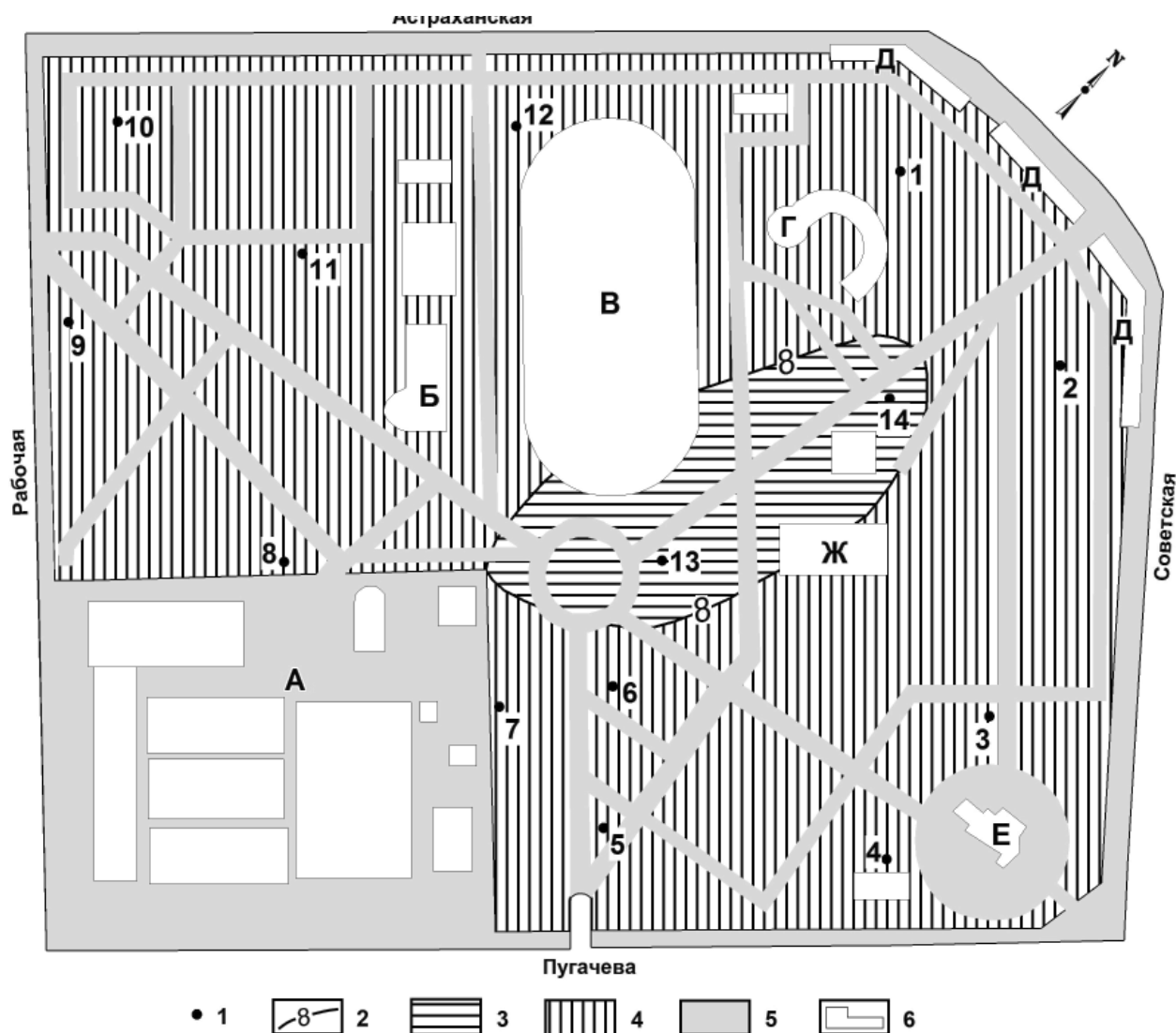


Рис. 2. Схема площадного распределения загрязнения почв свинцом по отношению к фоновым значениям (Кс). Условные обозначения см. рис. 1.

ВЫВОДЫ

Результаты поэлементного исследования загрязнения почв позволили определить пространственную структуру геохимических аномалий. Предельно допустимые концентрации в почвах превышены по мышьяку и свинцу. Концентрации меди, никеля и цинка находятся в пределах ориентировочно-допустимых концентраций.

По суммарному показателю загрязнения (Zс) почвы центральной части Детского парка имеют допустимый уровень загрязнения, восточной и западной частей – опасный, а большая часть территории характеризуется умеренно опасным загрязнением.

Согласно утвержденному проекту планировки территорий общего пользования Фрунзенского района города Саратова [12], предусматривается капитальное строительство системы транспортного обслуживания территории с расширением улиц Астраханской и Рабочей.

Детский парк может изменить свою площадь и будет проведена реконструкция. В связи с планируемым строительством необходима разработка комплекса мер по санации загрязненных почв рекреационной зоны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. О состоянии и об охране окружающей среды Саратовской области в 2014 году. – Саратов, 2015 – 244 с.
2. Якуцени, С.П. Распространенность углеводородного сырья, обогащенного тяжелыми элементами-примесями. Оценка экологических рисков / С.П.Якуцени. – СПб.: Недра, 2005. – 370 с.
3. Трошина, Е.Н. Мониторинг гигиенического состояния городских почв как элемент оценки риска здоровью населения / Е.Н.Трошина, Н.Г.Мизина // Здоровье населения и среда обитания. – 2008. – № 12. – С. 34 – 35.

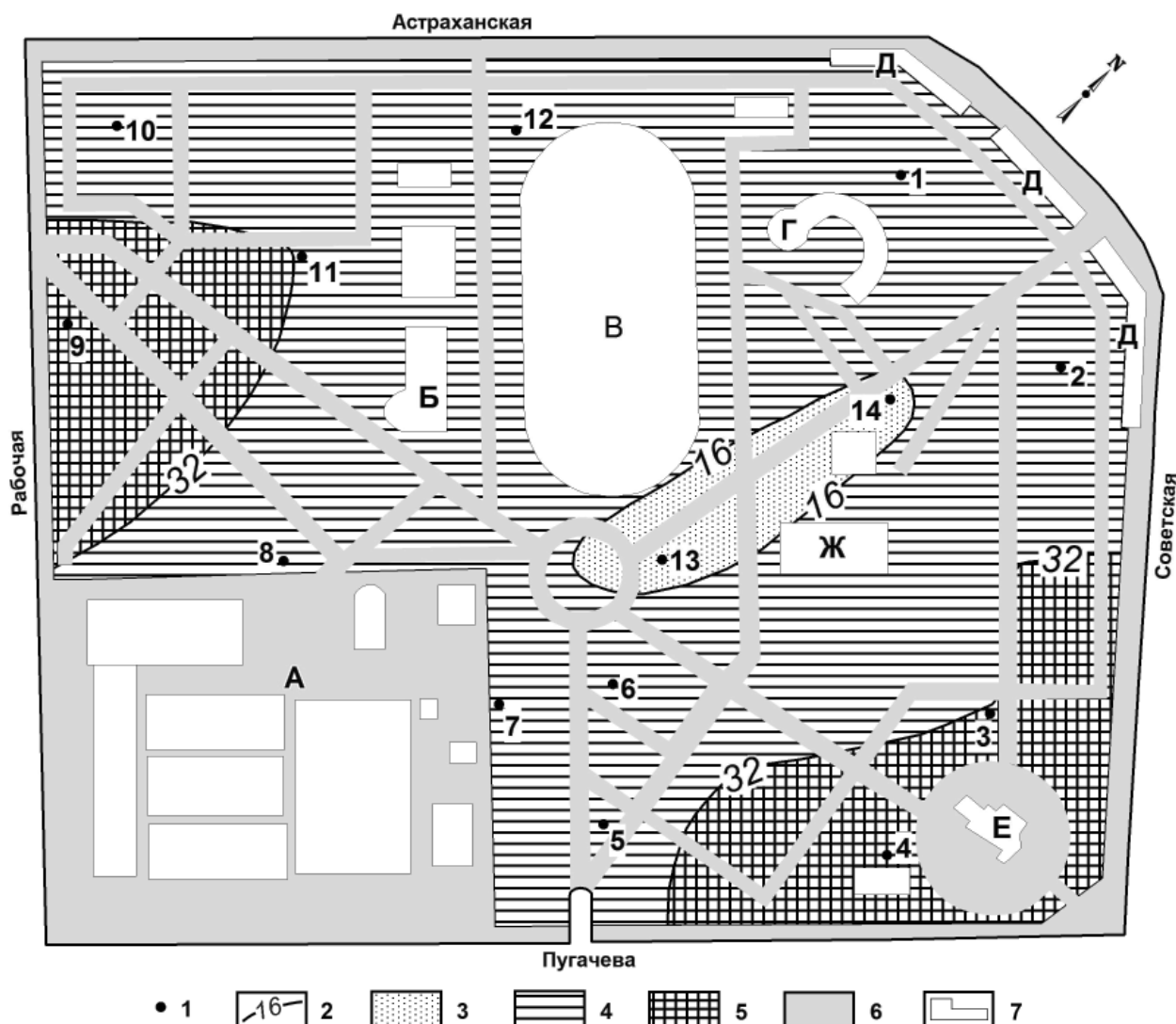


Рис. 3. Схема площадного распределения значений суммарного коэффициента загрязнения (Z_c) почв: 1 – площадки опробования почв; 2 – изолинии значений Z_c ; 3–5 – уровни загрязнения почв по суммарному показателю загрязнения (Z_c): 3 – допустимый, 4 – умеренно опасный, 5 – опасный; 6 – асфальтированные участки, 7 – инфраструктурные объекты (А – спортивный комплекс «Юность», Б – областная библиотека для слепых, В – стадион, Г – ветеринарная клиника с вольером, Д – магазины, Е – храм, Ж – теннисный корт)

4. Семенов, В.Н. Саратов историко-архитектурный / В.Н.Семенов, В.И.Давыдов. – Саратов: Приволжское кн. изд-во, 2012. – 548 с.
5. Саратов: комплексный геоэкологический анализ / под ред. А.В.Иванова. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2003. – 248 с.
6. ГОСТ 17.4.3.01-83. Почвы. Общие требования к отбору почв. – М.: Изд-во стандартов, 1984. – 4 с.
7. ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 12 с.
8. МУ 2.1.7.730-99. Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 1999. – 38 с.
9. ГН 2.1.7.2041-06. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2006. – 15 с.
10. ГН 2.1.7.2511-09. Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. – 10 с.
11. Решетников, М.В. Магнитная индикация почв городских территорий (на примере г. Саратова) / М.В. Решетников. – Саратов: Саратов. гос. техн. ун-т, 2011. – 152 с.
12. Постановление администрации муниципального

образования «Город Саратов» от 30 июля 2014 года № 2179 «Об утверждении проекта планировки территорий общего пользования города Саратова (Фрунзенский район)» [Электронный ресурс] /

Электронный фонд правовой и нормативно-технической информации «Кодекс». – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/467501690> (дата обращения 15.01.2016).

**ECOLOGICAL AND GEOCHEMICAL CONDITION OF THE SOIL COVER
IN THE CHILDREN'S PARK TERRITORY OF THE SARATOV CITY**

© 2016 E.V. Prokofeva, V.N. Eremin, M.V. Reshetnikov, A.S. Sheshnev

Saratov State University named after N.G. Chernyshevsky

The soil cover in the territory of the recreational zone «Children's Park» located in the central part of the Saratov city is investigated. an assessment of a current sanitary and hygienic and ecological and geochemical state of soils has executed by results of the analysis of concentration of heavy metals (Zn, Pb, Cu, Ni) and arsenic. Excess of standards for lead, arsenic and total indicator of pollution is established.
Keywords: urban soils, pollution, heavy metals, Saratov

Ekaterina Prokofeva, Graduate Student.

E-mail: keti_@mail.ru

Vitaliy Eremin, Candidate of Geology and Mineralogy, Head at the of General Geology and Minerals Department.

E-mail: ereminvit@gmail.com

Mikhail Reshetnikov, Candidate of Geography, Head at the Laboratory of Geoecology. E-mail: rmv85@list.ru

Aleksander Sheshnev, Candidate of Geography, Leading Engineer at the Laboratory of Geoecology.

E-mail: sheshnev@inbox.ru