

УДК 504.53:504.054:631.453(470.341-25)

ЭКСПЕРТИЗА ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ РАЗЛИЧИЙ В УРОВНЕ КОНЦЕНТРАЦИЙ ЛЕГКО ПОДВИЖНЫХ ФОРМ ПРИОРИТЕТНЫХ ЭКОТОКСИКАНТОВ В УРБАНОЗЕМАХ НИЖНЕГО НОВГОРОДА И АНАЛИЗ ИХ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ТОКСИЧНОСТИ

Козлов А.В., Уромова И.П.

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

В настоящей работе представлены результаты проведения экспертной оценки почвенного покрова Нижнего Новгорода различной степени преобразованности на предмет определения уровня концентраций наиболее подвижных (водорастворимых) фракций тяжелых металлов (цинка, кадмия, свинца и меди), а также суммарного содержания нефтепродуктов с последующим выявлением уровня интегральной токсичности урбаноземов. Исследования проведены в апреле 2019 г. на базе эколого-аналитической лаборатории мониторинга и защиты окружающей среды Мининского университета. Изучению подвергся почвенный покров парковых территорий семи районов города, наиболее приближенных к промышленным зонам и полосам следования автотрасс. Установлен уровень накопления в слое почвы 0–15 см легко подвижных фракций цинка – 0,2–2,8% от ПДК, кадмия – 18–101% от ОДК, свинца – 3,1–8,1% от ПДК и меди – 0,03–0,20% от ПДК. Наиболее часто встречающаяся внутри территориальная вариабельность элемента была установлена по цинку и меди, что в первую очередь связано с неравномерностью загрязнения данными экотоксикантами почвенного покрова. Суммарное содержание нефтепродуктов в исследованных урбаноземах в целом имело широкую вариацию, но в наибольшем содержании было выявлено на территории ПКиО «Дубки» (более 19 мг/кг), ПКиО «Швейцария» (до 16 мг/кг) и ПКиО им. Кулибина (до 10 мг/кг). Анализ интегральной токсичности почвенного покрова, определенной при помощи биотеста *Escherichia coli M-17*, показал ее сильно выраженную вариабельность по территории города, которая имела тенденцию зависимости от количества накопленных нефтепродуктов, а также от содержания металлов 1 класса токсичности – Zn, Cd и Pb. По-видимому, действие накопления в почвах водорастворимых фракций тяжелых металлов на проявление им токсических свойств на территории ПКиО «Швейцария» и ПКиО «Дубки» определялось повышенным содержанием цинка и кадмия, а на территории ПКиО им. Кулибина – повышенным содержанием цинка и свинца.

Ключевые слова: тяжелые металлы, нефтепродукты, интегральная токсичность почв, легко подвижные соединения экотоксикантов, территориальные различия, урбаноземы, городская территория

EXAMINATION OF TERRITORIAL DIFFERENCES IN CONCENTRATIONS OF EASILY MOBILE FORMS OF PRIORITY ECOTOXICANTS IN URBANOZEMS OF NIZHNY NOVGOROD CITY AND ANALYSIS THEIR INTEGRAL TOXICITY

Kozlov A.V., Uromova I.P.

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

This paper presents of results of expert assessment of soil cover of the Nizhny Novgorod of different degree of transformation to determine level of concentrations of most mobile (water-soluble) fractions of heavy metals (zinc, cadmium, lead and copper), as well as total content of petroleum products with subsequent detection of level of integral toxicity of urbanozems. The research was carried out in April 2019 on the basis of the Ecological Analytical Laboratory of Environmental Monitoring and Protection of Minin University. The soil cover of park areas of 7 districts of the city, most close to industrial zones and lanes of motorways, was studied. Level of accumulation in soil layer 0–15 cm of easily movable zinc fractions – 0.2–2.8% of TLV, cadmium – 18–101% of TLV, lead – 3.1–8.1% of TLV and copper – 0.03–0.20% of TLV. Most common internal spatial variability of element was determined by zinc and copper, which is primarily due to uneven contamination of soil cover by these ecotoxicants. Total content of petroleum products in examined urbanozems as a whole had a wide variation, but in largest content was found on the territory of RP «Dubki» (more than 19 mg/kg), RP «Switzerland» (up to 16 mg/kg) and RP named after Kulibin (up to 10 mg/kg). The analysis of integrated toxicity of soil cover determined by the *Escherichia coli M-17* biotest showed its strongly pronounced variability across the city, which tended to depend on amount of accumulated petroleum products, as well as on content of metals of class 1 of toxicity – Zn, Cd and Pb. It seems that effect of accumulation of water-soluble fractions of heavy metals in soils on its manifestation of toxic properties on the territory of RP «Switzerland» and RP «Dubki» was determined by increased content of zinc and cadmium, and on the territory of RP named after Kulibin – by increased content of zinc and lead.

Keywords: heavy metals, petroleum products, soil integrated toxicity, easily movable ecotoxicants compounds, territorial differences, urbanozems, urban territory

Известно [1, 2], что почвенный покров является одной из главных системных сред, которая обладает функцией массового депонирования загрязняющих веществ. По уровню содержания в почвах экоток-

сикантов судят о степени антропогенного воздействия как при их непосредственном контакте с почвенным покровом, так и при оседании газо-пылевых частиц на его поверхности из атмосферного воздуха. При

этом с точки зрения экологического мониторинга при экспертизе экологического состояния антропогенно преобразованных территорий урбаноземам отдается приоритет, поскольку, с одной стороны, их почвенно-поглощающий комплекс вне зависимости от гранулометрического состава дневных горизонтов и содержания в них органического вещества обладает потенциальной поглощающей способностью, что является критерием степени аккумуляции загрязнителей, а с другой стороны, кумулятивный эффект городских почв в отношении экотоксикантов сильно пролонгирован во времени, что служит индикатором наличия хронического загрязнения местности.

В части наличия длительного поступления поллютантов в почвенный покров среди крупных городов территория Нижнего Новгорода не является исключением [3–5]. Причиной тому является высокоразвитая машиностроительная, нефтехимическая, химическая и иная промышленность, теплоэнергетический сектор и автотранспортные сети, деятельность которых неизбежно сопровождается газо-пылевыми выбросами, сточными водами (в том числе от городских ливневых канализаций) и образованием твердых отходов.

Согласно принципам экологического нормирования загрязняющих веществ в почвах [6] определение уровня концентраций их наиболее подвижных соединений относится к особо значимым показателям. В условиях промывного и периодически промывного водного режима территории за счет достаточно высокой скорости миграции водорастворимых форм экотоксикантов в нижележащие горизонты почвенного тела и в грунтовые воды, а также за счет их значительной аккумуляции в фитомассе городских зеленых насаждений массоперенос и оборот веществ-загрязнителей в сопредельных средах системы «экотоп – биотоп» имеет высокую интенсивность.

Как указывается в современных исследованиях [7–10], в рамках регионального экологического мониторинга экспертиза (рекогносцировочная оценка) почвенного покрова на наличие потенциального накопления легко подвижных форм загрязняющих веществ практически не проводится, вследствие чего данный вопрос имеет высокую актуальность и востребованность для последующего выявления

очагов вертикальной миграции экотоксикантов и наибольшего их хронического депонирования, в том числе в виде нерастворимых матриц.

Цель исследования: выявление территориальных различий в уровне содержания наиболее подвижных соединений приоритетных загрязняющих веществ в урбаноземах Нижнего Новгорода с последующим анализом интегральной токсичности почвенного покрова.

Материалы и методы исследования

Экспертная оценка проводилась в отношении почв 7 районов города: Нижегородский (ПКиО им. Кулибина), Советский (Сквер 65-летия Победы), Приокский (ПКиО «Швейцария»), Сормовский (ПКиО «Сормовский парк»), Канавинский (ПКиО им. 1 Мая), Ленинский (ПКиО «Дубки») и Автозаводский (ПКиО «Автозаводский»).

В качестве оцениваемых территорий были выбраны указанные выше парковые зоны, максимально приближенные к промышленным предприятиям и автомагистралям города. Почвенный покров представлен урбаноземами различной степени и глубины техногенеза, среди чего доминирует физическое преобразование с признаками как химического загрязнения, так и наличия почвоподобных новообразований (реплантоземов) [11].

Для выявления наибольшей подвижности загрязняющих веществ пробы почв отбирались в период максимального количества весенних осадков (первая половина апреля 2019 г.), потенциально влияющих на растворимость веществ в верхних горизонтах почв. Отбор почв проводился с четырех пробных площадок (10×10 м), заложённых равномерно по территории каждого парка, методом конверта (5 точечных проб → 1 объединенная проба) равномерно с глубины 0–15 см. Территориальное расположение парков в городе и мест отбора показано на рис. 1.

Почвенные образцы доставляли в эколого-аналитическую лабораторию мониторинга и защиты окружающей среды Мининского университета и анализировали путем определения концентраций легко подвижных соединений тяжелых металлов (Zn, Cd, Pb и Cu) в виде экстрагирования их соединений водной вытяжкой. Также в образцах определяли содержание суммарного количества нефтепродуктов и интегральную токсичность.

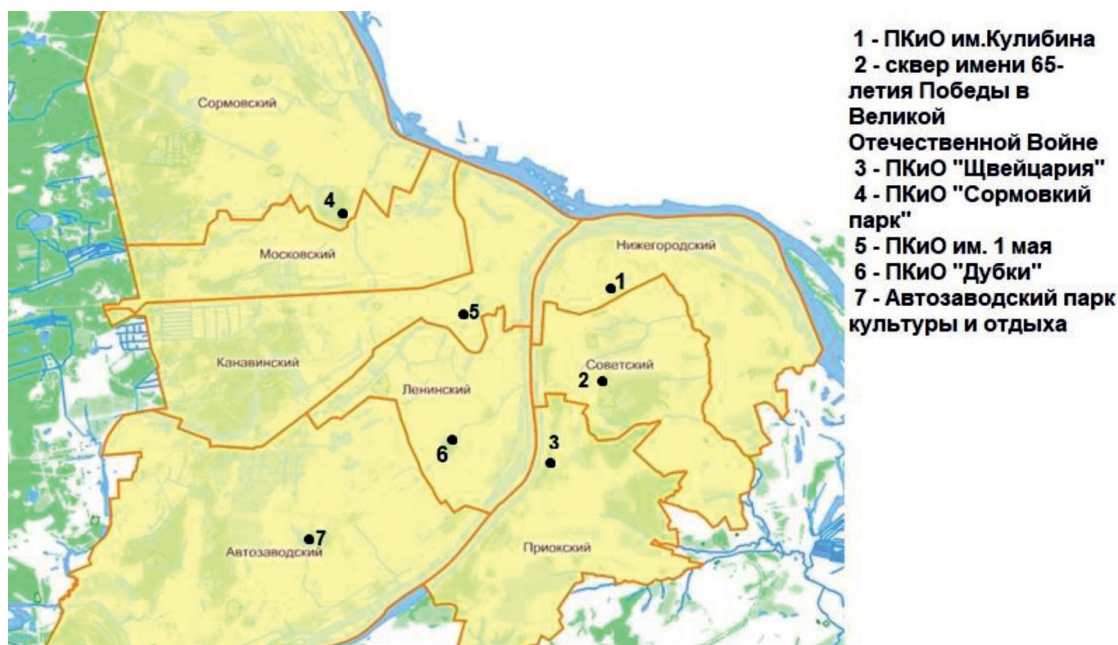


Рис. 1. Карта-схема территориального расположения внутригородских районов Нижнего Новгорода и точек отбора проб урбаноземов на исследуемых участках

Содержание тяжелых металлов в почвах определяли на полярографе TA-Lab инверсионно-вольтамперометрическим методом, содержание нефтепродуктов – на анализаторе ФЛЮОРАТ 02-4М люминесцентным методом, интегральную токсичность – при помощи генно-инженерной бактерии *Escherichia coli* M-17 на анализаторе токсичности БИОТОКС 10-М биолюминесцентным методом биотестирования [12]. Математическую обработку результатов исследований выполняли методом вариационного анализа в программном обеспечении Microsoft Office Excel 2007.

Результаты исследования и их обсуждение

Данные табл. 1 отражают содержание водорастворимых соединений цинка в почвах Нижнего Новгорода. Выявлено, что относительно уровня предельно допустимой концентрации (23,0 мг/кг) уровень подвижности цинка в городских почвах был достаточно мал, а абсолютные значения содержания водорастворимых фракций элемента варьировали от 0,2% до 2,8% от ПДК.

Территориально наименьшее количество легко подвижных соединений цинка было установлено в урбаноземах Сормовского (ПКИО «Сормовский парк») и Ле-

нинского (ПКИО «Дубки») районов, а наибольшее – в урбаноземах Нижегородского (ПКИО им. Кулибина) и Приокского (ПКИО «Швейцария») районов. Внутритерриториальное варьирование оказалось максимальным в условиях Сквера 65-летия Победы, ПКИО «Дубки» и ПКИО им. 1 Мая, что, по-видимому, обусловлено неравномерностью загрязнения территорий, а также пространственной неоднородностью почвенного покрова.

Содержание водорастворимых форм кадмия в почвах города (табл. 2) оказалось достаточно высоким – относительно уровня ОДК (0,5 мг/кг) его вариабельность находилась в пределах от 18% (ПКИО им. Кулибина) до 101% (ПКИО «Швейцария»).

Максимальное накопление легко подвижных форм элемента было установлено в урбаноземах Приокского (ПКИО «Швейцария») и Канавинского (ПКИО им. 1 Мая) районов; наименьшее накопление – выявлено в почвах Нижегородского, Советского и Сормовского районов города. Вариабельность показателя достигала высоких значений только на территории ПКИО им. Кулибина (до 90%) и ПКИО «Автозаводский» (до 74%), в остальных вариантах исследования показатель V имел более сдержанные значения.

Таблица 1

Уровень территориальных различий в концентрациях водорастворимых соединений цинка (Zn) в урбаноземах Нижнего Новгорода

| Территория исследования | Содержание цинка в почвах по точкам отбора проб, мг/кг | | | | M ± m (V) |
|-------------------------|--|----------------|----------------|----------------|-----------------------|
| | T ₁ | T ₂ | T ₃ | T ₄ | |
| ПКиО им. Кулибина | 0,2676 | 1,0301 | 0,5778 | 0,7488 | 0,6561 ± 0,1596 (49) |
| Сквер 65-летия Победы | 0,1933 | 0,2901 | 0,0794 | 0,0095 | 0,1431 ± 0,0619 (87) |
| ПКиО «Швейцария» | 0,0785 | 0,2217 | 0,2146 | 0,3907 | 0,2264 ± 0,0639 (56) |
| ПКиО «Сормовский парк» | 0,0820 | 0,0636 | 0,0551 | 0,0194 | 0,0550 ± 0,0131 (48) |
| ПКиО им. 1 Мая | 0,2714 | 0,0072 | 0,1386 | 0,0158 | 0,1083 ± 0,0621 (115) |
| ПКиО «Дубки» | 0,1736 | 0,0195 | 0,0280 | 0,1070 | 0,0820 ± 0,0363 (89) |
| ПКиО «Автозаводский» | 0,0748 | 0,2655 | 0,1371 | 0,0997 | 0,1443 ± 0,0424 (59) |

Таблица 2

Уровень территориальных различий в концентрациях водорастворимых соединений кадмия (Cd) в урбаноземах Нижнего Новгорода

| Территория исследования | Содержание цинка в почвах по точкам отбора проб, мг/кг | | | | M ± m (V) |
|-------------------------|--|----------------|----------------|----------------|-----------------------------|
| | T ₁ | T ₂ | T ₃ | T ₄ | |
| ПКиО им. Кулибина | 0,1966 | 0,0043 | 0,0971 | 0,0617 | 0,0899 ± 0,0404 (90) |
| Сквер 65-летия Победы | 0,1652 | 0,0224 | 0,0953 | 0,1170 | 0,1000 ± 0,0297 (59) |
| ПКиО «Швейцария» | 0,4035 | 0,3310 | 0,7021 | 0,5918 | 0,5071 ± 0,0851 (34) |
| ПКиО «Сормовский парк» | 0,1169 | 0,0622 | 0,1214 | 0,0986 | 0,0998 ± 0,0135 (27) |
| ПКиО им. 1 Мая | 0,3709 | 0,5910 | 0,2978 | 0,1115 | 0,3428 ± 0,0991 (58) |
| ПКиО «Дубки» | 0,2274 | 0,2120 | 0,2153 | 0,1746 | 0,2073 ± 0,0114 (11) |
| ПКиО «Автозаводский» | 0,0136 | 0,0970 | 0,1580 | 0,2333 | 0,1255 ± 0,0466 (74) |

Таблица 3

Уровень территориальных различий в концентрациях водорастворимых соединений свинца (Pb) в урбаноземах Нижнего Новгорода

| Территория исследования | Содержание цинка в почвах по точкам отбора проб, мг/кг | | | | M ± m (V) |
|-------------------------|--|----------------|----------------|----------------|----------------------|
| | T ₁ | T ₂ | T ₃ | T ₄ | |
| ПКиО им. Кулибина | 0,4211 | 0,4714 | 0,4453 | 0,2816 | 0,4049 ± 0,0423 (21) |
| Сквер 65-летия Победы | 0,3008 | 0,1025 | 0,0784 | 0,2660 | 0,1869 ± 0,0564 (60) |
| ПКиО «Швейцария» | 0,3310 | 0,2907 | 0,2407 | 0,2306 | 0,2733 ± 0,0233 (17) |
| ПКиО «Сормовский парк» | 0,3609 | 0,1805 | 0,8244 | 0,5715 | 0,4843 ± 0,1387 (57) |
| ПКиО им. 1 Мая | 0,2206 | 0,7723 | 0,1048 | 0,3612 | 0,3647 ± 0,1456 (80) |
| ПКиО «Дубки» | 0,2409 | 0,2005 | 0,1182 | 0,3988 | 0,2396 ± 0,0589 (49) |
| ПКиО «Автозаводский» | 0,1303 | 0,2066 | 0,2870 | 0,5614 | 0,2963 ± 0,0940 (63) |

Сравнивая территориальное накопление легко подвижных соединений свинца и меди в урбаноземах города (табл. 2 и табл. 3), прежде всего, необходимо указать на высокую вариабельность содержания меди в почвах относительно содержания свинца.

Так, если в отношении свинца коэффициент вариации был сдержанным и свое максимальное значение принимал единоразы в почвенном покрове территории ПККиО им. 1 Мая (до 80%), то в отноше-

нии накопления меди уровень варьирования показателя по территории оказался высоким и достигал 83–101% (Нижегородский, Приокский, Канавинский и Ленинский районы). Очевидно, что соединения свинца медленнее, чем соединения меди, переходят в водорастворимую форму и по большей части представлены кислоторастворимыми формами, на которые установлены санитарно-экологические нормы федерального уровня.

Таблица 4

Уровень территориальных различий в концентрациях водорастворимых соединений меди (Cu) в урбаногемах Нижнего Новгорода

| Территория исследования | Содержание цинка в почвах по точкам отбора проб, мг/кг | | | | M ± m (V) |
|-------------------------|--|----------------|----------------|----------------|-----------------------|
| | T ₁ | T ₂ | T ₃ | T ₄ | |
| ПКиО им. Кулибина | 0,0006 | 0,0062 | 0,0057 | 0,0002 | 0,0032 ± 0,0016 (101) |
| Сквер 65-летия Победы | 0,0011 | 0,0043 | 0,0082 | 0,0101 | 0,0059 ± 0,0020 (68) |
| ПКиО «Швейцария» | 0,0146 | 0,0030 | 0,0040 | 0,0018 | 0,0059 ± 0,0030 (101) |
| ПКиО «Сормовский парк» | 0,0017 | 0,0011 | 0,0009 | 0,0034 | 0,0018 ± 0,0006 (64) |
| ПКиО им. 1 Мая | 0,0079 | 0,0009 | 0,0016 | 0,0055 | 0,0040 ± 0,0017 (83) |
| ПКиО «Дубки» | 0,0012 | 0,0003 | 0,0064 | 0,0029 | 0,0027 ± 0,0013 (100) |
| ПКиО «Автозаводский» | 0,0007 | 0,0004 | 0,0015 | 0,0008 | 0,0009 ± 0,0002 (55) |

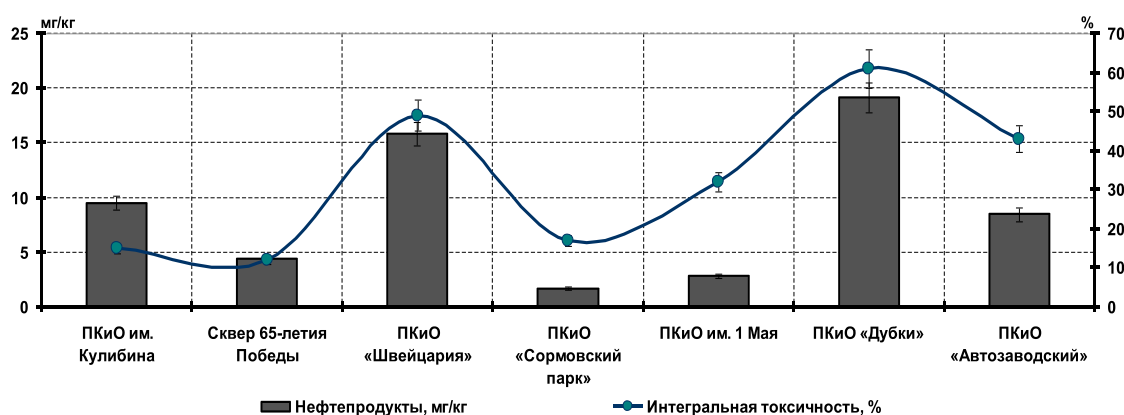


Рис. 2. Уровень территориальных различий в концентрации нефтепродуктов в урбаногемах Нижнего Новгорода и в их интегральной токсичности

Относительно санитарно-экологических норм (6,0 мг/кг по Pb; 3,0 мг/кг по Cu) накопление в урбаногемах города водорастворимых фракций свинца составляло от 3,1% (Сквер 65-летия Победы) до 8,1% (ПКиО «Сормовский парк»), а накопление водорастворимых фракций меди – от 0,03% (ПКиО «Автозаводский») до 0,20% (Сквер 65-летия Победы и ПКиО «Швейцария»).

В целом нужно отметить, что из всех изученных приоритетных экотоксикантов городских почв содержание легко подвижных форм меди оказалось на самом минимальном уровне, что может быть связано с относительно низким содержанием пула медьсодержащих матриц в исходном почвенном покрове.

Наибольшее суммарное содержание нефтепродуктов в городских почвах, представленное на рис. 2, достигало 19,13 мг/кг на территории ПКиО «Дубки» (Ленинский район) и 15,81 мг/кг на территории ПКиО «Швейцария» (Приокский район).

Средний уровень концентрации нефтепродуктов в урбаногемах (9,52 и 8,45 мг/кг) был установлен соответственно на территории ПКиО им. Кулибина и ПКиО «Автозаводский». Минимальное содержание нефтепродуктов было выявлено в почвах ПКиО «Сормовский» (1,69 мг/кг), ПКиО им. 1 Мая (2,80 мг/кг) и Сквера 65-летия Победы (4,36 мг/кг).

Относительно интегральной токсичности почв города (рис. 2) прежде всего необходимо указать на наличие тенденции ее зависимости от содержания нефтепродуктов в почвах. Кроме того, почвы ПКиО «Дубки» проявляли острую токсичность (3 группа токсичности), почвы ПКиО «Швейцария», ПКиО им. 1 Мая и ПКиО «Автозаводский» – среднюю токсичность (2 группа), а почвы ПКиО им. Кулибина, Сквера 65-летия Победы и ПКиО «Сормовский парк» – допустимую токсичность (1 группа).

Если рассматривать влияние накопления в почвенном покрове водорастворимых фрак-

ций тяжелых металлов на проявление их токсических свойств, то на территории ПККиО «Швейцария» и ПККиО «Дубки» имеется вероятность такого влияния от повышенного содержания цинка и кадмия, а на территории ПККиО им. Кулибина – от повышенного содержания цинка и свинца.

Заключение

Экспертиза территориальных различий в уровне концентраций легко подвижных форм приоритетных экотоксикантов, проведенная в черте Нижнего Новгорода, показала наличие относительно высокого содержания водорастворимых соединений кадмия – преимущественно в нагорной части города, и свинца – преимущественно в его заречной части.

Наибольшее суммарное содержание нефтепродуктов в городских почвах отслеживалось в ПККиО «Швейцария», расположенного вдоль одной из крупных автотрасс (пр. Гагарина), а также в ПККиО «Дубки», расположенного в промышленном центре и также испытывающего техногенный пресс в виде газо-пылевых выбросов от автотранспорта.

Интегральная токсичность урбаноземов, определенная по отношению к биотесту *Escherichia coli* М-17, в целом имеет удовлетворительный характер, сильно варьирует по территории города и имеет тенденцию зависимости от количества накопленных нефтепродуктов, а также от содержания металлов I класса токсичности – Zn, Cd и Pb.

Для проведения репрезентативной экологической оценки токсичности урбаноземов Нижнего Новгорода необходимо одновременно отслеживать степень накопления в них подвижных (кислоторастворимых) и валовых форм тяжелых металлов, а также нефтепродуктов, хлоридов, сульфатов, сероводорода и показателей кислотнo-основного состояния. Такой набор показателей позволит не только выявить очаги загрязнения почвенного покрова, но и определить функциональную зависимость интегральной токсичности от конкретных загрязняющих веществ в определенных почвенных разностях.

Список литературы / References

1. Дабахов М.В., Дабахова Е.В., Титова В.И. Экологическая оценка почв урбанизированных ландшафтов: монография. Н. Новгород: НИУ РАНХиГС, 2014. 300 с.
2. Dabahov M.V., Dabahova E.V., Titova V.I. Environmental assessment of the soils of urbanized landscapes: monograph. N. Novgorod: NIU RANHiGS, 2014. 300 p. (in Russian).
3. Онищенко Г.Г. О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения // Гигиена и санитария. 2013. Т. 92. № 2. С. 4–10.
4. Onishchenko G.G. On sanitary and epidemiological well-being of the population // Gigena i sanitariya. 2013. T. 92. № 2. P. 4–10 (in Russian).

3. Гелашвили Д.Б., Копосов Е.В., Лаптев Л.А. Экология Нижнего Новгорода: монография. Н. Новгород: ННГАСУ, 2008. 530 с.

Gelashvili D.B., Kopusov E.V., Laptev L.A. Ecology of Nizhny Novgorod: monograph. N. Novgorod: NNGASU, 2008. 530 p. (in Russian).

4. Мялкина Е.В. Диагностика качества образования в вузе // Вестник Мининского университета. 2019. Т. 7. № 3 (28). [Электронный ресурс]. URL: <https://vestnik.mininuniver.ru/jour/article/view/1006> (дата обращения: 04.11.2019). DOI: 10.26795/2307-1281-2019-7-3-4.

Myalkina E.V. Diagnosis of the quality of education in the university // Vestnik of Minin University. 2019. T. 7. № 3 (28). [Electronic resource]. URL: <https://vestnik.mininuniver.ru/jour/article/view/1006> (date of access: 04.11.2019) (in Russian).

5. Современные ландшафты Нижегородской области / Под ред. Б.И. Кочурова, Н.Ф. Винокуровой, О.В. Глебовой. Н. Новгород: НГПУ им. К. Минина, 2006. 370 с.

Modern landscapes of the Nizhny Novgorod Region / Pod red. B.I. Kochurova, N.F. Vinokurovoj, O.V. Glebovoj. N. Novgorod: NGPU im. K. Minina, 2006. 370 p. (in Russian).

6. Редина М.М., Хаустов А.П. Нормирование и снижение загрязнений окружающей среды: учебник. М.: Изд. Юрайт, 2014. 431 с.

Redina M.M., Haustov A.P. Rationing and reduction of environmental pollution: textbook. M.: Izd. Yurajt, 2014. 431 p. (in Russian).

7. Копосова Н.Н., Козлов А.В., Шешина И.М. Анализ территориальных различий в уровнях концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе города Нижнего Новгорода // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 3. [Электронный ресурс]. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=19379> (дата обращения: 04.11.2019).

Koposova N.N., Kozlov A.V., Sheshina I.M. Analysis of territorial differences in concentrations of pollutants in the atmospheric air of the city of Nizhny Novgorod // Modern problems of science and education. 2015. № 3. [Electronic resource]. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=19379> (date of access: 04.11.2019) (in Russian).

8. Маркова С.М., Наркозиев А.К. Методика исследования содержания профессионального образования // Вестник Мининского университета. 2019. Т. 7. № 1 (26). URL: <https://vestnik.mininuniver.ru/jour/article/view/923> (дата обращения: 04.11.2019). DOI: 10.26795/2307-1281-2019-7-1-2.

Markova S.M., Narkoziev A.K. Methodology for research into the content of vocational education // Vestnik of Minin University. 2019. T. 7. № 1 (26). [Electronic resource]. URL: <https://vestnik.mininuniver.ru/jour/article/view/923> (date of access: 04.11.2019) (in Russian).

9. Платонычева Ю.Н., Савина А.В. Оценка загрязнения почвенного покрова парков Нагорной части Нижнего Новгорода // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 2 (22). С. 14–18.

Platonycheva Yu.N., Savina A.V. Assessment of pollution of a soil cover of parks of the Mountain part of Nizhny Novgorod // Vestnik Nizhegorodskoj gosudarstvennoj sel'skhozajstvennoj akademii. 2019. № 2 (22). P. 14–18 (in Russian).

10. Смирнова Н.А. Направление и интенсивность трансформации почвенного покрова промышленного района (на примере г. Нижнего Новгорода): монография. Н. Новгород: ВГИПУ, 2007. 174 с.

Smirnova N.A. Direction and intensity of transformation of the industrial area soil cover (on the example of Nizhny Novgorod): monograph. N. Novgorod: VGIPU, 2007. 174 p. (in Russian).

11. Кулик К.Н., Кретинин В.М., Кошелева О.Ю. Опыт картографирования почвенного покрова города Волгограда // Вестник ВГУ. Серия: География. Геоэкология. 2015. № 1. С. 40–45.

Kulik K.N., Kretinin V.M., Kosheleva O.Yu. Experience of mapping the soil cover of the city of Volgograd // Vestnik VGU. Seriya: Geografiya. Geoekologiya. 2015. № 1. P. 40–45 (in Russian).

12. Козлов А.В. Лабораторно-инструментальные методы исследований в экологии объектов окружающей среды: учебно-методическое пособие. Н. Новгород: НГПУ им. К. Минина, 2016. 89 с.

Kozlov A.V. Laboratory and instrumental methods of research in ecology of environmental objects: educational and methodological manual. N. Novgorod: NGPU im. K. Minina, 2016. 89 p. (in Russian).