

ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ ГОРОДА КУРСКА

© 2017 Н. П. Неведров, О. А. Борисичев

¹канд. биол. наук, ассистент кафедры общей биологии и экологии
e-mail: 9202635354@mail.ru

²студент естественно-географического факультета
e-mail: olegborisichev@yandex.ru

Курский государственный университет

В работе приведены данные пространственного распределения тяжелых металлов в почвах г. Курска, полученные с применением ГИС-технологий. Проведена интерпретация данных о фактических содержаниях валовых и подвижных форм тяжелых металлов Pb, Cd, Zn, Ni, Cu в поверхностных горизонтах почв г. Курска и их сравнение с фоновыми концентрациями и ПДК. Установлено, что почвы города имеют максимально высокий уровень суммарного загрязнения тяжелыми металлами (Zс), среди которых приоритетными являются Pb, Cd и Zn, концентрации которых превышают предельно допустимые нормы в 3,8, 2,5 и 1,2 раза и в 7,4, 830 и 2,4 раза фоновые концентрации. Пространственное распределение Zn, Ni, Cu носит очаговый и островной характер. Существенное количество почв г. Курска относятся к категории опасные и требует проведения ремедиационных мероприятий.

Ключевые слова: тяжелые металлы, загрязнение почв, валовые формы, подвижные формы, суммарное загрязнение

Мощная антропогенная нагрузка на урбоэкосистемы привела к тому, что почвы подавляющего большинства городов токсичны. Возрастающие темпы антропогенной нагрузки на городские почвы приводят к ухудшению экологической обстановки в городской среде. Газопылевые выбросы и сточные воды промышленных предприятий содержат большое количество токсикантов. Депонирование в почве различных антропогенных токсикантов является следствием выбросов загрязняющих веществ различного рода промышленными предприятиями и автотранспортом. Часто встречаемая и довольно многочисленная группа поллютантов – тяжелые металлы. В почвах городов исследователи постоянно фиксируют превышения ПДК по таким металлам как свинец, кадмий, цинк, ртуть и др. К тому же результаты мониторинга урбопочв указывают на тенденцию к увеличению запасов тяжелых металлов в почвенных горизонтах [Дубовик, Сердюков 2014; Неведров и др. 2015; Неведров и др. 2016]. Подобные антропогенные изменения химического состава городских почв приводят к необратимым последствиям и различного рода трансформациям урбоэкосистем. Содержащиеся в гумусово-аккумулятивном горизонте ТМ приводят к контоминации растений и передаче следующим звеньям трофической цепи. В случаях загрязнения почв приусадебных и дачных участков городских территорий ТМ с растительной пищей могут отравлять человека. Тяжелые металлы способны загрязнять поверхностные воды попадая в них в результате стоков ливневых и талых вод [Герасимова и др. 2003, Касимов 2014].

Объектом исследования были почвы г. Курска, отобранные в разных функциональных зонах. Располагаясь на урбанизированной территории, они подвергаются высокой антропогенной нагрузке в связи с функционированием

предприятий химической, машиностроительной и теплоэнергетической отраслей промышленности.

Точки отбора почвенных образцов находятся в промышленных, селитебных и рекреационных зонах (рис. 1).

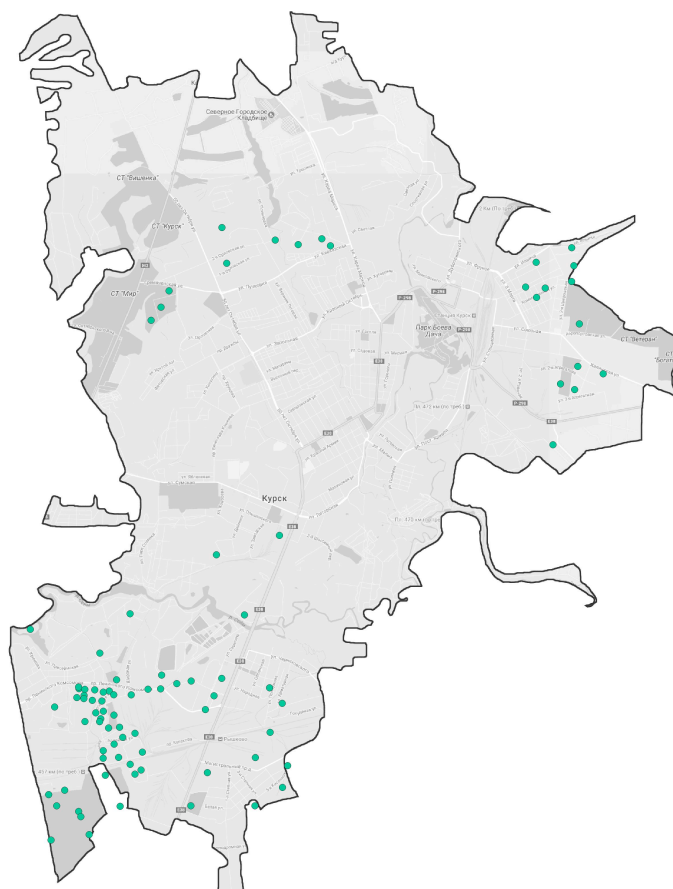


Рис.1. Ключевые точки отбора проб в г. Курске

Весной 2016 г. произведен отбор 60 смешанных почвенных проб. Пробы поверхностного слоя почв отбирались во всех трех административных округах города.

Содержание валовых и подвижных форм ТМ (Pb, Cd, Zn, Cu, Ni) в почвах определяли методом атомно-абсорбционный спектрометрии.

На основе полученных эмпирических данных о концентрациях ТМ в почвах была создана пространственная база данных (ПБД) исследований. С помощью MapInfo Professional v16 выполнена географическая привязка координат к растровой подложке и ГИС с открытым исходным кодом QGIS 2.18.7 «Las Palmas», распространяемой на условиях GNU General Public License, была выполнена обработка пространственных данных и моделирование геохимических полей. Методом обратно-взвешенных расстояний (IDW) построены интерполированные поверхности распределения тяжелых металлов.

Результатом проведения работ и лабораторных анализов является массив данных геохимических исследования, сформированных впоследствии в ПБД. Структура атрибутивной информации устроена для удобства и краткости обрабатываемой информации. MapInfo QGIS поддерживает большое количество типов данных, а QGIS удобен в обращении и гибок в настройках и взаимодействии с различными плагинами, значительно расширяющих возможности ГИС (Мацибора А.В., 2014).

ПБД содержит в себе информацию о направлении места отбора проб относительно центра города, координаты и средние концентрации валовых и подвижных форм ТМ в почвах.

Используя обширный перечень возможностей ГИС, показатели и характеристики, необходимо создать картографические изображения для возможности визуальной оценки геохимической ситуации, определения направления развития воздействия промышленности и экологического состояния отдельных районов города.

Использование IDW-интерполяции в настольной ГИС QGIS 2.18.7 позволило создать картосхемы географического распределения тяжелых металлов Cd, Zn, Cu, Ni, Pb в почвах на территории г. Курска, учитывая показатели ближайших точек и исключая влияние факторов без пространственных связей. Для удобства визуальной оценки полученных результатов использовался метод количественного фона, где определенный цвет отражал количество определенного параметра, в данном случае содержание в почве тяжелых металлов валовых и подвижных форм. Цветовая шкала состоит из 4 элементов, начиная от территорий, не вошедших в выборку, и заканчивая территориями с превышением определенных значений. Растровая подложка была представлена частью карты Google в пределах границ г. Курска.

Картографические изображения в виде картосхем с содержанием валовых форм тяжелых металлов представлены на рисунках 2, 4, 6, 8, 10, подвижных форм на рисунках 3,5,7,9,11.

Картосхемы достаточно логично отражают пространственное распределение ТМ в урбопочвах, демонстрируя скопления и превышения концентраций химических элементов в районе промышленных зон.

На основе анализа полученных картографических изображений можно сделать следующий вывод. Превышающие значения ПДК, концентрации валовых и подвижных формы Zn, Cu, Ni имеют очагово-островной характер распределения концентрации; Pb и Cd, ввиду очень высоких, «ураганных», концентраций и большего числа источников, носят более «размазанный» характер и охватывают практически всю территорию города, что свидетельствует о необходимости разработок и применения мер по селективной ремедиации почв г. Курска, возможно с использованием экофитотехнологий.

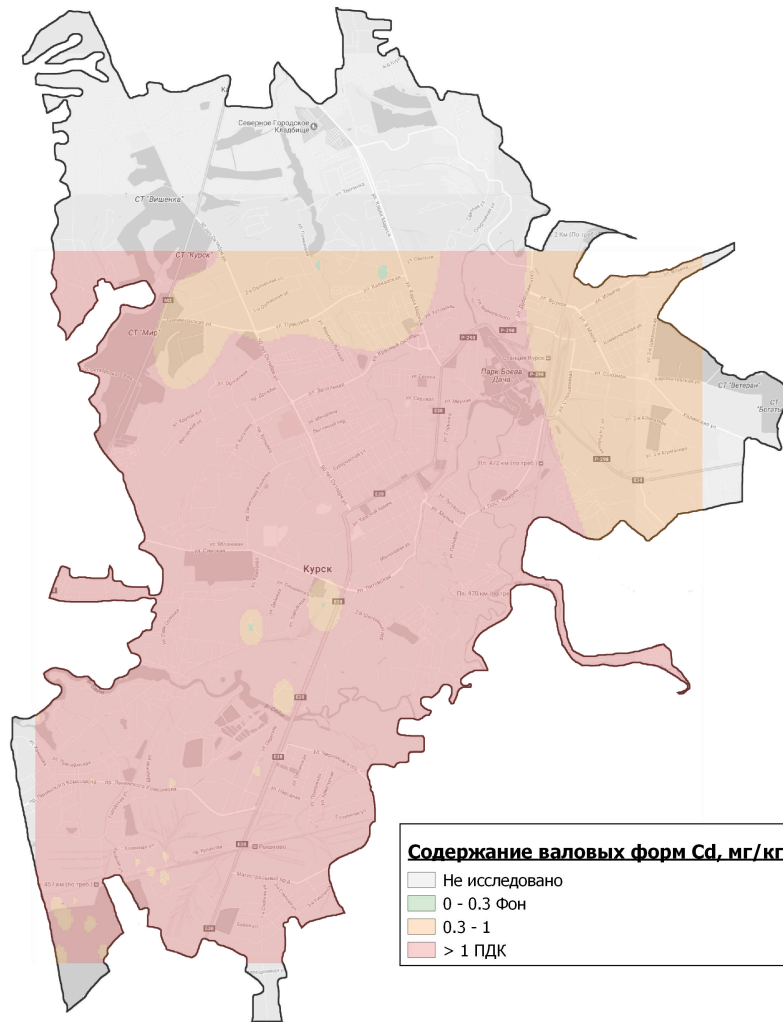


Рис. 2. Пространственное распределение валовых форм Cd

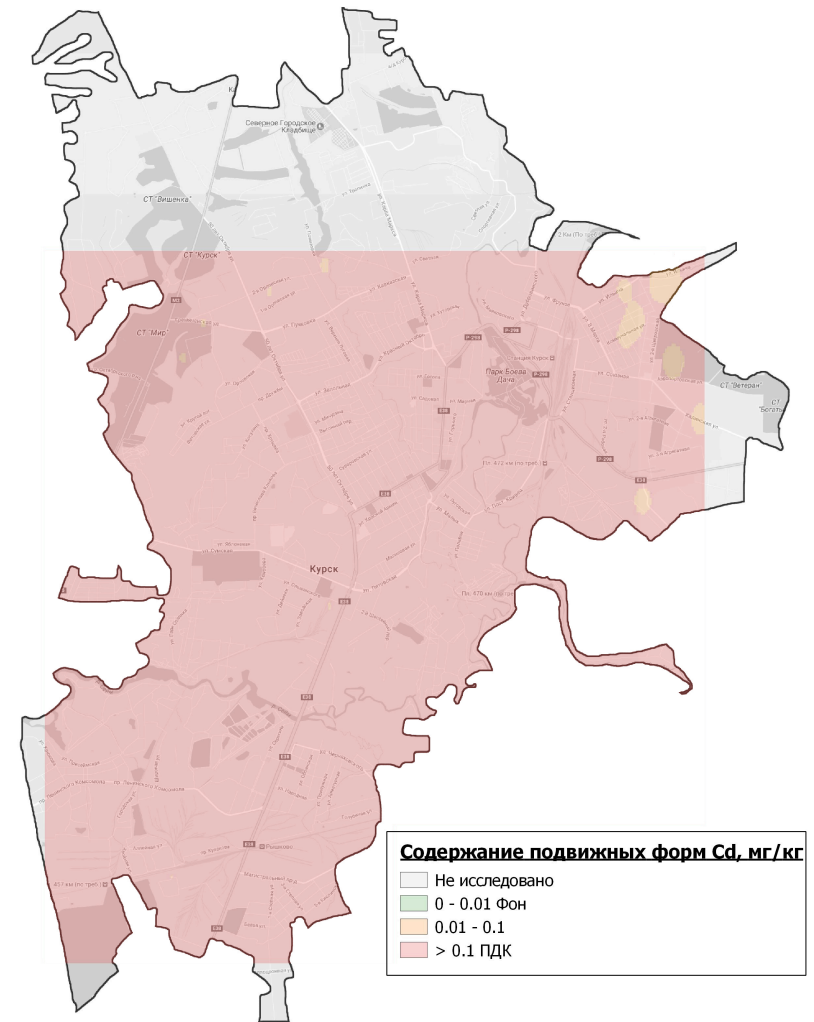


Рис. 3. Пространственное распределение подвижных форм Cd

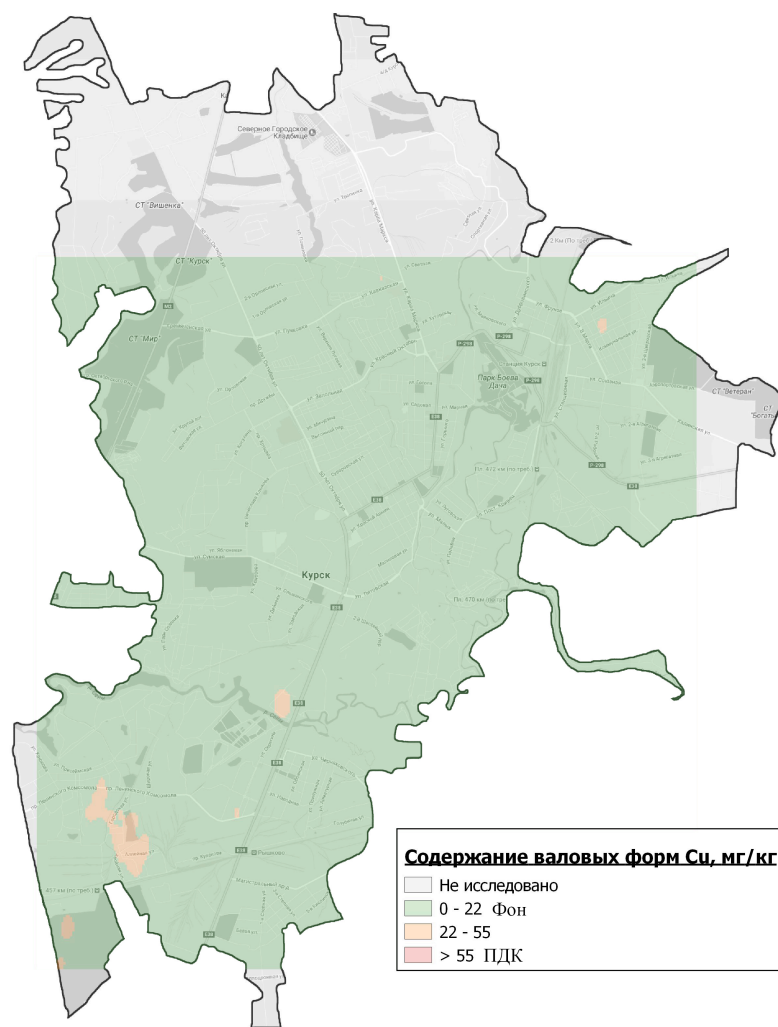


Рис. 4. Пространственное распределение валовых форм Cu

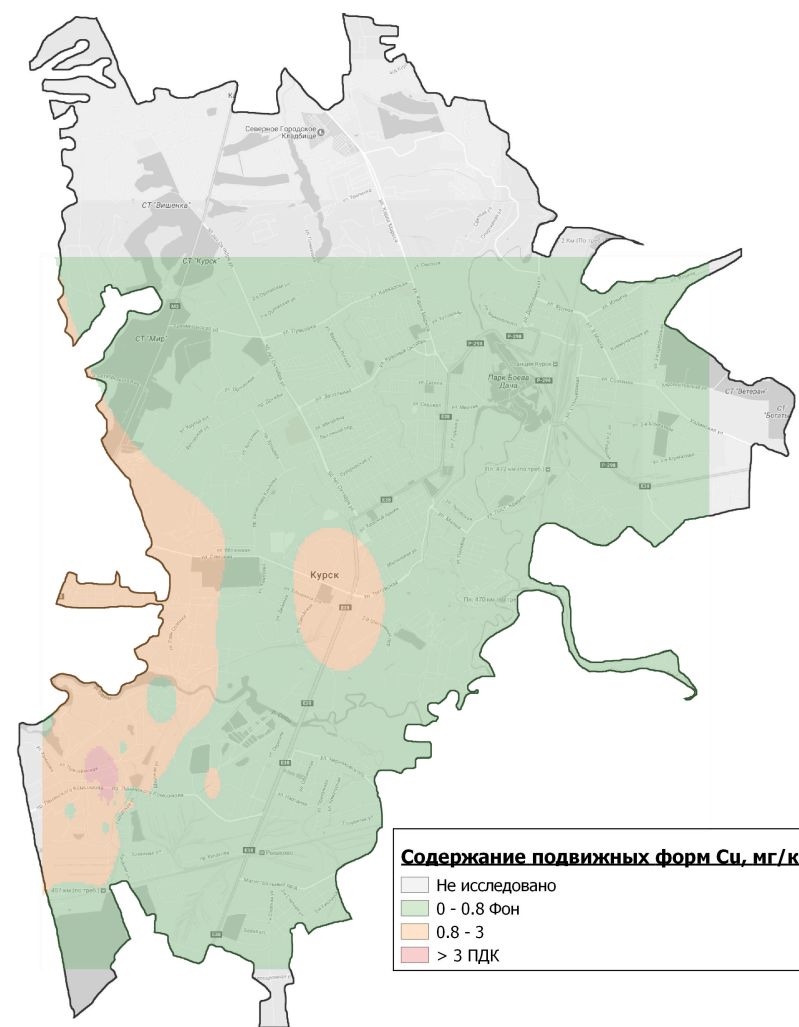


Рис. 5. Пространственное распределение подвижных форм Cu

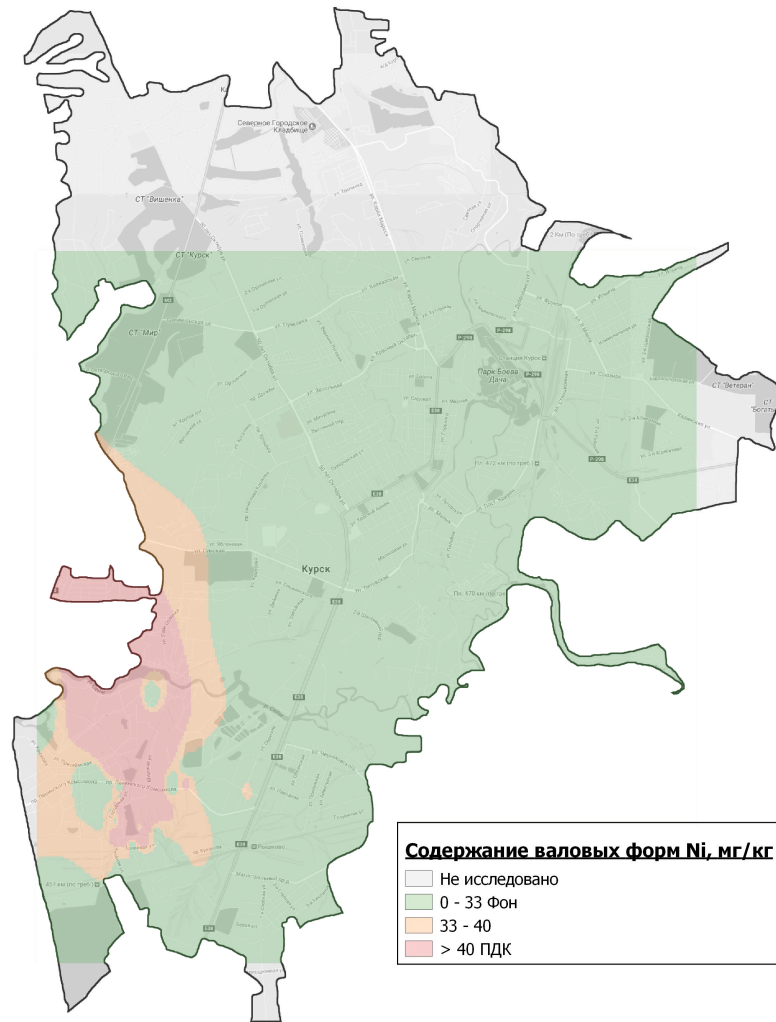


Рис. 6. Пространственное распределение валовых форм Ni

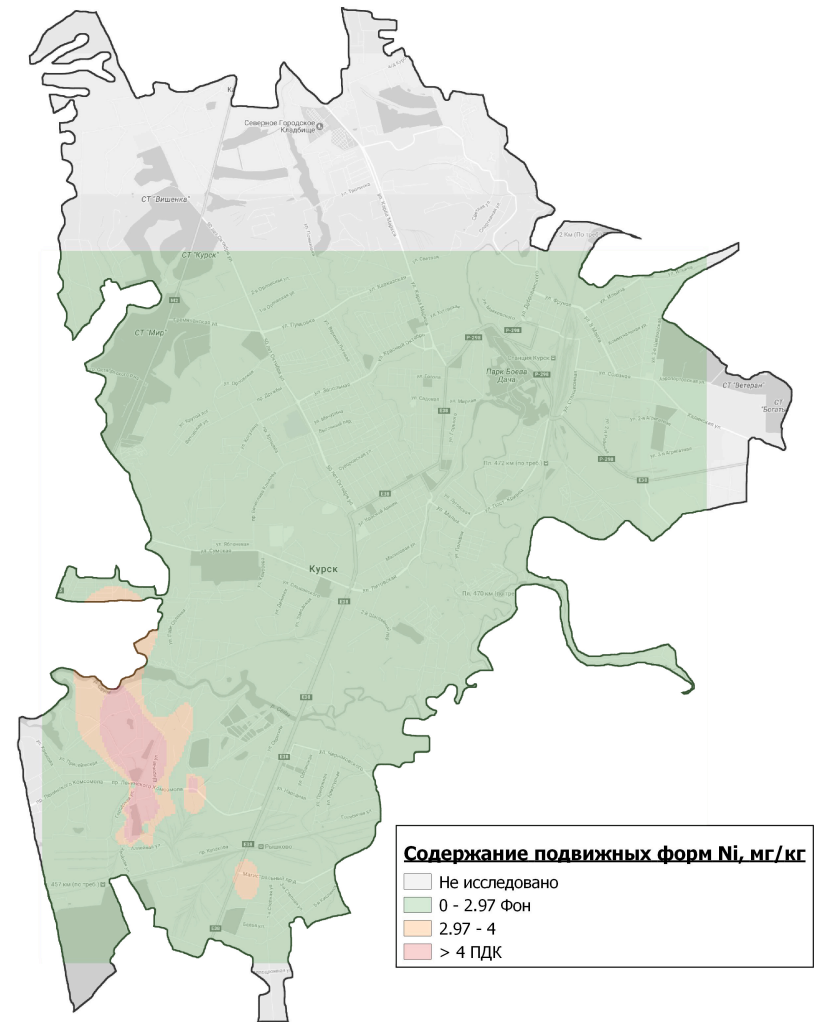


Рис. 7. Пространственное распределение подвижных форм Ni

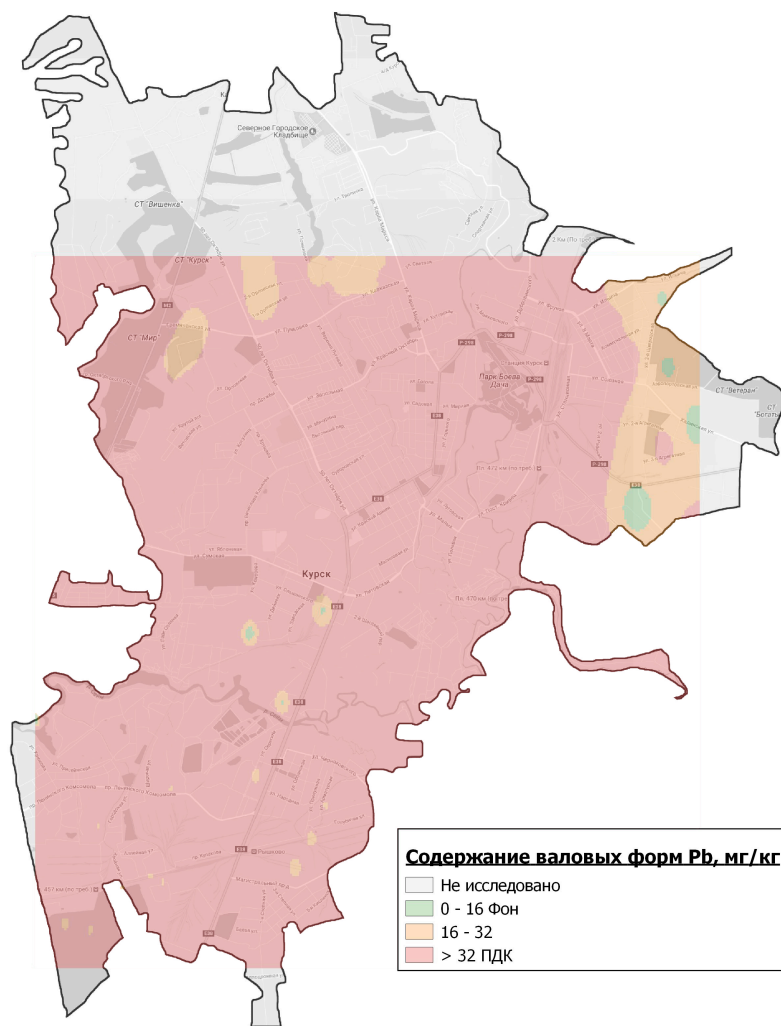


Рис. 8. Пространственное распределение валовых форм Pb

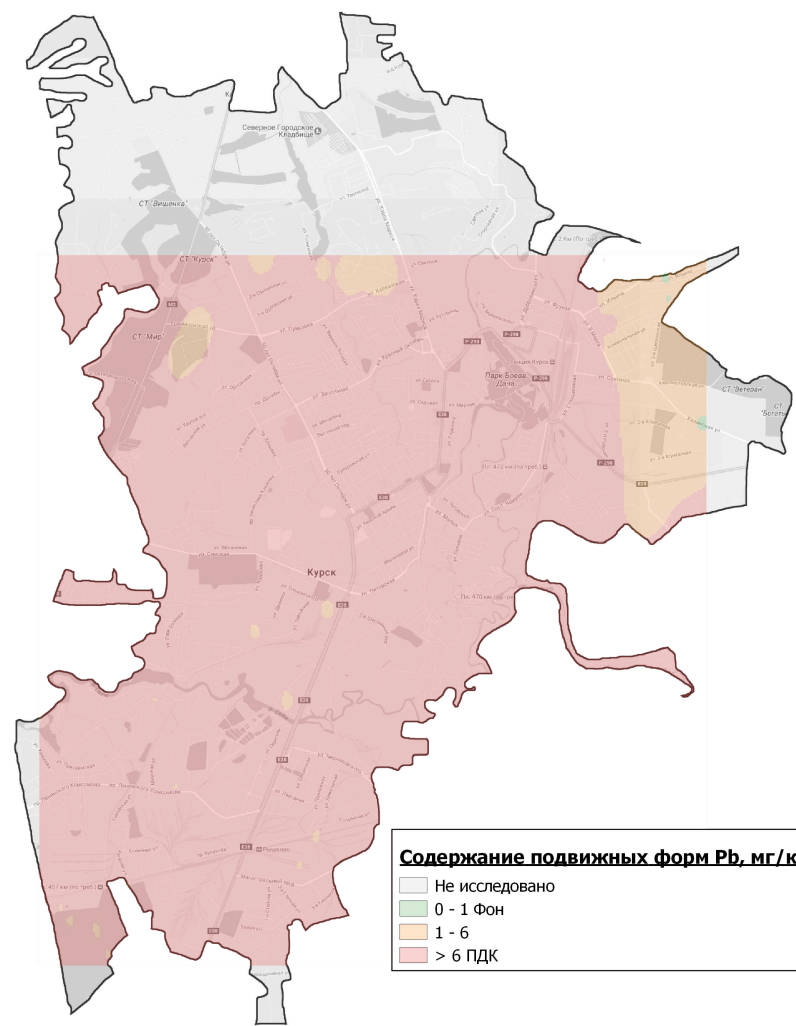


Рис. 9. Пространственное распределение подвижных форм Pb

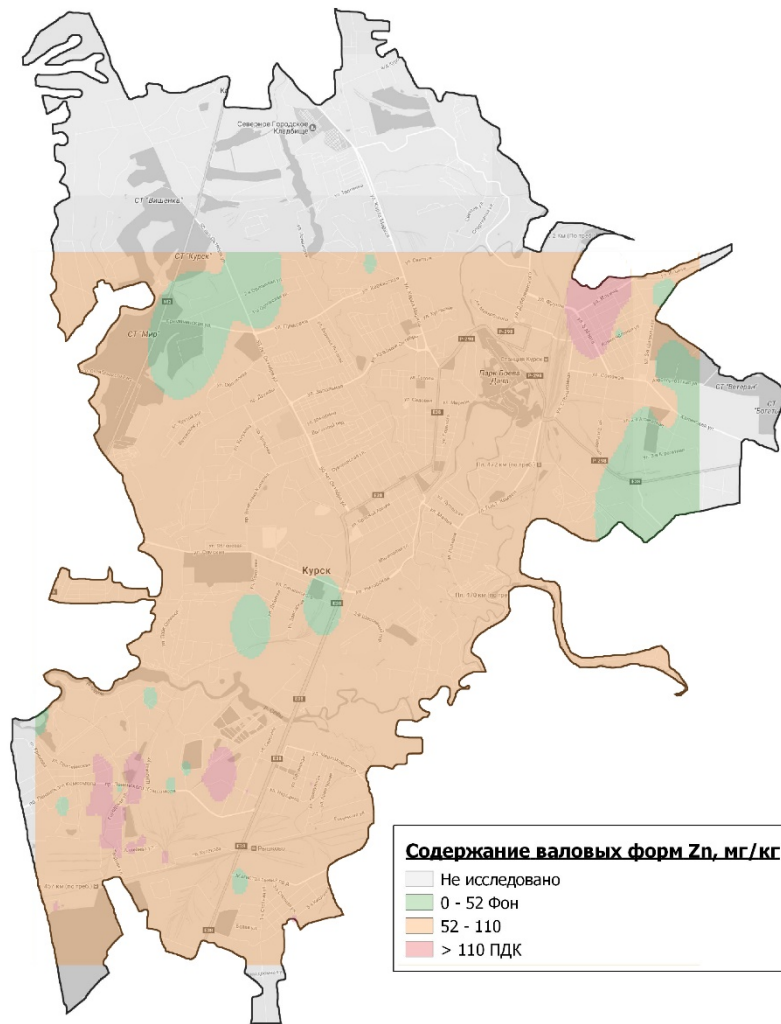


Рис. 10. Пространственное распределение валовых форм Zn

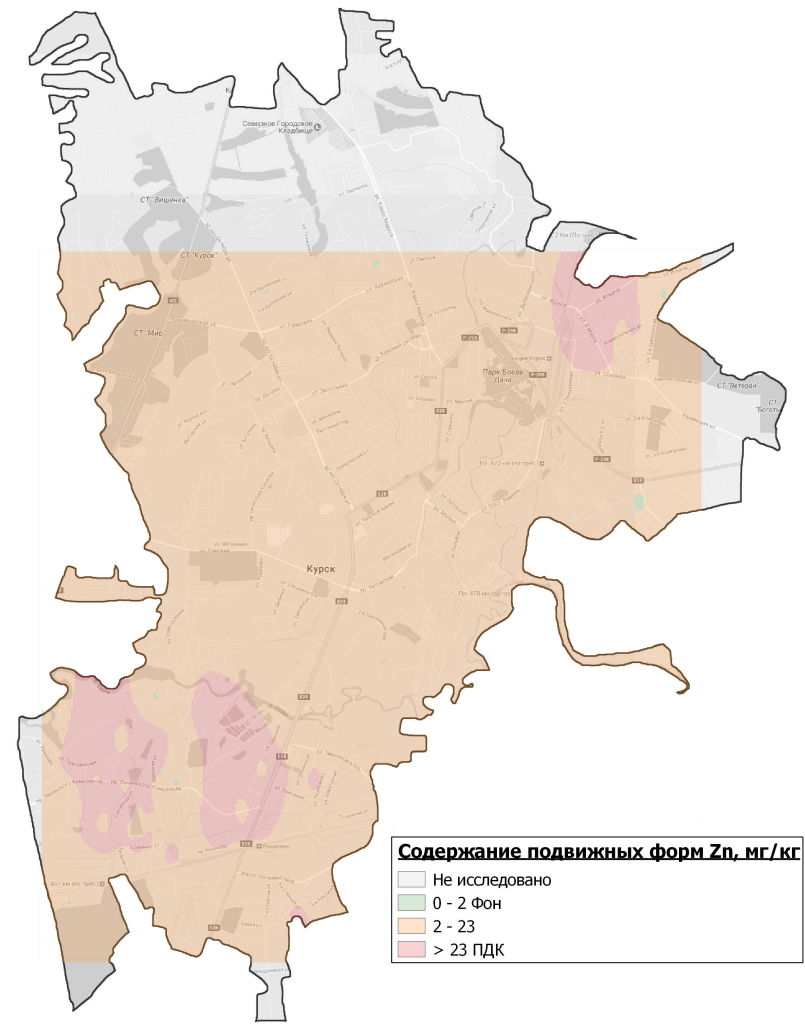


Рис. 11. Пространственное распределение подвижных форм Zn

Заключение

Большая техногенная нагрузка на урбаноземы города заставляет учитывать множество экологических факторов в развитии почвенного покрова города и использовать современные технологии для своевременного выявления текущих проблем и повышения эффективности урбоэкологического мониторинга. ГИС является замечательным помощником в мониторинге окружающей среды и оценке ее состояния путем создания ПБД и дальнейшего её пространственного отражения. Картосхемы, как наглядное отображение содержания элементов с помощью метода количественного фона, удобны для людей с разным уровнем умения чтения географических карт. Они позволяют определить пространственные связи элементов, оценить текущее экологическое состояние и распределение геохимических показателей урбаноземов, определить дальнейшие пути улучшения состояния почв, дать рекомендации эксплуатации земель и определить параметры техногенной нагрузки.

В ходе исследования установлено, что характер распространения ТМ варьирует от точечно-очагового до островного и сплошного. Это свидетельствует об устойчивом воздействии стационарных точечных и линейных объектов.

Наиболее полную оценку экологического состояния почв в аспекте их загрязненности тяжелыми металлами отражает картосхема суммарного загрязнения почв – Zc [Касимов,2014] с анализом модификаций расчетной формулы предложенной Ю.Н. Водяницким [Водяницкий 2010] (рис. 12).

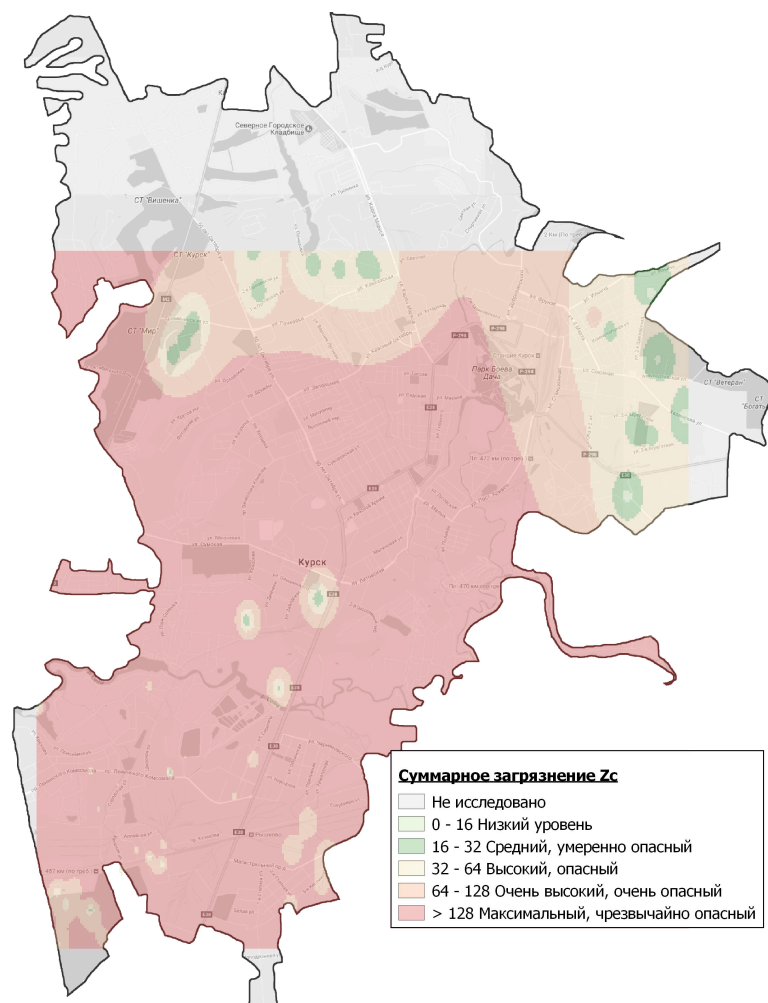


Рис. 12. Картосхема уровня суммарного загрязнения почв г. Курска (по Саету)

Проанализировав картосхему, отметили, что значительная часть г. Курска находится в зоне максимального загрязнения. Заметно снижение уровня суммарного загрязнения почв ТМ в центральной и северо-восточной части до очень высокого и низкого уровней, благодаря возвышениям в районе улицы Ленина, которые служат барьером миграций ТМ. Концентрации ТМ максимальны и в пониженной части Курска, на юге, что обусловлено насыщенностью промышленными комплексами и геоморфологическими особенностями рельефа.

Библиографический список

Водяницкий Ю.Н. 2010. Формулы оценки суммарного загрязнения почв тяжелыми металлами и металлоидами // Почвоведение. 10: 1276–1280.

Герасимова М.И., Строганова М.Н., Можарова Н.В., Прокофьева Т.В. Антропогенные почвы (генезис, география, рекультивация). М., Ойкумена, 2003. 266 с.

Дубовик В.Д., Сердюков С.Ю. Содержание тяжелых металлов в почве промышленно-активной зоны г. Курска // Известия Юго-западного государственного университета. 2014. № 1(52). С. 34–40.

Касимова Н.С. Регионы и города России: интегральная оценка экологического состояния. М.: ИП Филимонов М.В., 2014. 560 с.

Мацибора А.В., Лисецкий Ф.Н., Кураева И.В., Войтюк Ю.Ю. Геоинформационное моделирование распределения тяжелых металлов в почвах города Киева // Научные ведомости Белгородского государственного университета. 2014. №23(194). Вып. 29.

Неведров Н.П., Белоконь А.Л., Анненков С.А., Проценко А.А., Проценко Е.П., Балабина Н.А., Пученкова А.В. 2015. Содержание тяжёлых металлов в почвах с различным уровнем антропогенной нагрузки на территории Курской области // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия Естественные науки 3(200) (30). С. 117–125.

Неведров Н.П., Вытовтова Т.А., Пученкова А.В. Профильное распределение массовых концентраций и запасов свинца и кадмия в урбопочвах г. Курска // Auditorium. Электронный научный журнал Курского государственного университета. 2016. № 2 (10). URL: auditorium.kursksu.ru/pdf/010-009.pdf (дата обращения: 15.07.2017).