

## ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ

И. И. Косинова, С. И. Фонова

*Воронежский государственный университет*

Поступила в редакцию 10 февраля 2015 г.

**Аннотация:** в статье представлены результаты экспериментального изучения содержания загрязняющих веществ в зонах влияния автомобильных магистралей и промышленных предприятий города Липецка. По каждой точке отбора вычислялся уточненный суммарный показатель загрязнения, по вычисленным значениям которого была построена карта – схема интегрального загрязнения почв тяжелыми металлами. Проведенные экспериментальные исследования позволили выделить основные закономерности пространственного распределения тяжелых металлов в грунтах.

**Ключевые слова:** загрязняющие вещества (ЗВ), тяжелые металлы, коэффициент рассеивания, концентрация загрязняющего вещества, экологический кризис, интегральная интерполяционная модель.

### REGULARITIES OF SPATIAL DISTRIBUTION OF POLLUTANTS IN AN URBAN ENVIRONMENT

**Abstract:** the article presents the results of experimental study of contaminants in the zones of influence of highways and industrial enterprises of the city of Lipetsk. For each point of selection was calculated adjusted total contamination index, calculated values, which was built map - scheme of integrated pollution of soils with heavy metals. Experimental studies allowed to identify the main patterns of spatial distribution of heavy metals in soils.

**Key words:** pollutants (SV), the scattering coefficient, the concentration of pollutants, the ecological crisis, the integral interpolation model.

В настоящее время основной объем загрязнения почв в крупных городах формируется за счет транспортных выбросов. В качестве ведущих загрязняющих элементов выделены: Zn, Ni, Pb, Cu.

Для изучения загрязнения почв была выбрана асимметричная сеть наблюдения, базирующаяся на принципе ключевых участков. Данный принцип предполагает привязку выборочных наблюдений к участкам с повышенной техногенной нагрузкой. Сеть наблюдений асимметрична, включает 82 точки пробоотбора. Расстояние между точками различно: от сотни метров до одного километра. Сетью пробоотбора более охвачен правый берег реки Воронеж, как наиболее благоприятный для строительства и эксплуатации участок, и прилегающая к реке часть левого берега, в районе площади Мира и улицы Зои Космодемьянской. Пробоотбор производился с глубины 0,1 – 0,5 м методом «конверта» с 5-ти навесок с квадратной площадки 5 м x 5 м.

Загрязнения имеют четкую связь с техногенными объектами, расположенными в городе [2, 3]. Основной источник – автомобильный транспорт, достаточно равномерно загрязняющий городские почвы, но в пределах нормы.

Крупное пятно загрязнения цинком выявлено в районе ОАО «НЛМК». В парке НЛМК, где почвы нарушенные, концентрация цинка достигает 9 ПДК. В различных направлениях на расстояниях от 500 м

до 1500 м концентрация снижается до 2 ПДК, образуя пятно вытянутое в северо-восточном направлении. Другое пятно загрязнения до 3 ПДК выявлено в районе жилых домов у пересечения федеральной трассы Орел – Тамбов и Лебедянского шоссе. Вся северо-западная часть промрайона загрязнена до уровня порядка 2 ПДК. В северо-восточной части также наблюдается превышение ПДК. Там расположен автотехцентр, асфальтобетонный завод, завод по производству гипсокартона. До 2 ПДК наблюдается загрязнение в центре г. Липецка, что связано с автотранспортной нагрузкой. Средняя концентрация цинка по городу составляют 62,5 мг/кг, что в 1,14 раз превышает ПДК. Относительная ошибка, характеризующая неравномерность распределения загрязнения по площади города достаточно велика, и составляет 118,3 %, что свидетельствует о случайном процессе и распространении ЗВ в городе. Эти вещества имеют наибольшие концентрации в городских почвах г. Липецке и их экологическое изучение предусмотрено существующей методикой проведения инженерно-экологических изысканий. Поскольку максимальные уровни загрязнения Zn наблюдаются в районе НЛМК и развязки Орел – Тамбов – Лебедянь, практически достигая 4 ПДК, то его источниками являются комбинат и автотранспорт с высокой плотностью потока. Далее наблюдается ветровой перенос мелкодисперсных частиц в северо-восточном направлении.

Река Воронеж является естественным барьером для юго-западного переноса.

Пространственное загрязнение по никелю во многом аналогично предыдущему. До 2 ПДК достигает концентрация никеля в районе развязки Орел – Тамбов – Лебедев. Уровень загрязнения, превышающий ПДК, также выявлен в северо-восточной части города. Зафиксировано пятно загрязнения в центре г. Липецка, но по площади оно меньше, чем для цинка. Существенное отличие наблюдается в районе НЛМК, где незначительное превышение по ПДК наблюдается в непосредственной близости к промплощадке. Благоприятная обстановка по цинку и никелю в городе практически одинакова. Средняя концентрация никеля по городу составляет 12,7 мг/кг, что составляет 0,63 ПДК. Относительная ошибка равна 76,9 %, что свидетельствует о его более однородном распределении по промрайону. Основным источником являются автомобили и выбросы промпредприятий.

По свинцу и меди экологическая обстановка благоприятная. Средняя концентрация свинца по городским почвам составляет 10,8 мг/кг, что составляет 0,35 ПДК. С использованием в последние годы неэтилированного бензина, скорость поступления свинца в городские почвы снизилась, а миграция осталась на прежнем уровне. Этот факт объясняет благоприятную экологическую обстановку. Относительная ошибка неравномерности загрязнения составляет 66,6 %. Наибольшее загрязнение, приближающееся к ПДК, наблюдается у развязки Орел – Тамбов – Лебедев

и вблизи НЛМК.

По меди, средняя концентрация составляет 9,5 мг/кг, что соответствует 0,3 ПДК. Загрязнение имеет относительно равномерное распределение.

По кадмию средняя концентрация равна 0,4 мг/кг, что составляет 0,8 ПДК, при незначительной пространственной неравномерности распределения – 55,1 %. Предположительный источник загрязнения – краски, в основном автомобильные. Загрязнение на уровне ПДК наблюдается вблизи развязки Орел – Тамбов – Лебедев, у ТРЦ «Кит Кэпитал», гипермаркета «О’Кей», ЛВЗ «Липецк», у МСОК в парке Победы, дворце водных аттракционов, складов автотехцентра и АЗС.

По мышьяку средняя концентрация загрязнения в почвах равна 2,1 мг/кг, что составляет 1,05 ПДК при значительной пространственной неравномерности распределения в 108,7 %, что свидетельствует о наличии ряда точечных источников выбросов мышьяка, в частности ООО «БУМ ПАК», завод по производству гипсокартона и асфальтовый завод, автотехцентр, завод, по производству светопрозрачных конструкций, НЛМК, ЛВЗ, дворец водных аттракционов.

По магнию обстановка благополучная, его концентрация в среднем по городским почвам составляет 0,29 ПДК, при слабой пространственной неравномерности в 62,8 %. По-видимому, основной вклад здесь вносят природные факторы.

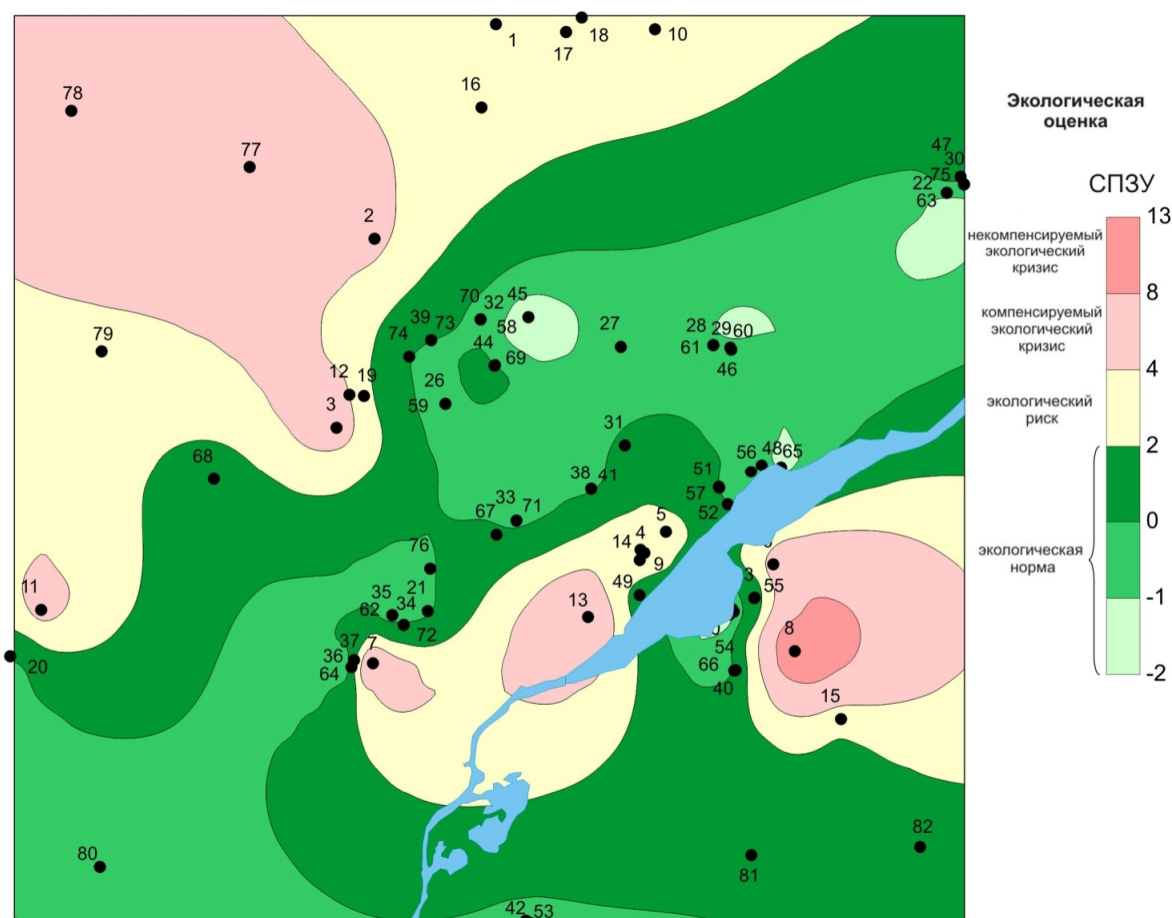


Рис. 1. Интегральная интерполяционная модель загрязнения почвенных отложений Липецкого промрайона.

Для построения интегральной карты вычислялись коэффициенты концентрации тяжелых металлов в каждой из 82 точек. По каждой точке вычислялся уточненный суммарный показатель загрязнения (СПЗУ), причем для каждой точки принималось истинное количество загрязняющих веществ  $n$ , по котором имелись результаты анализов.

$$\text{СПЗУ} = \sum_{k=1}^n K_c - \log_2 n \quad (1)$$

$K_c = C_k / \text{ПДК}_k$  – коэффициент концентрации  $k$  – того ЗВ, определяемого как отношение концентрации этого вещества к его предельно допустимой концентрации  $\text{ПДК}_k$

По вычисленным значениям СПЗУ была построена карта – схема интегрального загрязнения почв промышленного района тяжелыми металлами (рис. 1) [1, 4].

Анализ интегральной карты загрязнения почв позволил сделать следующие выводы:

- в рамках некомпенсируемого экологического кризиса находятся почвы в районе ОАО «НЛМК» (точка 8), где происходили многолетние накопления тяжелых металлов. Пятно некомпенсируемого загрязнения ориентировано в северо-восточном направлении за счет ветрового переноса. Здесь необходима срочная рекультивация почв.

- в рамках компенсируемого экологического кризиса находятся ареал вокруг ОАО «НЛМК», исторический центр г. Липецка, проспект Победы и северо-западная часть города с напряженными автомобильными трассами, ОАО «БУМ ПАК», асфальтобетонным заводом и заводом гипсокартона.

- в рамках экологического риска находится значительная часть левобережья, центральной и западной части города.

- к зоне экологической нормы можно отнести правобережную часть г. Липецка, расположенную вблизи р. Воронеж, его южную часть и северо-восточную часть.

ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет»

Косинова И. И., профессор, доктор геолого-минералогических наук, заведующая кафедрой экологической геологии

E-mail: kosinova777@yandex.ru

Тел.: +7(920)457-45-71, 8-473-2208-289

Фонова С. И., аспирант кафедры экологической геологии

E-mail: sveta.27@mail.ru

Тел.: +7(910)348-88-36

## Выводы

Анализ построенной интегральной интерполяционной модели загрязнения на территории Липецкого промышленного района, позволяет сформулировать следующие выводы:

1. На территории города наблюдается существенное превышение фоновых показателей и в ряде случаев ПДК по тяжелым металлам ведущих классов опасности.

2. Загрязнения имеют приуроченный характер и привязаны к техногенным объектам, расположенным на территории города. Основная доля загрязнения и максимум экологического неблагополучия пришлось на левый берег реки Воронеж, левобережную часть г. Липецка. Она характеризуется высокой техногенной нагрузкой, так как здесь расположен промышленный комплекс и большая часть производственных объектов города.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Косинова, И. И. Математическая модель пространственного распределения загрязняющих веществ от низких автомобильных выбросов / И. И. Косинова, С. И. Фонова // Перспективы развития инженерных изысканий в строительстве в РФ: материалы 10-й Общерос. конф., г. Москва, 6 дек. 2014 г. – М. – 2014. – С. 124 – 128.
2. Борисенко, И. Л. Анализ динамики и накопления металлов в почве урбанизированных территорий / И. Л. Борисенко // Эколого-геохимический анализ техногенного загрязнения. – М. – 1992. – С. 104 – 115.
3. Боков, С. Ю. Влияние автотранспорта на экологическое состояние почв г. Липецка / С. Ю. Боков, О. В. Базарский, А. А. Курышев // Месторождения природного и технического сырья. Геология, геохимия, геохимические и геофизические методы поисков, экологическая геология: материалы Международной конференции. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2008. – С. 263 – 265.
4. Базарский, О. В. Универсальная методика геоэкологической оценки состояния природных геосфер / О. В. Базарский // Экологическая геология: научно-практические, медицинские и экономико-правовые аспекты: материалы международной конференции. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2009. – С. 119 – 122.

Voronezh State University

Kosinova I. I., Professor, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Head of Ecological Geology Chair

E-mail: kosinova777@yandex.ru

Tel.: 8-920-457-457-1, 8-473-2208-289

Fonova S. I. the post graduate student of Ecological Geology Chair

E-mail: sveta.27@mail.ru

Tel.: +7(910)348-88-36