

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЯЖЁЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ТЕРРИТОРИЙ ВБЛИЗИ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

М. А. ЖУРАВЛЕВА, Н. И. ЗУБРЕВ, С. М. КОКИН
Российский университет транспорта (МИИТ), г. Москва

Одним из факторов, учитываемых при оценке качества городских почв, является их загрязнение тяжёлыми металлами (атомная масса выше 50 а. е. м.). Попадая в почву, тяжёлые металлы накапливаются, и их содержание в ней остаётся постоянным даже спустя долгое время после того, как сам источник загрязнения был устранён. В крупных городах основными загрязнителями являются, как правило, промышленные предприятия, объекты энергетического комплекса, транспорт, в том числе – и железнодорожный [1]. В рамках настоящей работы была поставлена задача оценки картины распределения металлов-загрязнителей вдоль полотна железной дороги и на прилегающих к ней территориях. Понятно, что количественные показатели по концентрации загрязнителей могут меняться в зависимости от района, в котором берутся пробы (в мегаполисе с богатой историей почв иногда даже возможны локальные «выбросы» данных), тем не менее, полученные результаты позволяют сделать некоторые обобщённые выводы.

Пробы грунта брались с участков вблизи главного хода Рижского, Курского и Казанского направлений МЖД в Северном и Юго-Восточном административных округах г. Москвы. Отбор почв проводился методом квадратов; после соответствующей подготовки пробы анализировались на содержание металлов методом атомно-эмиссионной спектроскопии (такой анализ обеспечивает необходимую точность измерений). Содержание железа определялось спектрофотометрическим и рентгенофлуоресцентным методами. Далее определялись коэффициенты концентрации K_{Ci} металлов-загрязнителей ($K_{Ci} = C_i/C_{fi}$, где C_i – содержание конкретного металла в почве, а C_{fi} – его среднее фоновое содержание), а также суммарный показатель загрязнения почвы $Z_C = \sum_{i=1}^n K_{Ci} - (n-1)$, где n – число рассматриваемых металлов-загрязнителей [2, 3].

Было установлено, что на обследованных участках в пробах грунта присутствуют железо, свинец, цинк, никель, медь, кобальт, молибден и хром, ванадий, локально встречается кадмий, отсутствует ртуть. Анализ значений Z_C показал, что загрязнение тяжёлыми металлами на этих территориях наиболее сильно проявляется в технической полосе железной дороги, почвогрунты которой можно отнести к «опасной» ($Z_C = 32...128$) и даже (местами) к «чрезвычайно опасной» ($Z_C > 128$) категории. О характере распределения металлов-загрязнителей вблизи прилегающих к дороге территорий дают диаграммы, представленные ниже.

Диаграмма на рисунке 1 показывает, как меняются концентрация C_{Fe} железа (в граммах на килограмм пробы грунта) и суммарный показатель загрязнения почвы Z_C вдоль рельсового полотна на отрезке железнодорожной линии между двумя остановочными пунктами Рижского направления МЖД.

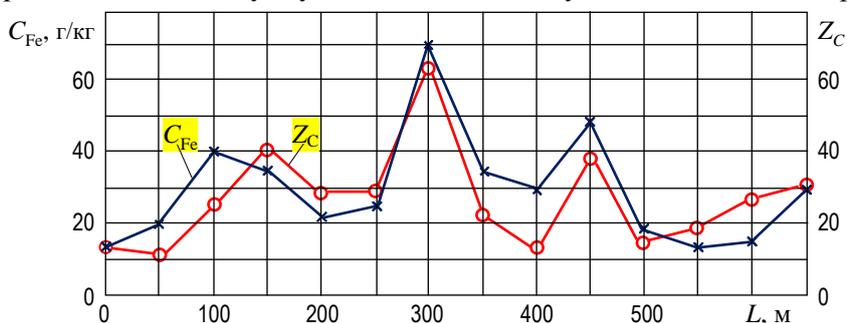


Рисунок 1 – Изменение концентрации C_{Fe} железа и суммарного показателя загрязнения почвы Z_C вдоль рельсового полотна в зависимости от расстояния L от начала платформы первого остановочного пункта

Из рисунка следует:

– загрязнение железом носит неравномерный характер (в работе [4] показано, что это связано с наличием в местах, соответствующих максимумам зависимости C_{Fe} , участков торможения подвиж-

ного состава, на которых идёт активное трибологическое взаимодействие в состоящих из стальных сплавов системах «колесо – рельс» и «колодка – колесо»);

– на рассматриваемом отрезке железнодорожной линии суммарный показатель Z_C меняется практически «синхронно» с изменением содержания железа вдоль полотна.

На рисунке 2 представлены диаграммы, которые показывают, как меняются коэффициенты концентрации K_C таких загрязнителей, как Ni, Co, Cr, Cu, Pb, Zn, Sn, Mo по мере удаления от железнодорожного полотна.

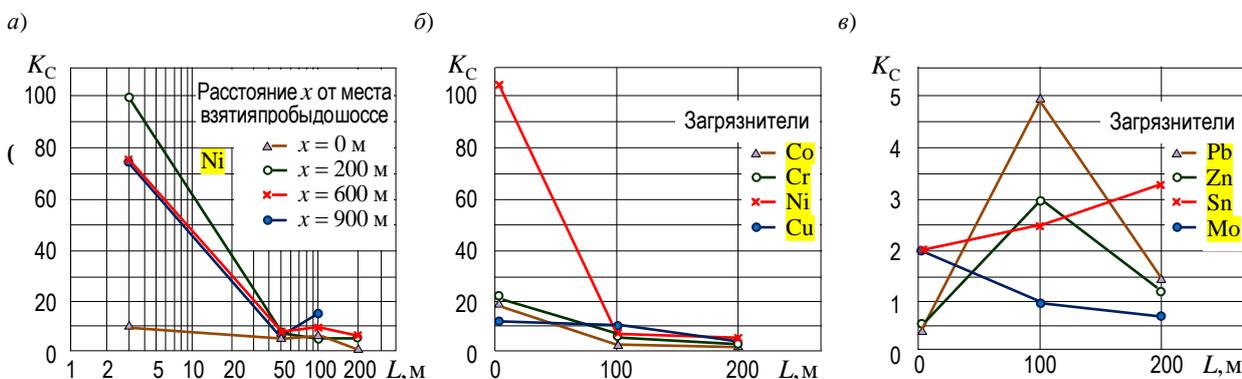


Рисунок 2 – Изменение коэффициентов концентрации K_C металлов-загрязнителей в зависимости от расстояния L от железнодорожного полотна:

а – пробы брались на разных расстояниях x от близлежащего автомобильного шоссе;
 б и в – пробы брались на территории сортировочной станции

Из рисунка 2, а и б следует, что на рассматриваемых участках основным металлом-загрязнителем является никель. Источником загрязнения могут служить никель-кадмиевые щелочные батареи 42НК-125 или 21НК-125, НКТ-120 электровозов ВЛ10, ВЛ11, ВЛ80, ЧС2, ЧС2Т, ЧС7 на направлениях главного хода (см. рисунок 2, а) и щелочные батареи Nife-NI-15, 72КН150Р для маневровых тепловозов ЧМЭ3 (в районе сортировочной станции, (см. рисунок 2, б). Повышенное содержание свинца в середине сортировочной станции (см. рисунок 2, в) может быть связано с использованием в маневровых тепловозах ТЭМ-1, ТЭМ-2, ТЭМ-5, ТЭМ7А, ТЭМ18Г, ТГМ6А свинцово-кислотных батарей 32ТН-450.

Зависимость концентрации других металлов в почве от расстояния до железнодорожного полотна выражена слабо. По-видимому, это обусловлено тем, что данные металлы «поставляются» дорогой в меньшей степени, а так же с тем, что в этих случаях существенным оказывается вклад в общую картину других близлежащих поставщиков загрязнений – промышленных предприятий, автотранспорта, объектов коммунального хозяйства и т. д. [5]. Но, например, (см. рисунок 2, а) изменение расстояния от точки, где брались пробы, до близлежащего оживлённого шоссе практически не сказалось на характере зависимости $K_C(L)$. О том же говорят и результаты измерений, учитывающих расстояние до районной тепловой электростанции, расположенной в районе взятия проб. Это позволяет сделать вывод о том, что (по крайней мере, в рассмотренных случаях) основной вклад в загрязнение городских почв тяжёлыми металлами в зоне, близкой к рельсовым нитям, связан именно с железной дорогой.

Список литературы

- 1 Экология транспорта и устойчивое развитие : учеб. / под общ. ред. И. В. Карапетянц, Е. И. Павловой. – М. : ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2019. – 370 с.
- 2 МУ 2.1.7.730-99. Гигиеническая оценка качества почвы населённых мест. Методические указания. – Введ. 05.04.1999. – М. : Минздрав РФ, 1999. – С. 9.
- 3 ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. – Введ. 01.01.1986. – М. : Стандартиформ, 2008. – 8 с. – URL: <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/296/4294847763.pdf> (дата обращения: 28.08.2025).
- 4 Журавлева, М. А. Загрязнение полосы отвода / М. А. Журавлева, Н. И. Зубрев, С. М. Кокин // Мир транспорта. – 2012. – № 3. – С. 112–118.
- 5 Влияние предприятий на распределение тяжёлых металлов в санитарно-защитной зоне железнодорожной магистрали / М. А. Журавлева, Н. И. Зубрев, М. И. Панфилова, С. Ю. Ефремова // Экология и промышленность России. – 2018. – Т. 22, № 2. – С. 52–57.