

ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ПОЧВАХ ЗОНЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ОТВОДА СТАНЦИИ УССУРИЙСК ОАО «РЖД»

© 2018

Ключников Денис Александрович, кандидат биологических наук,
заведующий кафедрой географии, экологии и охраны здоровья детей

Платонова Светлана Александровна, старший преподаватель
кафедры географии, экологии и охраны здоровья детей

Соболева Елена Васильевна, кандидат биологических наук,
доцент кафедры географии, экологии и охраны здоровья детей
*Филиал Дальневосточного федерального университета в г. Уссурийске
(г. Уссурийск, Приморский край, Российская Федерация)*

Аннотация. Показано неблагоприятное воздействие железнодорожного транспорта на прилегающие территории. Железнодорожный транспорт и объекты его жизнеобеспечения являются постоянно действующими источниками загрязнения. Многолетние выбросы в воздушную среду отражаются существенным накоплением токсикантов в верхних горизонтах почвы. Выявлена степень содержания тяжелых металлов в почве на территории железнодорожного отвода станции Уссурийск РЖД. Для расчета коэффициента концентрации тяжелых металлов анализу подвергались почвенные образцы 8 пробных площадей техногенно-антропогенных зон города. Для выявления локальных техногенных аномалий были рассчитаны коэффициенты концентрации. Расчет суммарного показателя загрязнения почв по результатам анализа шести элементов выявил, что территория железнодорожного отвода на Ж/Д вокзале имеет «очень высокий» уровень загрязнения. «Высокий» уровень выявлен в районе локомотиворемонтного завода. Загрязнение зон южнее станции железнодорожного вокзала характеризуется как «средний» уровень. Выявлены высокие концентрации Zn, Mn, Fe, Cu и Pb в почвах пробных участков с высокой транспортной нагрузкой, находящихся вблизи железнодорожной станции и предприятий технического обслуживания и эксплуатации подвижного состава. Установлены превышения концентрации тяжелых металлов относительно ПДК, ОДК и регионального фона, а также уровня загрязнения. Определен суммарный показатель загрязненности почв поллютантами.

Ключевые слова: тяжелые металлы; загрязнение почвы; железнодорожный транспорт; предельно допустимая концентрация; ориентировочно допустимый уровень; фоновый уровень; коэффициент концентрации; суммарный показатель загрязнения; экологический мониторинг; г. Уссурийск; Приморский край.

Введение

Среди многочисленных загрязнений окружающей среды особое место занимают тяжелые металлы, которые, включаясь в круговорот веществ и накапливаясь в природной среде, способны оказывать влияние на живые организмы [1–3].

Есть несколько основных источников поступления тяжелых металлов в почву: карьеры и шахты по добыче полиметаллических руд; металлургические и металлообрабатывающие предприятия; электростанции, сжигающие уголь; химические средства защиты сельскохозяйственных культур; выбросы транспортных средств, в том числе и железнодорожного транспорта, осуществляющего грузоперевозки и пассажироперевозки [4; 5]. Установлено, что все загрязнители, поступающие в полосу отвода объектов железнодорожного транспорта и инфраструктуры, в конечном итоге смываются водами осадков, а в сухую погоду разносятся ветром за пределы зоны отвода в окружающую среду [6]. Следует отметить, что железнодорожный транспорт и объекты его жизнеобеспечения являются постоянно действующими источником загрязнения. Структура негативного влияния железнодорожного транспорта на среду включает нарушение стойкости естественных ландшафтов транспортной инфраструктурой путем развития эрозии; загрязнение атмосферы отработанными газами, продуктами выдувания и опадения сыпучих грузов (уголь, руда, цемент) [8].

Накопление тяжелых металлов техногенного происхождения в почве, включая и потоки загрязнения от железнодорожного транспорта, происходит в виде подвижных форм и нерастворимых соединений. По-

движные формы тяжелых металлов закрепляются гумусовым веществом путем образования солей с органическими кислотами, адсорбции ионов на поверхности органических коллоидных систем. В дальнейшем аккумулярованные тяжелые металлы способны вовлекаться растениями и микробиотой в биотический круговорот [7–9], поэтому оценка негативного влияния железнодорожного транспорта на селитебные территории является актуальной.

Целью наших исследований стала оценка содержания тяжелых металлов в почве на территории железнодорожного отвода станции Уссурийск Владивостокского отделения Дальневосточной железной дороги ОАО «РЖД».

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- 1) определить валовое содержание тяжелых металлов в почве полосы отвода железных дорог (медь, цинк, железо, марганец, никель, свинец);
- 2) оценить уровни содержания тяжелых металлов на исследуемой территории;
- 3) определить суммарный индекс загрязнения почв по содержанию тяжелых металлов.

Условия и методы исследований

Районом исследования явилась зона железнодорожного отвода станции Уссурийск ОАО «РЖД», находящаяся на территории Уссурийского городского округа Приморского края. Исследуемая территория находится на Приханкайской низменности, вытянутой в северо-восточном направлении. К востоку от равнины расположена горная система Сихотэ-Алинь (рис. 1).

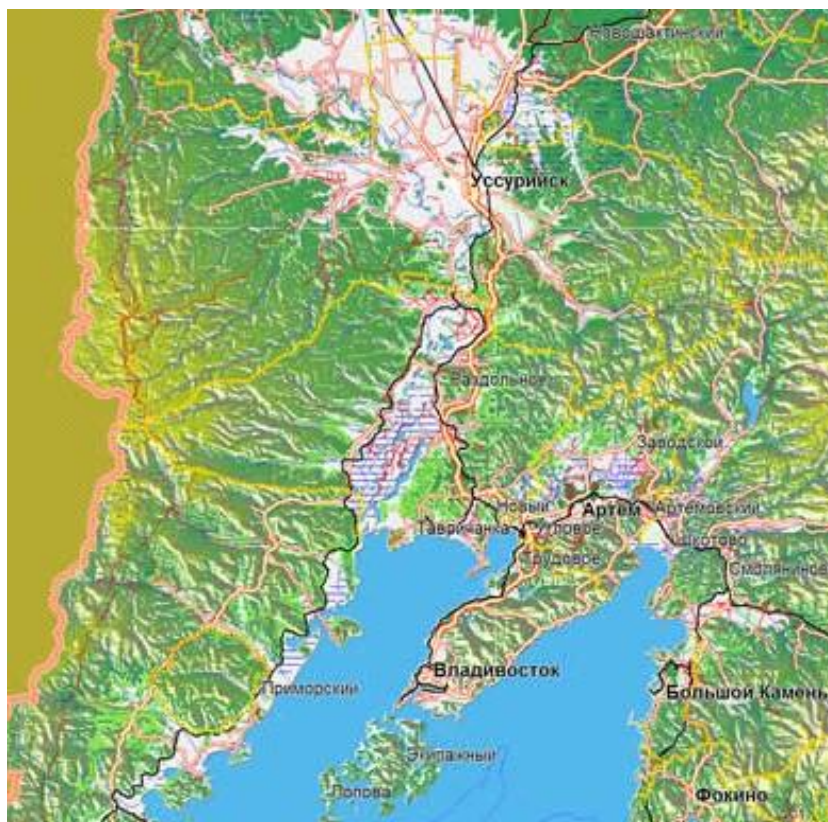


Рисунок 1 – Карта-схема района исследований

Географически район исследования расположен в котловине, окружен сопками, что ухудшает условия рассеивания, способствует образованию зоны температурных инверсий, особенно в период установления восточносибирского антициклона [10]. Преобладание однонаправленности ветра в течение сезона (49% ветров – южные), застроенность и заселенность территории способствуют созданию неблагоприятной ситуации относительно загрязненности атмосферы. Особенности географического положения, климата и рельефа играют важную роль в распределении и концентрации загрязнителей в воздушных потоках на территории города. В силу отсутствия четкой разработанности национальной системы экологического нормирования тяжелых металлов, на сегодняшний день для оценки степени загрязнения городских почв в основном используются стандартные критерии (предельно допустимые концентрации – ПДК; ориентировочно допустимые концентрации – ОДК; суммарный показатель загрязнения – Z_c) [11], в качестве альтернативных используются данные по фоновым участкам, подвергавшимся минимальному антропогенному воздействию.

Исследования проводились в течение 2016–2017 гг. Изучили содержание тяжелых металлов в буро-подзолистых и лугово-бурых оподзоленных типах почв, расположенных в зоне железнодорожного отвода станции Уссурийск ОАО «РЖД».

Для определения содержания тяжелых металлов в зоне земельного отвода железной дороги на территории Уссурийского городского округа были выбраны 8 пробных площадей: станция Лимичевская, район МЭО ГИБДД, объездная дорога, станция Сахарный завод, ст. Садовая 1, Ж/Д вокзал, ст. Блюхера 1. Выбор данных точек был обусловлен различной степенью антропогенной нагрузки. В качестве фоновой

была выбрана условно-чистая пробная площадь станции Баневурово, сформированная в 18 км от города Уссурийска, в буферной зоне государственного биосферного заповедника «Уссурийский». На 8 пробных площадках анализировалось содержание валовых форм тяжелых металлов (меди, цинка, железа, марганца, никеля, свинца) в почве. Содержание тяжелых металлов определяли методом атомной абсорбции.

Для оценки эколого-геохимического состояния почв пользовались методикой расчета суммарного показателя загрязненности и коэффициента концентрации (K_c). Согласно методике, предложенной В.Б. Кадацким, K_c – отношение валового содержания элемента в исследуемом объекте к его среднему региональному содержанию или фону [11; 12]. Оценка степени опасности загрязнения почв комплексом металлов по показателю Z_c проводится по оценочной шкале, приведенной в таблице 1.

Таблица 1 – Уровни загрязнения почвенного покрова по суммарному загрязнению тяжелыми металлами [11]

| Уровень загрязнения | Суммарный показатель загрязнения почв (Z_c) |
|---------------------|---|
| Низкий | 8–16 |
| Средний | 16–32 |
| Высокий | 32–128 |
| Очень высокий | >128 |

Для выявления степени загрязнения почв района исследований тяжелыми металлами анализировали почвенные образцы (в слое 0–20 см) 8 пробных площадей техногенно-антропогенных зон города, среди которых фоновая пробная площадь – станция Баневурово (рис. 2).

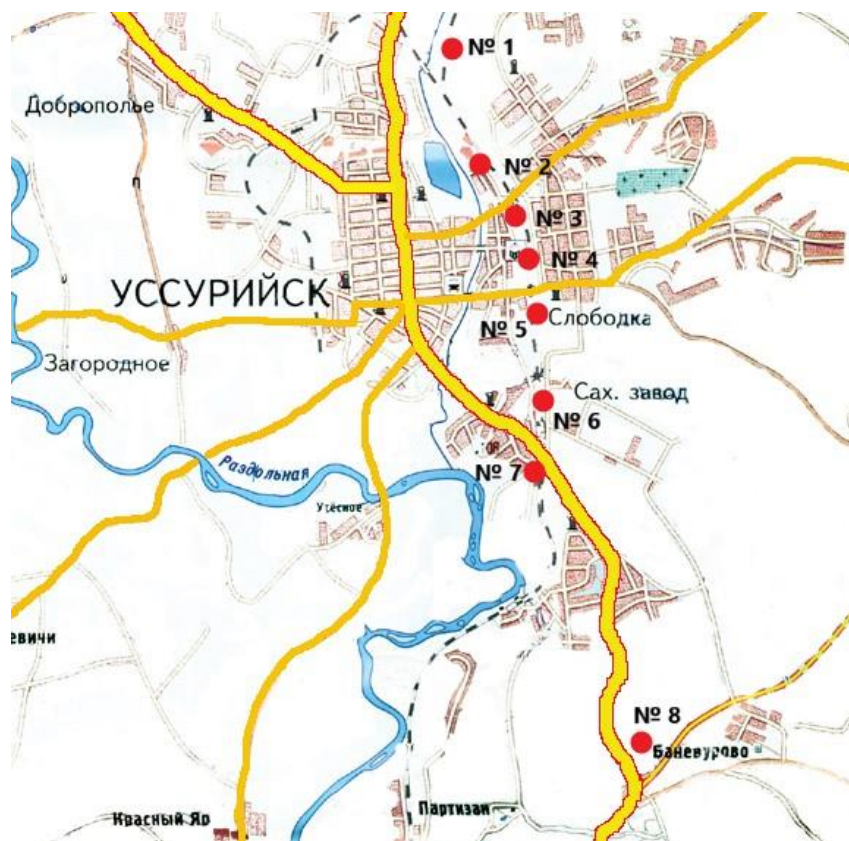


Рисунок 2 – Карта схема расположения участков взятия проб (станций отбора: № 1 – Лимичевская; № 2 – МЭО ГИБДД; № 3 – Садовая 1; № 4 – Железнодорожный (Ж/Д) вокзал; № 5 – Блюхера; № 6 – Сахарный завод; № 7 – объездная дорога; № 8 – Баневурово)

Результаты исследований

Сравнивая содержание валовых форм тяжелых металлов в почвах отвода железной дороги и их предельно допустимых концентраций, можно выявить следующие особенности распределения металлов: концентрация меди превышает ПДК на участке № 3 и № 5 (станция железнодорожного вокзала), показатели железа в точке отбора проб № 3 превышает ОДК в 1,5 раза; содержание марганца в почвах станции превышает ПДК в 2,6 раза; концентрация никеля, свинца и цинка не превышают ПДК.

Для выявления локальных техногенных аномалий были рассчитаны коэффициенты концентрации K_c .

Высокие концентрации Zn, Mn, Fe, Cu и Pb зафиксированы в почвах пробных участков с высокой

транспортной нагрузкой, находящихся вблизи железнодорожной станции и предприятий технического обслуживания и эксплуатации подвижного состава (ст. МЭО ГИБДД, ст. Садовая 1 и ст. Ж/Д вокзал).

Расчет суммарного показателя загрязнения почв по результатам анализа шести элементов выявил, что в соответствии с оценочной шкалой (табл. 1) территория железнодорожного отвода на Ж/Д вокзале имеет «очень высокий» уровень загрязнения. «Высокий» уровень выявлен в районе локомотиворемонтного завода (ст. МЭО ГИБДД и ст. Садовая). Загрязнение зон южнее Ж/Д вокзала (ст. Блюхера и объездная дорога) характеризуется как «средний» уровень (табл. 2).

Таблица 2 – Коэффициенты концентрации и суммарный показатель загрязненности тяжелых металлов на станциях отбора относительно регионального фоновой уровня (станция Баневурово)

| Станция | K_{Cu} | $K_{Zn^{2+}}$ | K_{Fe} | K_{Mn} | K_{Ni} | $K_{Pb^{2+}}$ | Суммарный показатель Z_c |
|------------------|----------|---------------|----------|----------|----------|---------------|----------------------------|
| Лимичевская | 0,8 | 2,3 | 3 | 0,6 | 4,2 | 9 | 14,9 |
| МЭО ГИБДД | 5 | 1,5 | 11,2 | 0,3 | 2 | 25 | 40 |
| Ж/Д вокзал | 250 | 13,6 | 12,5 | 11,7 | 2 | 23 | 307,9 |
| Блюхера | 15 | 2 | 7,5 | 4,1 | 2,8 | 4 | 30,4 |
| Садовая 1 | 30 | 8,9 | 6 | 5,8 | 2 | 24 | 71,7 |
| Сахарный завод | 10,5 | 1,7 | 2,5 | 0,2 | 0,6 | 22 | 32,5 |
| Объездная дорога | 15,5 | 1,7 | 5,5 | 1,2 | 4 | 7 | 29,9 |

Таким образом, почвы зоны железнодорожного отвода станции Уссурийск ОАО «РЖД» содержат тяжелые металлы в концентрациях, превышающих предельно допустимые. Использование традиционных и альтернативных подходов к оценке загрязнения почв выявило общую закономерность, обусловленную высокими значениями концентраций тяже-

лых металлов на участках остановки и работы подвижного состава на холостом ходу [6, с. 19; 13–16].

Установленные превышения концентрации тяжелых металлов относительно ПДК, ОДК и регионального фона, а также уровня загрязнения, определенные на основе суммарного показателя, свидетельствует о загрязненности почв.

Заключение

Проведенные исследования доказывают необходимость наличия лесных насаждений в полосе отвода железнодорожного полотна в городе и в районах сельскохозяйственных угодий для их защиты от загрязнения тяжелыми металлами. Придорожные защитные лесные насаждения являются наиболее эффективным природным средством ограничения распространения почвенного загрязнения [15].

Список литературы:

1. Чернуха А.Д. Правовое регулирование экологической безопасности и охраны здоровья населения в зоне ответственности железнодорожного транспорта // Экономика железных дорог. 2008. № 3. С. 6–7.
2. Громова В.С., Бурак В.Е., Буланова Л.Г., Пчеленок О.А. Сравнительный анализ содержания тяжелых металлов в полосах отвода железной дороги // Известия Орловского государственного технического университета. Серия «Строительство и транспорт». 2007. № 4–16. С. 137–139.
3. Казанцев И.В. Экологическая оценка влияния железнодорожного транспорта на содержание тяжелых металлов в почвах и растениях полосы отвода: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Тольятти, 2008. 20 с.
4. Юдина Е.В. Особенности накопления и распределения тяжелых металлов в почвах города Абакана // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2016. № 9 (120). С. 32–39.
5. Кузнецова Е.Г., Евдокимова Т.В. Мониторинг почв вдоль трассы железной дороги в подзонах средней и северной тайги (республика Коми) // Современные проблемы загрязнения почв. II Международная научная конференция: сб. материалов. Т. 2. М.: МГУ, 2007. С. 91–92.
6. Бурак В.Е. Сравнительный анализ содержания тяжелых металлов в землях железнодорожного транспорта // Проблемы энергетики, природопользования, экологии: материалы междунар. науч.-техн. конф. (22–24 сент. 2008 г., Брянск). Брянск: Изд-во Брянской ГСХА, 2008. С. 15–23.
7. Катын В.Д., Луценко А.Н., Ахтямов М.Х. Повышение экологической безопасности на транспорте: монография. Хабаровск: ДВГУПС. 2017. 176 с.
8. Медведева М.В., Федорев Н.Г. Комплексная оценка состояния почв, находящихся в условиях урбанизации // Экологические системы и приборы. 2004. № 7. С. 5–8.
9. Зубрев Н.И. Инженерная защита биосферы от загрязнения тяжелыми металлами на транспорте: учебное пособие. М.: РГОТУПС, 2003. 294 с.
10. Бакланов П.Я. Географическое положение Приморского края // География Приморского края / под ред. Г.А. Какориной. 2-е изд. Владивосток: Дальпресс, 2000. 180 с.
11. Глазовская М.А. Методологические основы оценки эколого-геохимической устойчивости почв к техногенным воздействиям. М.: МГУ, 1997. 102 с.
12. Барина Л.Д. Систематизация экологических аспектов деятельности железнодорожного транспорта // Транспорт: наука, техника, управление. 2009. № 10. С. 15–19.
13. Терехова В.А., Пукальчик М.А., Яковлев А.С. «Триадный» подход к экологической оценке городских почв // Почвоведение. 2014. № 9. С. 1145–1152.
14. Курохтин А.А., Евдокимова М.В., Плеханова И.О. Оценка экологического состояния почв скверов и парков в различных районах г. Москвы // Современные проблемы загрязнения почв. II Международная научная конференция: сб. материалов. Т. 2. М.: МГУ, 2007. С. 101–105.
15. Зубрев Н.И. Охрана окружающей среды и экологическая безопасность на железнодорожном транспорте: учеб. пособие для студентов вузов, техникумов, колледжей и учащихся образоват. учреждений ж.-д. трансп., осуществляющих нач. проф. подгот. М.: УМК МПС России, 1999. 590 с.
16. Ключкова Е.А. Промышленная, пожарная и экологическая безопасность на железнодорожном транспорте: учебное пособие. М.: УМЦ МПС России. 2007. 456 с.

**HEAVY METALS IN SOILS OF THE TRAIN REMOVAL STATION
USSURIYSK JSC RUSSIAN RAILWAYS**

© 2018

Klyuchnikov Denis Alexandrovich, candidate of biological sciences,
head of Geography, Ecology and Child Health Protection Department

Platonova Svetlana Aleksandrovna, senior lecturer
of Geography, Ecology and Child Health Protection Department

Soboleva Elena Vasilievna, candidate of biological sciences,
associate professor of Geography, Ecology and Child Health Protection Department

Branch of Far Eastern Federal University in Ussuriysk (Ussuriysk, Primorsky Krai, Russian Federation)

Abstract. The paper studies heavy metals in soils of the train removal station Ussuriysk JSC Russian Railways. An adverse effect of railway transport on adjacent territories is shown. Railway transport and subjects of its support are permanent sources of pollution. Long-term emissions to the air are reflected by essential accumulation of toxic substances in the top horizons of the soil. The authors reveal the amount of heavy metals in soils of the train removal station Ussuriysk JSC Russian Railways. To identify the coefficient of heavy metals concentration in soil samples of 8 trial areas of technogenic and anthropogenic zones of the city were analyzed. To identify local technogenic anomalies concentration coefficients were calculated. The authors concluded that the territory of the train removal station Ussuriysk JSC Russian Railways was «very» polluted. The south of the railway station is characterized by an «average» pollution level. The authors revealed high concentrations of Zn, Mn, Fe, Cu and Pb in soils of the trial sites with a high transport loading.

Keywords: soil heavy metals; pollution of soil; railway transport; threshold limit value; approximately admissible level; background level; concentration coefficient; total indicator of pollution; environmental monitoring; Ussuriysk; Primorsky Krai.