



Загрязнение придорожной зоны тяжелыми металлами



Маргарита ЖУРАВЛЕВА
Margarita A. ZHURAVLEVA

Николай ЗУБРЕВ
Nikolai I. ZUBREV



Сергей КОКИН
Sergey M. KOKIN

Журавлева Маргарита Анатольевна — старший преподаватель Российской открытой академии транспорта Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ), Москва, Россия. Зубрев Николай Иванович — кандидат технических наук, профессор МИИТ, Москва, Россия. Кокин Сергей Михайлович — доктор физико-математических наук, профессор МИИТ, Москва, Россия.

На основе проведенных исследований проанализировано распределение тяжелых металлов в почве прилегающих к железной дороге территорий на примере двух перегонов в Северном административном округе Москвы. Сделанные выводы позволяют выявить существующие экологические закономерности, дать оценку степени влияния придорожных загрязнений на окружающую среду, особенностям фоновых аномалий, определить перспективы аналогичных исследований с учетом задач по снижению техногенной нагрузки на городскую территорию.

Ключевые слова: экология, загрязнение тяжелыми металлами, железная дорога, полоса отвода, возможности мониторинга, пробные площадки.

Проблема снижения уровня техногенной нагрузки на окружающую среду актуальна для многих стран мира. К основным загрязнителям, как правило, относят предприятия химической и металлургической промышленности, отраслей, занимающихся добычей и переработкой полезных ископаемых, производством строительных материалов, а также — транспорт. В связи с этим понятно беспокойство людей, проживающих в районах, где сосредоточены подобные объекты риска. В частности, в таком крупном мегаполисе, как Москва, особое значение имеет экологический мониторинг, позволяющий не только давать оценку качества окружающей среды, но и рекомендации по снижению техногенной нагрузки на городскую территорию.

ФАКТОРЫ И ЗОНЫ РИСКА

Типичными примерами объектов, которые вызывают настороженность у экологов, являются городские дороги: автомобильные трассы и железнодорожные ветки, без которых невозможно представить жизнь любого крупного поселения. Складывавшаяся даже не десятилетиями, а веками транспортная инфраструктура города

изначально не была ориентирована на сохранение окружающей среды и поэтому ухудшала её состояние. Об этом говорят многочисленные публикации в специализированных изданиях и средствах массовой информации [1, 2]. Тем не менее, надо сказать, что именно острота проблемы стала стимулом для целой серии природоохранных мероприятий, которые позволили получить ожидаемый экологический эффект [3].

Тяжелые металлы, попадающие в атмосферный воздух с выбросами различных производств, осаждаются на почву, растения, живые организмы и могут накапливаться там до высоких, опасных для жизни концентраций. В результате почвообразовательных процессов они перераспределяются по почвенному профилю, выщелачиваются и переносятся грунтовыми водами [4].

Основными факторами, контролирующими поведение тяжелых металлов в природе, являются их химические и физические свойства, а также условия внешней среды, в частности, щелочно-кислотные, окислительно-восстановительные, сорбционная способность почвы, емкость поглощающего комплекса.

Так, например, почвы и грунты на территориях, прилегающих к автомагистралям, испытывают регулярное загрязнение тяжелыми металлами, нефтепродуктами, полициклическими и ароматическими углеводородами (ПАУ), которые содержатся главным образом в газопылевых выбросах автотранспорта. По данным наблюдений, из общего количества выбросов твердых частиц, включая тяжелые металлы, примерно 25% остается до смыва на проезжей части, а 75% распределяется на поверхности прилегающей территории, включая обочины. В зависимости от конструктивного профиля и площади покрытия в сточные дождевые или смывные воды попадает от 25 до 50% твердых частиц.

Схожая картина наблюдается и вблизи железнодорожных путей: об этом говорят, помимо прочего, данные работ [5–6], причем авторы отмечают, что концентрация тяжелых металлов происходит преимущественно в приповерхностном слое почвы, и максимум загрязнения приходится

на прилегающие к железнодорожному полотну территории в пределах 15 м.

С этой точки зрения интерес представляют и проведенные нами исследования состава почв, прилегающих к железнодорожным путям на таких расстояниях от подшвы крайнего рельса, где начинаются зоны ответственности городских служб (50 м и далее).

ПРОБНЫЕ ПЛОЩАДКИ

Пробы почв отбирались в 2004–2008 годах вдоль перегонов рижского направления железной дороги в Северном административном округе Москвы между станциями Красный Балтиец и Гражданская (протяжённостью 1,9 км), Покровское-Стрешнево и Ленинградская (протяжённостью 1,36 км).

Первый участок Красный Балтиец–Гражданская проходит в районе Тимирязевской парковой зоны и построек железнодорожного назначения (парк расположен северо-восточнее дороги). Вблизи станции Красный Балтиец, с южной стороны, находятся локомотивное и рефрижераторное депо, вдоль северной полосы отвода от станции до парка расположены гаражи, к южной и северо-западной частям магистрали примыкает жилой сектор.

Второй участок Покровское-Стрешнево–Ленинградская расположен вдоль лесопарковой зоны и находящихся здесь прудов, со стороны платформы Покровское-Стрешнево он ограничен Волоколамским шоссе, пересекающим железную дорогу по мосту (расстояние между ним и платформой 50 м). Перед платформой Ленинградская (750 м от выбранной точки отсчета — начала платформы Покровское-Стрешнево) рижское направление пересекается с Московской окружной железной дорогой, которая проходит над полотном на высоте насыпи 5–6 м. Кроме гаражного комплекса, находящегося рядом с пересечением железных дорог, других предприятий вдоль перегона нет.

Отбор каждой пробы почвы производили в пяти точках забора по методу «конверта» (со сторонами 1 м) на пробных площадках 50 • 50 м вдоль станции и железнодорожного полотна по направлению к Московской окружной железной дороге из почвенного горизонта (0–20 см) при различном удалении (50, 100 и 150 м) от по-



лотна со стороны I-го пути на территории паркового комплекса «Покровское-Стрешнево». Поскольку на парковой территории расположены три пруда, длинные перпендикуляры отбора проб вглубь парка были отнесены к отметкам железнодорожного полотна 0, 100, 200, 300, 350, 450, 550, 650 и 700 м.

Между станциями Красный Балтиец и Гражданская использовались пробные площадки 100 • 50 м из почвенного горизонта вдоль железнодорожного полотна (I путь) на расстоянии 50, 100 и 200 м от колеи на территории Тимирязевского парка. Не проводился пробоотбор вдоль станции Красный Балтиец из-за асфальтирования приплатформенной территории, гаражного комплекса и прилегающих к ним автодорог.

Гранулометрический состав почвы парковых зон представлен в основном серыми лесными почвами с постоянным значением pH = 5,5–6,8.

Пробы высушивали при температуре около +40°C, дробили и отсеивали через сито (фракция 0,5 мм). После квартования навески почвы 50 ± 0,1 г истирали в стальных шаровых мельницах до 44 мк (300 меш). Пробы анализировали в аккредитованном аналитическом центре ИМГРЭ атомно-эмиссионным спектральным методом на содержание широкого спектра металлов. Полученные данные подвергались статистической обработке по стандартным методикам.

Интенсивность антропогенной нагрузки почвы определялась по коэффициенту концентрации K_c , который представляет собой отношение содержания элемента в исследуемом объекте C (мг/кг) к среднему фоновому его содержанию. Под фоновым понимается наличие химического вещества в почвах территории, не испытывающих техногенной нагрузки [7]. Пробы для фона не отбираются на участках автомобильных дорог, предприятий, которые расположены вдоль железной дороги, то есть должны браться в самых чистых с точки зрения каких-либо загрязнений зонах округа города. В случае отсутствия антропогенной нагрузки на прилегающие придорожные территории определение фона допустимо на расстоянии не менее 500 м от дороги [8].

Так как техногенные аномалии обычно содержат несколько элементов, то рассчитывались суммарные показатели загрязнения Z_c , характеризующие эффект воздействия группы элементов [9]:

$$Z_c = \sum_{i=1}^n K_{ci} - (n-1),$$

где n — число учитываемых элементов.

Оценка опасности загрязнения почв комплексом элементов по показателю Z_c проводится по шкале, градации которой разработаны на основе изучения состояния здоровья населения, проживающего на территориях с различным уровнем загрязнения почв. В соответствии с [9] к первой категории загрязнения относятся почвы с $Z_c < 16$ («допустимая»), ко второй — почвы со средним уровнем загрязнения $Z_c = 16–32$ («умеренно опасная»). Сильное загрязнение почв с $Z_c = 32–128$ («опасная»), а максимальный уровень — Z_c более 128 («чрезвычайно опасная»).

Суммарный показатель загрязнения почвы Z_c рассчитывался по девяти техногенным элементам, коэффициенты концентрации которых выше фоновых значений.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

1. Во всех пробах отсутствовали такие токсичные металлы первого класса опасности, как кадмий и ртуть.

2. Суммарное загрязнение почвы тяжелыми металлами на двух перегонах с ростом расстояния от железной дороги равномерно уменьшалось (таблица 1), и почвы были отнесены к «допустимому» уровню. На участке Покровское-Стрешнево—Ленинградская рядом с Волоколамским шоссе степень загрязнения также снижалась пропорционально увеличению расстояния от железной дороги, но в районе пересечения с Московской окружной были точки забора проб на расстоянии 100 м от полотна с общим загрязнением $Z_c = 55$. Такой высокий уровень (категория «опасная») можно объяснить наличием гаражного комплекса и возможным пылением [10] при перевозках грузов по окружной железной дороге, причем в пробах превалирует содержание цинка $K_{Zn} = 40$, циркония $K_{Zr} = 8$, свинца $K_{Pb} = 10$ и серебра $K_{Ag} = 20$. На том же участке наблюдалось устойчивое

Таблица 1

Значения C (мг/кг), K_c и Z_c при различном удалении от I-го пути на двух перегонах
рижского направления железной дороги

Перегоны	Удаление от пути, м	Показатель	Содержание металла в пробах почвы									Z _c
			Ni	Cu	Pb	Cr	Zn	Co	Mo	Sn		
Покровское-Стрешнево – Ленинградская	50	K _c	1,3–2,7	0,4–2	0,75–3	0,8–1,6	1–3	1,3–2,5	1–3	1–4	5–13,7	
		C	20–40	20–100	30–120	40–80	100–300	8–15	1–3	5–20		
	100	K _c	2–3	0,4–0,6	1–2	1–1,2	1–2	1,3–1,7	1,5–3	1,6–3	4,6–10,3	
		C	30–45	20–30	40–80	50–60	100–200	8–10	1,5–3	8–15		
Красный Балтиец – Гражданская	150	K _c	2,0	0,6	0,75	1,2	1,0	1,0	2,0	3,0	8,6	
		C	30	30	30	60	100	6,0	2,0	15,0		
	50	K _c	1,3–2	1–2	1–1,5	1,2–1,6	0,8–2	1	1,5–2	0,6–1,6	6–13	
		C	20–30	50–100	40–60	60–80	80–200	6	1,5–2	3–8		
	100	K _c	1,3–2,7	1–3	0,8–2	1,2–1,6	0,6–1,5	1–1,3	1–2	0,4–1	6–13,6	
		C	20–40	50–150	32–80	60–80	60–150	6–8	1–2	2–5		
	200	K _c	1,3–2,7	0,6–1	1,25–1,5	1,2–1,6	0,6–0,8	1–1,6	1,5–2	1–2	8–12	
		C	20–40	30–50	50–60	60–80	60–80	6–9,5	1,5–2	5–10		

снижение молибдена, никеля, меди, марганца, хрома, кобальта и олова при удалении от дороги.

3. Наибольшее содержание цинка и меди при удалении на 50 м от железной дороги зафиксировано на перпендикуляре, относящемуся к отметкам 300 и 350 м от выбранной точки отсчета на железнодорожном полотне ($K_{Zn} = 20$, $K_{Cu} = 8$). Здесь максимальное загрязнение приходится

на лесную дорогу между первым и вторым прудами, которая выходит к железной дороге. Это загрязнение соотносится с сильным загрязнением почвы в ранее отобранных пробах на расстоянии 3 м от колеи железной дороги [11] на тех же отметках. Причем концентрация цинка на 100 и 150 м остается незначительной.

Рядом с Волоколамским шоссе зафиксировано постоянство в содержании хрома,



кобальта и молибдена с ростом расстояния от I-го пути. При удалении на 50 м происходило увеличение концентрации свинца, ибо здесь проходит местная грунтовая автомобильная дорога. В дальнейшем на расстоянии 100 и 150 м от железной дороги вглубь парка концентрация снижалась до фоновых значений.

4. На перегоне Красный Балтиец—Гражданская с ростом расстояния от железной дороги не было зафиксировано резкого снижения загрязнения, почва относится к «допустимой» категории. Это обусловлено повторным равномерным загрязнением при сезонном падении листвы с деревьев Тимирязевского парка, на которой адсорбированы тяжелые металлы из-за переноса пыли за летний период. Так, содержание никеля, свинца, хрома, молибдена и олова оставалось постоянным и только существенно снижалось присутствие цинка. Напротив станции Гражданская наблюдалось сначала уменьшение загрязнения, а затем на расстоянии 200 м наличие тяжелых металлов доходило до $Z_c=20$ из-за бытового загрязнения в этом месте парка ($K_{Cu}=6$; $K_{Pb}=3,8$; $K_{Zr}=5$).

Данные анализа на двух участках железной дороги на разном удалении от нее (см. также [11]) говорят о тенденции к снижению содержания тяжелых металлов пропорционально росту расстояния от рельсового полотна при отсутствии в зоне предприятий.

В целом результаты исследования свидетельствуют: давать заключение о негативном влиянии железной дороги на качество почвы в зоне городской застройки, прилегающей к полосе отвода, нельзя. Этот вывод согласуется с точкой зрения, изложенной в недавней работе [12]. В то же время известно, что уровень загрязнения почв может зависеть от многих факторов: например, вида осадков, динамики фильтрации почв при различных уклонах рельефа, эрозии при ветровой нагрузке, от пыления, россыпи и разлива перевозимых грузов и так далее.

Для уточнения данных, повторения или опровержения полученных выводов, соотнесения результатов измерений с тормозными явлениями или пылением грузов [10] необходимо выбрать перегоны с боль-

шей протяженностью, отсутствием предприятий и лесопарковых насаждений, ровной поверхностью и примерно одинаковыми уклонами, а саму область контроля следует существенно расширить.

Понятно, что подобная деятельность требует затрат, которые, однако, можно заметно снизить, например, если привлекать к исследованиям студентов-старшекурсников — будущих экологов. Работая под руководством своих преподавателей (и с участием представителей системы экологического контроля ОАО «РЖД»), они могли бы не только набраться профессионального опыта, собрать актуальный и ценный материал для своих будущих дипломных и научных работ, но и внести реальный вклад в защиту окружающей среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Птюшкин А. Н. Геоэкологические исследования химического загрязнения земельного отвода под строительство кольцевой автомобильной дороги вокруг г. Санкт-Петербург // Экология урбанизированных территорий. — 2007. — № 3. — С. 69–74.
2. Казанцев И. В., Зарубин Ю. П., Пурегин П. П. Влияние подвижного состава на содержание тяжелых металлов в почвах и растениях полосы отвода железных дорог // Вестник СамГУ. Естественнонаучная серия. — 2007. — № 2. — С. 172–179.
3. Трифонова М. О. Содержание тяжелых металлов в придорожном грунте Балаклавского проспекта // Успехи в химии и химической технологии. Том XIX. — 2005. — № 5. — С. 7–9.
4. Колесников С. Н., Казеев К. Ш., Вальков В. Ф. Экологические последствия загрязнения почв тяжелыми металлами. — Ростов-н/Д: Изд-во СКНЦ, 2000. — 232 с.
5. Каверина Н. В. Влияние железнодорожного транспорта на содержание тяжелых металлов в прилегающих пространствах // География, общество, окружающая среда: развитие географии в странах Центральной и Восточной Европы. — Калининград, 2001. — С. 192–193.
6. Федорова А. И. Загрязнение поверхностных горизонтов почв г. Воронежа тяжелыми металлами // Вестник Воронеж. ун-та. Серия «География и геоэкология». — 2003. — № 1. — С. 74–82.
7. Письмо министерства охраны окружающей среды и природных ресурсов РФ, № 04–25/61–5678, 27 декабря 1993 г.
8. СП 11–102–97. Инженерно-экологические изыскания для строительства.
9. МУ 2.1.7.730–99. Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест.
10. Теплякова Е. А., Бельков В. М. Загрязнение земель инфраструктуры // Путь и путевое хозяйство. — 2013. — № 7. — С. 2–4.
11. Журавлева М. А., Зубрев Н. А., Кокин С. М. Загрязнение полосы отвода // Мир транспорта. — 2012. — № 3. — С. 112–118.
12. Бухтина Л. Г., Курина Л. И. Исследования загрязнения полосы отвода // Путь и путевое хозяйство. — 2014. — № 2. — С. 23–29. ●