

А.И. Федорова, Н.В. Каверина

Исследования проведены по проекту № 990448 программы Минобразования РФ “Университеты России – фундаментальные исследования”.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Большаков А.М., Крутько В.Н., Пуцилло Е.В. Оценка и управление рисками влияния окружающей среды на здоровье населения. – М.: Эдиториал УРСС, 1999. – 256 с.

2. Доклад о санитарно-эпидемиологической обстановке в г. Воронеже в 2000 г. – Воронеж: ЦГСЭН в г. Воронеже, 2001. – 120 с.

3. Куролап С.А., Мамчик Н.П., Клепиков О.В. Оценка риска для здоровья населения, связанного с загрязнением городской среды // География, об-

щество, окружающая среда: развитие географии в странах Центральной и Восточной Европы: Тез. докл. межд. науч. конф. (Калининград - Светлогорск, июнь 2001г.). – Калининград, 2001. – Ч. 1. – С. 209–210.

4. Куролап С.А., Федотов В.И. Геоэкологические основы мониторинга и эколого-гигиеническое зонирование городской среды // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Сер. География и геоэкология. – 2000. – №4. – С. 120–123.

5. Ревич Б.А. Загрязнение окружающей среды и здоровье населения. Введение в экологическую эпидемиологию. – М.: Изд-во МНЭПУ, 2001. – 264 с.

6. Экология и мониторинг здоровья города Воронежа / Н.П. Мамчик, С.А. Куролап, О.В. Клепиков и др. – Воронеж: Воронеж. гос. ун-т, 1997. – 180 с.

УДК 631.415.1:504.054(470.324)

А.И. Федорова, Н.В. Каверина

ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ПОЧВАХ ЗОНЫ ВЛИЯНИЯ КРУПНОГО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО УЗЛА (НА ПРИМЕРЕ Г. ВОРОНЕЖА)

Железнодорожный транспорт является в большинстве случаев экологически чистым видом транспорта, исключая электромагнитные поля, которые могут отрицательно влиять на машинистов тепловозов, рабочих и жителей прилегающих территорий. Однако, сегодня по железным дорогам (ж.д.) перевозится 3/4 всех грузов, в том числе, и открытым способом (угли, древесина, руда, машины и др.) [9]. Особенно большое опасение в отношении загрязнения окружающей среды вызывают крупные железнодорожные узлы, где происходит формирование поездов, техническое обслуживание, ремонт вагонов и локомотивов. Маневровые поезда, работающие на дизельном топливе, выделяют в окружающую среду много кадмия, свинца и углеводородов. Кроме того, тяжелые металлы (ТМ) могут поступать в среду от стирающихся частей локомотивов и вагонов (Fe, Ni, Zn, Cu и др.). Выделение тяжелых металлов и других веществ, бесспорно, зависит от давности эксплуатации дороги, наличия ограждений из бетона и зеленых насаждений, которые могут служить геохимическими барь-

ерами в распространении поллютантов. Сам же железнодорожный узел является экогеохимической аномалией [3].

В качестве объекта исследования нами выбран железнодорожный узел Воронеж –1, существующий с 1865 года и лишь в 1965 г. переведенный на электротягу. Для миллионного города это основной путь перевозки грузов и пассажиров.

Узел представляет собой сложный комплекс технологически связанных железнодорожных путей, депо, а также жилой застройки, формировавшей когда-то окраину города. В Воронеже, как и возле любого другого железнодорожного узла, существует сквер для отдыха пассажиров, подъездные дороги автотранспорта, троллейбусов и трамваев, которые вносят весьма существенный вклад в загрязнение среды тяжелыми металлами и остатками углеродистого топлива (нефтепродукты).

Загрязняющие вещества могут переноситься на большие расстояния от железнодорожных и автотранспортных путей, оседать на зданиях, парапетах, попадать в зону дыхания

Тяжелые металлы в почвах зоны влияния крупного железнодорожного узла (на примере г. Воронежа)

человека, а также загрязнять продукты, продающиеся на привокзальной площади, перронах, и с грязными руками попадать в пищеварительный тракт. Токсичность их для человека не однозначна.

Известно, что тяжелые металлы участвуют в биологических процессах, входя в состав многих ферментов и оказывая токсическое действие на организм человека, способны накапливаться в биологических системах. Разностороннее негативное действие оказывают тяжелые металлы первого класса опасности (Pb, Zn, Cd), вызывая отравления, поражения нервной системы. Свинец ингибирует ферменты, кадмий нарушает синтез ДНК, цинк вызывает отклонения в развитии. Тяжелые металлы второго класса опасности (Cu, Cr, Ni) обладают мутагенным действием, повышают клеточную проницаемость [5].

Кроме того, железная дорога является путем распространения и расселения целого ряда нежелательных видов травянистых и древесных растений на прилегающие территории. В зоне самой железной дороги на насыпной щебенке могут оставаться лишь определенные виды [4]. Не исключен мутационный процесс, вызываемый как электромагнитными полями, так и рядом тяжелых металлов (Cd) и углеводородов (бенз(а)пирен). Действия веществ на живые организмы в зоне воздействия железной дороги происходит в условиях более высоких температур, чем окружающая местность, что может вызвать определенные реак-

ции в виде специфических морфозов и ускоренного прохождения фенофаз.

Влияние ж.д. узла Воронеж-1 определялось нами по содержанию валовых и подвижных форм ТМ в почвах на следующих участках:

1. Прижелезнодорожный сквер, который с одной стороны примыкает к ж.д. узлу, а с другой окаймляется автодорогами, трамвайными и троллейбусными путями (рис. 1.);
2. Зоны, прижелезнодорожных ограждений;
3. Прилегающие к ж.д. дворы послевоенной застройки.

Сквер расположен с восточной стороны ж.д. узла, на его территории был заложен поперечный профиль. Дворы представляют собой открытые территории с двухэтажными домами послевоенной застройки и прилегают к ж.д. узлу с запада. Почвы на изучаемой территории - урбанизированные плотные черноземы с рН от 7,07 до 7,61. Усредненные образцы почв собирались из верхнего 5-10 см слоя.

В образцах почв определялись подвижные формы соединений ТМ извлечение ацетатно-аммонийным буферным раствором с рН 4,8 и валовое содержание ТМ (1 N азотная кислота). Конечное определение металлов в растворах проводилось методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии на приборе "КВАНТ АФА", в двукратной повторности на базе ГУ "Аналитический центр". Степень заг-

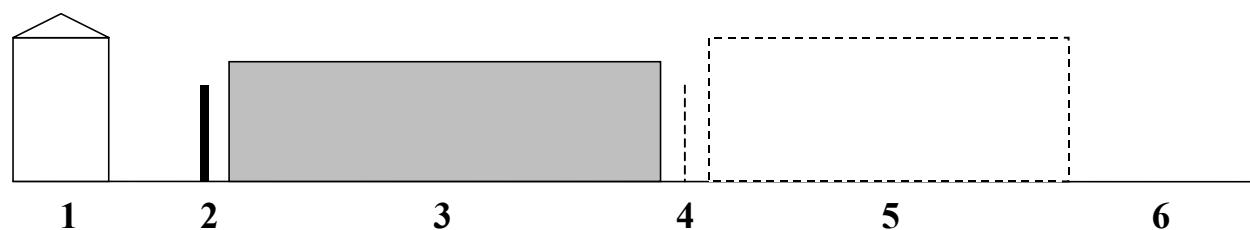


Рис. 1. Схема отбора проб почвы на территории железнодорожного узла Воронеж –1.

(1- двухэтажная застройка; 2 – непроницаемый бетонный забор; 3 – территория железной дороги; 4 – забор с бетонным ограждением и металлической сеткой; 5 – сквер вокзала Воронеж-1; 6 – улица с интенсивным движением транспорта)

рязнения почв определялась в сравнении с кларковыми содержаниями элементов по Р.Р. Бруксу (1986) и Х.Д.М. Боину (1966) (таблица 1) [2, 6], а также с разработанными ПДК и ОДК [5].

Растительный покров сквера представлен различными породами деревьев, в том числе: тополь черный, тополь белый, липа мелколистная, клен американский, ель колючая голубая, береза повислая. Древесные растения в сквере и на прилегающих улицах характеризовались визуально по видовому составу, степени и характеру повреждений [7]. На рис.1 показано, что ж.д. отделена от жилой застройки монолитным бетонным забором высотой 2,5 м, а от сквера бетонными ограждениями высотой 0,5 м и стальной сеткой (до 3 м).

Исследование показали, что все проанализированные пробы почв сквера в значительной степени загрязнены тяжелыми металлами и их пространственное распространение зависит от наличия барьеров.

Как видно на рис. 2, 3 соединения ТМ первого класса опасности (Pb, Cd) в почве сквера имеют следующую тенденцию накопления: увеличение количества загрязняющих веществ непосредственно у забора, постепенное уменьшение ТМ с увеличением расстояния от ж.д. и значительное увеличение концентрации металлов в зоне воздействия авто- и электротранспорта.

Структура кованного металлического ограждения вокзала способствует проникновению ТМ на территорию сквера. На расстоянии 5 м содержание кадмия превышает кларковое значение элемента в 15,1 раза, а свинца в 4 раза. Содержание подвижной формы свинца превышает ПДК в 2,3 раза.

На расстоянии 20 – 30 м от ж.д. отмечается зона выдува загрязняющих веществ, здесь отмечается уменьшение концентраций всех анализируемых металлов в 1,2 – 1,9 раза. Последующее значительное увеличение содержания ТМ в почве происходит под влиянием прилегающей к скверу улицы, с интенсивным движением автомобилей, трамваев и троллейбусов. Подобная тенденция распределения в почве характерна для всех анализируемых металлов (рис. 4, 5, 6).

Содержание меди, цинка, марганца на всей территории сквера превышает кларковые значения этих элементов, однако, концентрации подвижных, доступных для растений форм этих металлов незначительно. Это соответствует многочисленным данным по почвам Воронежской области, испытывающим недостаток микроэлементов [1]. Следует обратить внимание на избыточные количества меди в почве у бровки автодороги. Накопление валовых и подвижных форм меди происходит в результате истирания контактных проводов электротранспорта (трамваев, троллейбусов). [8]

Таблица 1

Валовое содержание тяжелых металлов в почвах, мг/кг

Элемент	Кларк по Р.Р. Бруксу (1986)	Кларк по Х.Д.М. Боину (1966)
Свинец	10,0	10,0
Кадмий	-	0,06
Цинк	80,0	50,0
Медь	20,0	20,0
Хром	150,0	100,0
Никель	-	40,0
Марганец	850,0	850,0

Тяжелые металлы в почвах зоны влияния крупного железнодорожного узла (на примере г. Воронеж)

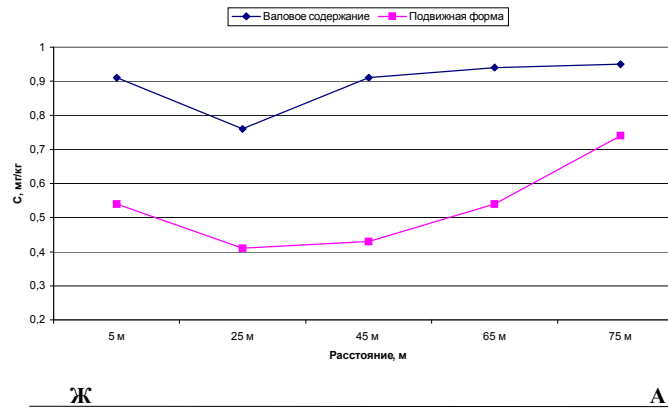


Рис. 2. Содержание валовых и подвижных форм свинца в почве сквера Воронеж – 1. (Ж- железная дорога, А - автодорога)

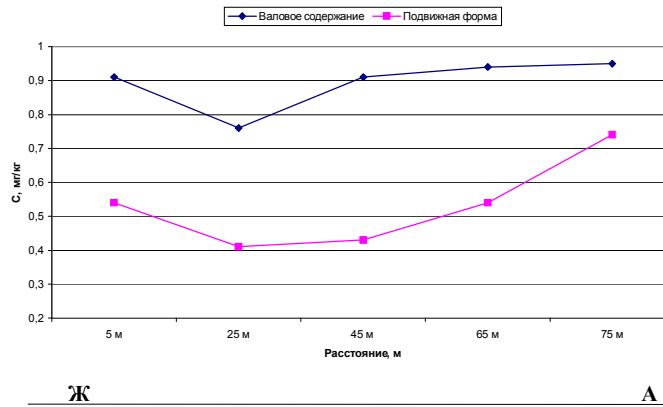


Рис. 3. Содержание валовых и подвижных форм кадмия в почве сквера Воронеж – 1. (Ж- железная дорога, А - автодорога)

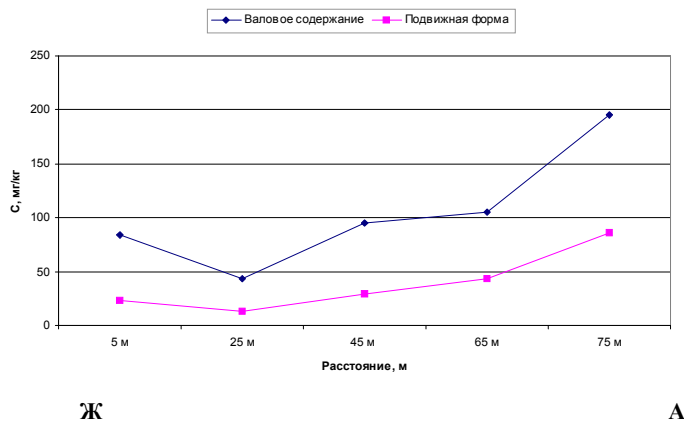


Рис. 4. Содержание валовых и подвижных форм цинка в почве сквера Воронеж – 1. (Ж- железная дорога, А - автодорога)

А.И. Федорова, Н.В. Каверина

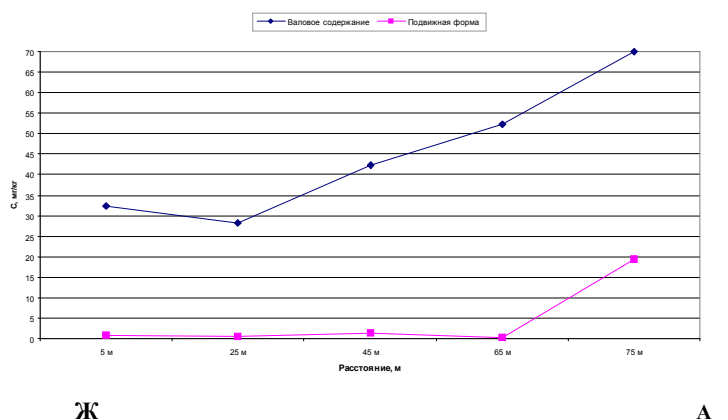


Рис. 5. Содержание валовых и подвижных форм меди в почве сквера Воронеж – 1. (Ж- железная дорога, А - автодорога)

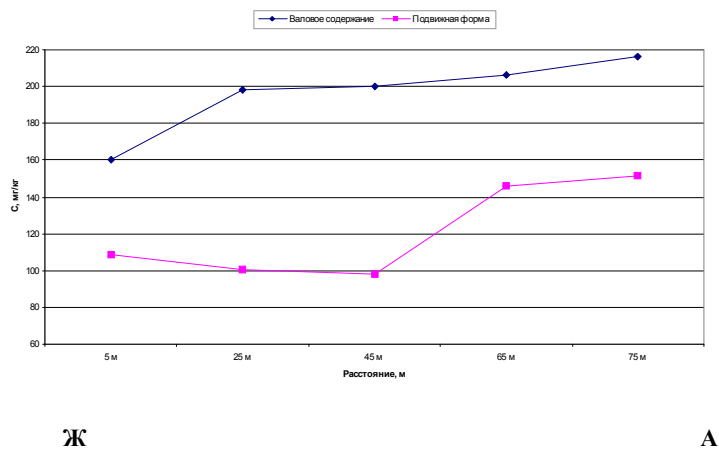


Рис. 6. Содержание валовых и подвижных форм марганца в почве сквера Воронеж – 1. (Ж- железная дорога, А - автодорога)

Доля извлеченных подвижных форм соединений ТМ (% от валового) в почве сквера для каждого металла находится в определенном диапазоне. Так, ацетатно-аммонийный буферный раствор (рН 4,8) извлекает от 28 до 43% свинца и цинка, от 47 до 78% кадмия, от 43 до 70% марганца, от 2 до 27% меди. Доля извлекаемых подвижных форм соединений ТМ выше в почвах примыкающих к автодороге. Общая динамика накопления в почве металлов одинакова как для валовых, так и подвижных форм.

В целях защиты населения и сохранности сооружений, территория железнодорожно-

го узла Воронеж-1 практически на всем протяжении ограждена монолитным бетонным забором высотой от 2,5 до 3 м. Как показали наши исследования, монолитный забор уменьшает валовое содержание тяжелых металлов в почве в несколько раз. Происходит снижение содержания ТМ в почве за забором: по свинцу в 1,1 - 2,6 раза, кадмию в 1,2 - 1,8 раза, цинку в 1,9 - 3,5 раза, меди в 2,1 - 3,7 раза, марганцу в 1,2 - 2,1 раза. Содержание ТМ в почве при железнодорожных территориях с тыльной стороны ограждения может, как достигать кларковых значений, так и незначительно их превышать (таблица 2). Монолитные бе-

Таблица 2

Влияние бетонных изгородей на распределение тяжелых металлов при железнодорожной территории.

Место отбора проб		Pb	Zn	Cd	Cu	Mn
Привокзальная территория Воронеж-1	перед изгородью	41,9 ± 8,89	450,0 ± 94,5	1,62 ± 0,34	109,8 ± 23,1	405,0 ± 85,1
	за изгородью	38,1 ± 8,0	127,4 ± 26,8	0,87 ± 0,18	51,6 ± 10,8	194,0 ± 40,7
Привокзальная территория Воронеж-Курский	перед изгородью	61,8 ± 12,9	155,8 ± 32,7	1,17 ± 0,25	127,9 ± 26,9	227,0 ± 47,7
	за изгородью	23,7 ± 4,9	78,8 ± 4,9	0,96 ± 0,2	34,8 ± 7,3	193,0 ± 40,5

тонные заборы по сравнению с металлическим ограждением сдерживают большие количества ТМ. Наибольшее снижение выявлено по свинцу в 1,7 раз, по остальным металлам уменьшение происходит в 1,1 раз.

Прилегающая к ж.д. узлу Воронеж-1 территория имеет плотную жилую застройку. Двухэтажные дома являются значительным геохимическим барьером для перемещения тяжелых металлов (таблица 3). Это объясняет обнаруженные нами самые высокие концентрации свинца в почвах на расстоянии 70 м от железной дороги во дворах. Содержание свинца превышает ПДК в 18 раз, а кларковые значения в 57,5 раза.

Таким образом, исследования поверхностных горизонтов почв показали.

1. При железнодорожных пространствах зна-

чительно загрязнены валовыми и подвижными формами тяжелых металлов, которые превышают ПДК лишь по свинцу и кадмию. По всем ТМ наблюдаются превышения кларковых значений. Это соответствует многочисленным данным по почвам Воронежской области, в которых отмечено пониженное содержание микроэлементов. 2. Железнодорожный узел с его комплексом путей, служб, депо и подъездными дорогами автотранспорта, трамваев и троллейбусов является крупной экогеохимической аномалией в системе большого города. 3. Монолитные бетонные ограждения ж.д. узла эффективно экранируют распространение загрязнения, что приводит к значительному снижению содержания ТМ в почвах при железнодорожных пространствах.

Таблица 3

Распределение тяжелых металлов в городских почвах.

Место отбора проб	Pb	Zn	Cd	Cu	Mn
С путей ж/д вокзала "Воронеж -1"	142,5 ± 29,9	60,75 ± 12,8	0,46 ± 0,1	104,3 ± 22,0	193,0 ± 40,5
В 100 м от ж/д вокзала	57,0 ± 11,9	84,1 ± 17,7	0,51 ± 0,1	59,6 ± 12,5	194,5 ± 40,8
С путей вблизи Локомотивного депо	51,9 ± 10,9	47,2 ± 9,9	0,39 ± 0,08	51,6 ± 10,8	191,0 ± 40,1
В 70 м от ж/д	575,0 ± 121,0	92,9 ± 19,5	0,43 ± 0,09	34,9 ± 7,3	145,0 ± 30,5

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адрихин П.Г., Копаева М.Т. Картограммы содержания микроэлементов марганца, цинка, меди и кобальта в почвах ЦЧО // Некоторые проблемы биологии и почвоведения. – Воронеж: Воронеж. гос. ун-т, 1970. – 205 с.
2. Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 142 с.
3. Алексеенко В.А. Экологическая геохимия. – М.: Логос, 2000. – 625 с.
4. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем. – М.: Мир, 1988. – 350 с.
5. Обобщенные перечни предельно-допустимых концентраций вредных веществ в почве. – М.: Госкомсанэпиднадзор России, 1988. – 4 с.
6. Оценка экологического состояния окружающей среды. – СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2001. – 169 с.
7. Федорова А.И., Никольская А.Н. Практикум по экологии и охране окружающей среды. – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1997. – 305 с.
8. Шунелько Е.В. Многокомпонентная биоиндикация городских транспортно-селитебных ландшафтов: Автореф. дис... канд. биол. наук. – Воронеж, 2000. – 25 с.
9. Экологическое состояние территории России. – М.: Изд. центр Академия, 2001. – 128 с.

УДК 574.63; 502.5

Л.Н. Строгонова, Н.Ю. Хлызова, М.Н. Бугреева

ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ВОРОНЕЖСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА: ОЦЕНКА РОЛИ АНТРОПОГЕННЫХ И БИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ МИГРАЦИИ СОЕДИНЕНИЙ АЗОТА И ФОРМИРОВАНИИ СТАТУСА ТРОФИИ ВОДОЕМА

Континентальные водоемы - полифункциональные природные объекты. Благодаря физико-химическим свойствам воды, они одновременно являются средообразующим фактором, как компоненты ландшафтной сферы; средой обитания гидробионтов; важнейшим хозяйственным и социальным ресурсом. Порождением XX века стала водная проблема, охватывающая целый комплекс вопросов, связанных с истощением и загрязнением поверхностных вод. С каждым годом она становится сложнее, приобретая глобальный характер и все более возрастающее экономическое, социальное и экологическое значение. Деградация природных водных ресурсов влечет за собой не только ограничение темпов экономического развития отдельных регионов, но и как следствие ухудшения качества воды – снижение комфортности среды обитания человека и отрицательное воздействие на его здоровье. Многообразны и экологические последствия этого

процесса, характер которых не всегда обратим [4].

Чрезвычайно актуальны вопросы обеспечения благоприятных условий водопользования и экологической безопасности для Воронежского водохранилища. Оно было создано в 1972 г. и является водоемом многоцелевого назначения [15]. В результате водная и наземная экосистемы оказались крайне неустойчивы, что привело к возникновению ряда экологических проблем в системе “водохранилище – окружающая среда”: абразия и подтопление берегов; водообмен; самоочищение и формирование донных отложений; биоценоз водной среды; качество воды водохранилища и подземных вод; здоровье населения [18]. Проблемы формирования его гидрологического, гидрохимического и гидробиологического режимов постоянно находятся в центре внимания различных специалистов [5, 8, 12, 13, 19]. Однако использование в его изучении комплек-