

© ЧЕРКАСОВА О.А., ИВАНОВ В.С., 2011

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРЕДПРИЯТИЯ ОБЛАСТНОГО ГОРОДА КАК ИСТОЧНИК ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

ЧЕРКАСОВА О.А.*, ИВАНОВ В.С.**

*УО «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет»**;

*УО «Международный государственный университет им. А.Д. Сахарова»***

Резюме. В основу настоящей статьи положены фактические данные, полученные при выполнении исследовательской работы по определению степени загрязнения почв г. Витебска вблизи промышленных металлообрабатывающих предприятий в 2009 г. В отобранных пробах почв определялось содержание тяжелых металлов (Cd, Co, Cu, Zn, Pb, Mn), т.к. именно они являются приоритетными загрязнителями городской среды. Проанализированы основные источники загрязнения почв города - металлообрабатывающие предприятия: «Завод металлоконструкций», «Сталь», «Механический завод», «Завод тракторных запасных частей», «Завод санитарно-технических заготовок», «Приборостроительный завод», «Мотороремонтный завод», «Станкостроительный завод».

Полученные данные позволили оценить уровень и опасность урбанизированного промышленного сектора, выявить пространственную неоднородность и динамику загрязнения, установить наиболее неблагоприятные для проживания населения территории.

Ключевые слова: почвы, загрязнение, тяжелые металлы, предельно допустимая концентрация (ПДК), ориентировочно допустимая концентрация (ОДК).

Abstract. This article is based on actual data obtained while conducting research work on determination of the degree of soil pollution in the town of Vitebsk in the vicinity of industrial metal-working enterprises in 2009. In the soil samples taken the content of heavy metals (Cd, Co, Cu, Zn, Pb, Mn) was determined. It is these heavy metals that chiefly pollute urban surroundings.

The basic sources of city soils pollution - the metal-working enterprises: «Metal construction works», «Steel», «Mechanical plant», «Plant of tractor spare parts», «Works of sanitary-technical intermediates», «Instrument-making works», «Motor repair works», «Machine-tool plant» were analyzed in this article. The obtained data enabled us to estimate the level and danger of the urbanized industrial sector, to reveal spatial heterogeneity and dynamics of pollution, to determine the most unfavourable territories for population residing.

Почва способна депонировать загрязняющие вещества, поступающие на ее поверхность с атмосферными осадками, аэрозольными выпадениями, бытовыми

и производственными отходами. Накопившиеся в толще почвенного покрова загрязняющие вещества оказывают негативное воздействие на природную среду и представляют опасность для здоровья людей. В связи с этим существует необходимость анализа и оценки состояния почвенного покрова городов.

При исследовании состояния почв города основное внимание уделяется тяжелым

Адрес для корреспонденции: 210023, Витебск, пр-т Фрунзе, 27, Витебский государственный медицинский университет, кафедра общей гигиены и экологии. Тел. раб. 8 (0212) 37-08-28 – Черкасова О.А.

металлам как индикаторам загрязнения городской среды. С позиций санитарной токсикологии приоритетное значение среди тяжелых металлов имеют свинец, ртуть и кадмий, обладающие высокой токсичностью, способностью накапливаться в организме при длительном поступлении с пищевыми продуктами и обуславливать отдаленные последствия (мутагенные, канцерогенные). Особое значение имеет содержание тяжелых металлов в продовольственном сырье, полученном в районах геохимических аномалий с повышенным уровнем их в объектах природной среды, в зонах расположения предприятий металлургической промышленности, вблизи крупных автомагистралей. На степень накопления токсикантов в сельскохозяйственной продукции влияет уровень загрязненности почвы [4].

В Беларуси в атмосферу ежегодно выбрасывается 174 т кобальта, 58 т свинца, 260,3 тыс. га загрязнено медью, 179 тыс. га – цинком, 100 тыс. га – свинцом, 45 тыс. га - кадмием, поэтому большой интерес представляет изучение содержания этих элементов в почве, влияние выбросов автотранспорта на загрязнение почв и растений тяжелыми металлами, а также разработка приемов детоксикации почв для снижения накопления тяжелых металлов в растениях [3].

Важнейшей народнохозяйственной и экологической проблемой является предотвращение загрязнения почв и сохранение почвенного плодородия, поэтому необходимо установить степень загрязнения почв и приоритетность тех или иных загрязнителей, а

также предложить мероприятия по снижению техногенного загрязнения почв г. Витебска.

В связи с этим целью исследования - обследование почв г. Витебска на загрязнение токсикантами промышленного происхождения (Cd, Co, Cu, Zn, Pb, Mn) для получения достоверной информации о состоянии почв, оценки и прогноза состояния почв с целью разработки экологически обоснованных рекомендаций по их рациональному использованию и охране.

Методы

Для осуществления цели проводился мониторинг загрязнения почв на основе определения кислотности (рН), гранулометрического состава и содержания тяжелых металлов (Cd, Co, Cu, Zn, Pb, Mn) в почвенных образцах. Полученные результаты сравнивали с ПДК (ОДК) тяжелых металлов в почве в зависимости от типа преобладающей почвы (табл. 1) [7].

Наблюдению подлежал верхний почвенный горизонт. Пробы отбирались на территории основных источников загрязнения почвы города - металлообрабатывающих предприятий: «Завод металлоконструкций», «Сталь», «Механический завод», «Завод тракторных запасных частей», «Завод санитарно-технических заготовок», «Приборостроительный завод», «Мотороремонтный завод», «Станкостроительный завод». Всего было отобрано около 86 почвенных проб, что позволило более или менее адекватно определить значимость промышленных предприятий в

Таблица 1

ПДК (ОДК) тяжелых металлов в почве в зависимости от типа преобладающей почвы, мг/кг

№	Показатель	Тип почвы	рН	Cd	Zn	Pb	Cu	Co	Mn
1.	ПДК (ОДК)	Песчаные, супесчаные	любая среда	0,5	55	32	33	20	1500
2.	ПДК (ОДК)	Суглинистые, глинистые	рН<5,5	1,0	110	32	66	20	1500
3.	ПДК (ОДК)	Суглинистые, глинистые	рН>5,5	2,0	220	32	132	20	1500

выбросах поллютантов в атмосферу и их накопление в почвенных горизонтах.

Вблизи промышленных предприятий, связанных с металлообработкой, закладывались пробные площадки размером 15×15 м, на которых послойно с глубины 0-5 и 5-20 см отбирались точечные пробы [6]. Отбор проб проводился почвенным буром. Пробные площадки были однородными и сходными по ландшафтно-геохимическим условиям и почвенному покрову. На исследуемой площади отбирались объединенные пробы путем смешивания пяти индивидуальных проб почвы, отобранных в разных точках данной площади «конвертом» (четыре точки в углах площадки и одна в центре). Вокруг каждой из пяти точек на расстоянии 3-5 м отбирались еще по четыре почвенных керны на глубине 0-5 и 5-20 см с учетом мощности дерна (при толщине дерна 3 см отбор производился на глубину 8 см и, соответственно, происходило смещение нижнего горизонта на 3 см). Таким образом, смешанный образец составлялся из 25 индивидуальных проб. Отобранные почвенные керны высыпались на лист крафт-бумаги и тщательно перемешивались. Затем хорошо измельченная почва квартовалась: разравнивалась на листе в виде квадрата, делилась на четыре части, две противоположные отбрасывались, две оставшиеся снова перемешивались и разравнивались на листе, условно делились на 6-9 квадратов, из центров которых отбиралось примерно одинаковое количество почвы в полотняный мешочек или пакет из крафт-бумаги. Вес полученного таким образом смешанного образца (объединенной пробы) составлял около 0,5 кг. Образец снабжался непромокаемой этикеткой с указанием номера пробы. В регистрационном журнале записывались следующие характеристики: местоположение точки, направление, элемент ландшафта, дата отбора пробы.

Гранулометрический состав и кислотность (рН) определялись на рН-метре [5].

Исследования по определению валового содержания тяжелых металлов проводились при МГЭУ А.Д. Сахарова в Центре коллективного пользования исследовательским оборудованием и приборами с применением

рентгено-флуоресцентного метода, преимуществами которого являются быстрота, относительная простота исследований и информативность полученных результатов. Так, при минимальной пробоподготовке без разрушения образца в течение 20 минут возможно получить данные о массовой доле более 30 элементов в образце с погрешностью, не превышающей 25%.

Результаты и обсуждение

В ходе обработки полученных результатов выявлены приоритетные источники загрязнения почв. Для г. Витебска основными из них являются промышленные производства, сжигание топлива (стационарными объектами и передвижными средствами) и коммунально-бытовая деятельность. Поступление загрязняющих веществ в окружающую среду осуществляется с атмосферными выпадениями, водными потоками вследствие утечек и аварийных разливов сточных вод и технологических растворов, с твердыми отходами производства и потребления.

Фактические данные по содержанию основных химических элементов в почвах г. Витебска представлены в таблицах 2-7.

Загрязнение почв кобальтом. Результаты обследования почвенного покрова г. Витебска вблизи промышленных предприятий по двум обследуемым горизонтам 0-5 см и 5-20 см по состоянию на 2009 г. представлены в таблице 2.

Кобальт относится к числу биологически активных элементов и всегда содержится в организме животных и растений. Вместе с тем повышенное содержание элемента в почве является токсичным для растительных организмов [8].

Наибольшее содержание кобальта в верхнем горизонте (0-5 см) достоверно отмечено вблизи следующих предприятий: «Завод санитарно-технических заготовок» - 100,56 мг/кг (5,03 ПДК), «Станкостроительный завод» - 89,87 мг/кг (4,49 ПДК) и «Завод тракторных запасных частей» - 87,13 мг/кг (4,36 ПДК). Максимальные значения элемента в нижнем горизонте (5-20 см) достоверно отмечены

Таблица 2

Содержание кобальта в почвах вблизи наиболее загрязненных промышленных предприятий г. Витебска за 2009 г., мг/кг сухого вещества

№	Название предприятия	Слой почвы, см	Пределы вариации содержания Со в почве	Превышение ПДК максимального содержания элемента, кол-во раз	% проб с превышением ПДК (ОДК)
1	Завод металлоконструкций n=7	0-5	0,00	-	-
		5-20	0,00	-	-
2	Сталь n=3	0-5	19,71 (16,21-23,21)	1,16 (p<0,05)	33,30
		5-20	62,89 (49,48-76,3)	3,82 (p<0,05)	100
3	Механический завод n=5	0-5	34,79 (12,29-66,04)	3,30 (p<0,05)	40
		5-20	39,32 (13,18-62,95)	3,15 (p<0,05)	20
4	Завод тракторных запасных частей n=4	0-5	56,17 (43,71-87,13)	4,36 (p<0,05)	100
		5-20	42,55 (23,94-65,12)	3,26 (p<0,05)	100
5	Завод сантехзаготовок n=5	0-5	68,69 (38,28-100,56)	5,03 (p<0,05)	100
		5-20	72,63 (38,93-112,34)	5,62 (p<0,05)	100
6	Приборостроительный завод n=6	0-5	65,29 (48,18-85,96)	4,30 (p<0,05)	100
		5-20	58,83 (38,59-74,64)	3,73 (p<0,05)	100
7	Мотороремонтный завод n=6	0-5	61,46 (39,97-77,96)	3,90 (p<0,05)	100
		5-20	69,81 (50,74-91,75)	4,59 (p<0,05)	100
8	Станкостроительный завод n=7	0-5	57,07 (30,31-89,87)	4,49 (p<0,05)	100
		5-20	54,92 (11,51-94,11)	4,71 (p<0,05)	14,30

вблизи следующих предприятий: «Завод санитарно-технических заготовок» – 112,34 мг/кг (5,62 ПДК), «Станкостроительный завод» – 94,11 мг/кг (4,71 ПДК) и «Мотороремонтный завод» – 91,75 мг/кг (4,59 ПДК). Накопление металла в местных почвах вблизи промышленных зон г. Витебска связано с промышленной и транспортной нагрузкой.

Загрязнение почв медью. Результаты обследования почвенного покрова г. Витебска вблизи промышленных предприятий по двум обследуемым горизонтам 0-5 см и 5-20 см по состоянию на 2009 г. представлены в таблице 3.

Медь - биологически незаменимый, жизненно важный элемент, необходимый для человека, животных и растений. Избыток элемента у животных вызывает поражение печени и развитие желтухи, у человека – ост-

рый панкреатит, язву, бронхиальную астму и др. [1].

Отмечено достоверное превышение ПДК (ОДК) элемента в верхнем горизонте (0-5 см) вблизи следующих предприятий: «Мотороремонтный завод» - 149,59 мг/кг (4,53 ПДК), «Станкостроительный завод» – 83,44 мг/кг (2,53 ПДК) и «Приборостроительный завод» – 68,55 мг/кг (2,07 ПДК). В нижнем горизонте (5-20 см) максимум отмечен вблизи следующих предприятий: «Мотороремонтный завод» - 151,91 мг/кг (4,6 ПДК), «Механический завод» - 108,55 мг/кг (3,3 ПДК) и «Приборостроительный завод» – 57,09 мг/кг (1,73 ПДК).

Накопление металла в местных почвах г. Витебска связано с транспортной, бытовой и промышленной нагрузкой.

Загрязнение почв свинцом. Результаты обследования почвенного покрова г. Витебс-

Таблица 3

Содержание меди в почвах вблизи наиболее загрязненных промышленных предприятий г. Витебска за 2009 г., мг/кг сухого вещества

№	Название предприятия	Слой почвы, см	Пределы вариации содержания Си в почве	Превышение ПДК максимального содержания элемента, кол-во раз	% проб с превышением ПДК (ОДК)
1	Завод металлоконструкций n=7	0-5	15,67 (11,28-25,44)	0,77 (p<0,05)	0
		5-20	7,89 (3,76-16,49)	0,50 (p<0,05)	0
2	Сталь n=3	0-5	24,15 (10,7-34,93)	1,06 (p<0,05)	33,3
		5-20	28,77 (12,36-45,18)	1,37 (p<0,05)	33,3
3	Механический завод n=5	0-5	17,46 (7,31-35,01)	1,06 (p<0,05)	20
		5-20	29,39 (4,14-108,55)	3,29 (p<0,05)	20
4	Завод тракторных запасных частей n=4	0-5	27,21 (16,08-35,36)	1,07 (p<0,05)	25
		5-20	25,93 (17,52-31,15)	0,94 (p<0,05)	0
5	Завод сантехзаготовок n=5	0-5	14,23 (9,59-20,67)	0,63 (p<0,05)	0
		5-20	9,6 (5,31-12,14)	0,37 (p<0,05)	0
6	Приборостроительный завод n=6	0-5	41,65 (13,03-68,55)	2,07 (p<0,05)	60
		5-20	42,19 (20,60-57,09)	1,73 (p<0,05)	100
7	Мотороремонтный завод n=6	0-5	41,44 (16,18-149,59)	4,53 (p<0,05)	16,6
		5-20	40,56 (10,95-151,91)	4,60 (p<0,05)	16,6
8	Станкостроительный завод n=7	0-5	43,84 (20,18-83,44)	2,53 (p<0,05)	57,14
		5-20	31,01 (18,52-40,95)	1,24 (p<0,05)	57,14

ка вблизи промышленных предприятий по двум обследуемым горизонтам 0-5 см и 5-20 см по состоянию на 2009 г. представлены в таблице 4.

Свинец – токсичный элемент, вызывающий изменения в нервной системе, крови и сосудах. Активно влияет на синтез белка, энергетический баланс клетки и ее генетический аппарат. По степени воздействия на живые организмы свинец относится к классу высокоопасных веществ. При высоких уровнях свинца в почве возможна аккумуляция свинца в растениях (в листовых овощах, на поверхности корнеплодов), однако он не накапливается в плодовых частях овощей и фруктов (яблоках, томатах) [8, 9].

Наибольшее содержание свинца в верхнем горизонте (0-5 см) достоверно отмечено вблизи следующих предприятий: «Механический завод» - 290,48 мг/кг (9,07 ПДК), «Завод тракторных запасных частей» – 147,56 мг/кг (4,61 ПДК) и «Приборостроительный завод»

– 114,39 (3,57 ПДК). Максимальное содержание свинца в нижнем горизонте (5-20 см) достоверно отмечено вблизи следующих предприятий: «Завод тракторных запасных частей» – 184,91 мг/кг (5,78 ПДК), «Станкостроительный завод» – 156,91 мг/кг (4,9 ПДК) и «Приборостроительный завод» – 94,25 мг/кг (2,95 ПДК).

Таким образом, основные выпадения пылевых свинецсодержащих выбросов происходят от промышленных предприятий, автомобильного и железнодорожного транспорта.

Загрязнение почв цинком. Результаты обследования почвенного покрова г. Витебска вблизи промышленных предприятий по двум обследуемым горизонтам 0-5 см и 5-20 см по состоянию на 2009 г. представлены в таблице 5.

Цинк является высокоподвижным биофильным и технофильным элементом широкого диапазона действия на живые организ-

Таблица 4

Содержание свинца в почвах вблизи наиболее загрязненных промышленных предприятий г. Витебска за 2009 г., мг/кг сухого вещества

№	Название предприятия	Слой почвы, см	Пределы вариации содержания Pb в почве	Превышение ПДК максимального содержания элемента, кол-во раз	% проб с превышением ПДК (ОДК)
1	Завод металлоконструкций n=7	0-5	21,68 (9,79-45,69)	1,43 (p<0,05)	14,29
		5-20	17,56 (7,46-33,22)	1,04 (p<0,05)	14,29
2	Сталь n=3	0-5	53,52 (47,42-59,63)	1,86 (p<0,05)	100
		5-20	70,04 (31,62-58,39)	1,82 (p<0,05)	33,3
3	Механический завод n=5	0-5	75,46 (12,67-290,48)	9,07 (p<0,05)	20
		5-20	17,01 (8,23-24,19)	0,76 (p<0,05)	0
4	Завод тракторных запасных частей n=4	0-5	68,3 (33,01-147,56)	4,61 (p<0,05)	100
		5-20	81,02 (40,52-184,91)	5,78 (p<0,05)	100
5	Завод сантехзаготовок n=5	0-5	30,5 (12,95-54,27)	1,70 (p<0,05)	40
		5-20	15,74 (7,34-25,95)	0,81 (p<0,05)	0
6	Приборостроительный завод n=6	0-5	47,66 (20,03-114,39)	3,57 (p<0,05)	66,66
		5-20	45,93 (30,26-94,25)	2,95 (p<0,05)	83,33
7	Мотороремонтный завод n=6	0-5	39,29 (17,04-78,28)	2,45 (p<0,05)	50
		5-20	35,12 (16,96-67,5)	2,11 (p<0,05)	33,33
8	Станкостроительный завод n=7	0-5	48,38 (23,1-99,38)	3,11 (p<0,05)	57,14
		5-20	21,31 (13,6-39,01)	1,22 (p<0,05)	10

мы [2]. При хроническом воздействии пыли цинка отмечаются желудочно-кишечные расстройства и гипохромная анемия. Повышена заболеваемость верхних дыхательных путей, распространен кариес зубов.

Максимальное содержание элемента достоверно отмечено в верхнем горизонте (0-5 см) вблизи следующих предприятий: «Механический завод» – 470,38 мг/кг (8,55 ПДК), «Станкостроительный завод» – 320,55 мг/кг (5,83 ПДК) и «Приборостроительный завод» – 201,69 мг/кг (3,67 ПДК). Максимальные значения цинка в нижнем горизонте (5-20 см) достоверно отмечены вблизи следующих предприятий: «Станкостроительный завод» – 589,08 мг/кг (10,71 ПДК), «Приборостроительный завод» – 465,39 мг/кг (8,46 ПДК) и «Сталь» – 385,93 мг/кг (7,02 ПДК).

Основными источниками загрязнения почв цинком являются выбросы промышленных предприятий и автотранспорта, а также бытовые отходы (например, оцинкованная жесть, хозяйственно-бытовая посуда).

Загрязнение почв кадмием. Результаты обследования почвенного покрова г. Витебска вблизи промышленных предприятий по двум обследуемым горизонтам 0-5 см и 5-20 см по состоянию на 2009 г. представлены в таблице 6.

Растворимые соединения кадмия действуют в первую очередь на органы дыхания и желудочно-кишечный тракт. Резорбтивное действие проявляется в поражении центральной и нервной системы, внутренних органов, сердца, почек, печени, скелетной мускулатуры и костной ткани [8].

Таблица 5

Содержание цинка в почвах вблизи наиболее загрязненных промышленных предприятий г. Витебска за 2009 г., мг/кг сухого вещества

№	Название предприятия	Слой почвы, см	Пределы вариации содержания Zn в почве	Превышение ПДК максимального содержания элемента, кол-во раз	% проб с превышением ПДК (ОДК)
1	Завод металлоконструкций n=7	0-5	41,95 (30,26-79,43)	1,44 (p<0,05)	14,28
		5-20	28,93 (7,49-40,46)	0,73 (p<0,05)	0
2	Сталь n=3	0-5	165,33(144,31-186,36)	3,39 (p<0,05)	100
		5-20	254,19(122,45-385,93)	7,02 (p<0,05)	100
3	Механический завод n=5	0-5	138,06 (13,58-470,38)	8,55 (p<0,05)	80
		5-20	41,97 (3,9-60,57)	1,1 (p<0,05)	50
4	Завод тракторных запасных частей n=4	0-5	79,63 (44,38-114,35)	2,08 (p<0,05)	75
		5-20	82,26 (63,46-103,77)	1,89 (p<0,05)	100
5	Завод сантехзаготовок n=5	0-5	48,75 (12,73-85,95)	1,56 (p<0,05)	40
		5-20	28,74 (6,5-44,05)	0,80 (p<0,05)	0
6	Приборостроительный завод n=6	0-5	122,58 (30,77-201,69)	3,67 (p<0,05)	80
		5-20	174,7 (95,43-465,39)	8,46 (p<0,05)	100
7	Мотороремонтный завод n=6	0-5	71,94 (51,63-142,82)	2,60 (p<0,05)	50
		5-20	64,23 (29,74-142,97)	2,60 (p<0,05)	50
8	Станкостроительный завод n=7	0-5	126,73 (38,77-320,55)	5,83 (p<0,05)	85,71
		5-20	143,66 (39,84-589,08)	10,71 (p<0,05)	57,14

Наибольшее содержание элемента достоверно отмечено в верхнем горизонте (0-5 см) вблизи следующих предприятий: «Завод тракторных запасных частей» – 6,8 мг/кг (13,68 ПДК), «Сталь» - 6,09 мг/кг (12,18 ПДК), «Завод металлоконструкций» - 5,31 мг/кг (10,62 ПДК) и мотороремонтного завода – 5,18 мг/кг (10,36 ПДК). Максимальные значения содержания кадмия достоверно отмечены в нижнем горизонте (5-20 см) вблизи следующих предприятий: «Приборостроительный завод» – 4,89 мг/кг (9,78 ПДК), «Завод металлоконструкций» - 3,66 мг/кг (7,32 ПДК) и «Станкостроительный завод» - 3,07 мг/кг (6,14 ПДК).

Основными источниками загрязнения почв кадмием по-прежнему остаются выбросы от промышленных производств и различных видов транспорта, в том числе авиационного, а также бытового загрязнения.

Загрязнение почв марганцем. Результаты обследования почвенного покрова г. Витебс-

ка вблизи промышленных предприятий по двум обследуемым горизонтам 0-5 см и 5-20 см по состоянию на 2009 г. представлены в таблице 7.

Высокие концентрации марганца приводят к появлению нейротоксических эффектов, прогрессирующего поражения центральной нервной системы, пневмониям у взрослых людей.

Наибольшее содержание элемента достоверно отмечено в верхнем горизонте (0-5 см) вблизи следующих предприятий: «Завод металлоконструкций» – 948,81 мг/кг (0,63 ПДК), «Станкостроительный завод» – 691,36 мг/кг (0,46 ПДК) и «Механический завод» – 658,85 мг/кг (0,44 ПДК). Максимальные значения содержания марганца достоверно отмечены в нижнем горизонте (5-20 см) вблизи следующих предприятий: «Механический завод» - 761,25 мг/кг (0,51 ПДК), «Завод металлоконструкций» – 740,02 мг/кг (0,49 ПДК) и

Таблица 6

Содержание кадмия в почвах вблизи наиболее загрязненных промышленных предприятий г. Витебска за 2009 г., мг/кг сухого вещества

№	Название предприятия	Слой почвы, см	Пределы вариации содержания Cd в почве	Превышение ПДК максимального содержания элемента, кол-во раз	% проб с превышением ПДК (ОДК)
1	Завод металлоконструкций n=7	0-5	0,75 (0-5,31)	10,62 (p<0,05)	14,29
		5-20	1,15 (1,43-3,66)	7,32 (p<0,05)	50
2	Сталь n=3	0-5	2,03 (0-6,09)	12,18 (p<0,05)	33,3
		5-20	1,77 (1,69-1,85)	3,7 (p<0,05)	66,6
3	Механический завод n=5	0-5	1,99 (0-4,15)	8,3 (p<0,05)	60
		5-20	1,09 (0-3,5)	7,0 (p<0,05)	40
4	Завод тракторных запасных частей n=4	0-5	1,71 (0-6,84)	13,68 (p<0,05)	25
		5-20	1,11 (1,52-2,9)	5,8 (p<0,05)	50
5	Завод сантехзаготовок n=5	0-5	0,36 (0-1,79)	3,58 (p<0,05)	20
		5-20	0,42 (0-2,11)	4,22 (p<0,05)	20
6	Приборостроительный завод n=6	0-5	0,27 (0-1,62)	3,24 (p<0,05)	16,66
		5-20	1,44 (0-4,89)	9,78 (p<0,05)	50
7	Мотороремонтный завод n=6	0-5	1,73 (0-5,18)	10,36 (p<0,05)	50
		5-20	0,87 (0-1,88)	3,76 (p<0,05)	50
8	Станкостроительный завод n=7	0-5	0,92 (0-4,77)	9,54 (p<0,05)	28,57
		5-20	0,94 (0-3,07)	6,14 (p<0,05)	42,86

«Станкостроительный завод» – 4,61 мг/кг (0,48 ПДК).

Основными источниками загрязнения почв марганцем в г. Витебске являются преимущественно металлообрабатывающие предприятия и сварочные работы.

Преобладающим типом почвы были дерново-подзолистые почвы на супесях со средним содержанием гумуса в исследуемом горизонте (0-20 см) около 1,5-3 %, что в первую очередь связано с тем, что исследовался верхний слой.

Почвенный покров г. Витебска на значительной территории испытывает негативное химическое воздействие в основном промышленного комплекса (стационарные источники), а также выбросов автотранспорта. Проанализировав полученные данные о содержании тяжелых металлов в почве вблизи промышленных предприятий, можно прийти к выводу о том, что промышленная зона явля-

ется самой загрязненной наряду с придорожной полосой по сравнению с другими функциональными зонами.

В отобранных почвенных образцах промышленной функциональной зоны в сравнении со средними значениями 1980-х гг. [3] содержание элементов в почве значительно выросло, а это означает, что в городе наблюдается степенное строительство новых предприятий, заводов и котельных установок, а также увеличение транспортной нагрузки на урбанизированную территорию. Следствие этого есть закономерность: чем ближе к источнику загрязнения, тем выше содержание химических элементов в почве, а, соответственно, и в растениях.

Заключение

Проведенные исследования по изучению и оценке состояния геохимического заг-

Таблица 7

Содержание марганца в почвах вблизи наиболее загрязненных промышленных предприятий г. Витебска за 2009 г., мг/кг сухого вещества

№	Название предприятия	Слой почвы, см	Пределы вариации содержания Mn в почве	Превышение ПДК максимального содержания элемента, кол-во раз	% проб с превышением ПДК (ОДК)
1	Завод металлоконструкций n=7	0-5	694,84 (286,17-948,81)	0,63 (p<0,05)	0
		5-20	506,4 (191,16-740,02)	0,49 (p<0,05)	0
2	Сталь n=3	0-5	328,51 (196,36-523,7)	0,35 (p<0,05)	0
		5-20	346,76 (318,72-374,8)	0,30 (p<0,05)	0
3	Механический завод n=5	0-5	460,04 (262,69-658,85)	0,44 (p<0,05)	0
		5-20	607,49 (162,77-761,25)	0,51 (p<0,05)	0
4	Завод тракторных запасных частей n=4	0-5	427,97 (315,36-532,01)	0,35 (p<0,05)	0
		5-20	476,57 (323,4-589,94)	0,39 (p<0,05)	0
5	Завод сантехзаготовок n=5	0-5	350,77 (244,76-458,45)	0,31 (p<0,05)	0
		5-20	412,59 (226,04-414,72)	0,28 (p<0,05)	0
6	Приборостроительный завод n=6	0-5	388,67 (327,42-537,69)	0,36 (p<0,05)	0
		5-20	336,57 (277,21-477,47)	0,32 (p<0,05)	0
7	Мотороремонтный завод n=6	0-5	458,77 (344,64-600,97)	0,40 (p<0,05)	0
		5-20	440,01 (363,89-533,18)	0,36 (p<0,05)	0
8	Станкостроительный завод n=7	0-5	507,48 (302,32-691,36)	0,46 (p<0,05)	0
		5-20	506,51 (285,59-714,61)	0,48 (p<0,05)	0

рязнения почв г. Витебска позволили сделать следующие выводы:

1. Приоритетными загрязнителями почв г. Витебска являются цинк, свинец, медь, кадмий, кобальт и, в меньшей степени, марганец.

2. Основными источниками поступления тяжелых металлов в окружающую среду являются пыле-газовые выбросы промышленных предприятий, котельные и энергетические установки, твердые и коммунальные отходы, выбросы автотранспорта. Из потоков веществ наиболее значительным является воздушный, который функционирует практически непрерывно, оказывая постоянное воздействие на организм человека и растения. Немаловажную роль в загрязнении почвы города играет несанкционированное складирование и сжигание бытовых отходов, отходов ландшафтной уборки территорий (особенно характерно для зон индивидуальной застройки). В связи с этим наблюдается тенденция возра-

стания уровня загрязнения почвы медью, цинком в центральной старообжитой части города, где почвенный покров в наибольшей степени преобразован и верхние его слои обычно сформированы со значительным участием отходов.

3. Необходимо провести комплекс мер, направленных на снижение техногенного загрязнения почв г. Витебска: совершенствование технологий в сфере производства, обеспечивающих сокращение выбросов и сбросов вредных веществ в окружающую среду, расширение сети предприятий по вторичному использованию и переработке отходов, строительство и реконструкция очистных сооружений, а также выявление и ликвидация источников загрязнения.

Литература

1. Грушко, Я.М. Вредные неорганические соединения в промышленных выбросах в атмосферу / Я.М.

- Грушко. – Л.: Химия, 1987. – 160 с.
2. Иванов, В.В. Экологическая геохимия элементов: справочник: в 6 кн. / В.В. Иванов; под ред. Э.К. Буренкова. – М.: Недра, 1994-1997. – Кн. 4: Главные d-элементы, 1996. – 416 с.
 3. Лукашев, О.В. Ретроспективная оценка загрязнения почв и растительности г. Витебска тяжелыми металлами / О.В. Лукашев, Н.В. Жуковская // Природные ресурсы, 2006. №4. – С. 52-57.
 4. Медицинская экология: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / А.А. Королев [и др.]; под ред. А.А.Королева. – М.: Академия, 2003. – 192 с.
 5. Охрана природы. Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, рН и плотного остатка водной вытяжки: ГОСТ 26423-85, утв. пост. Гос. комитета стандартов Совета Министров СССР 08.02.1985, № 283. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 9 с.
 6. Охрана природы. Почвы. Методы отбора, подготов-
ки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа: ГОСТ 17.4.4.02-84, утв. пост. Гос. комитета стандартов Совета Министров СССР 19.12.1984, № 4731. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 11 с.
 7. Перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно допустимых концентраций (ОДК) химических веществ в почве: ГН 2.1.7.12-1-2004, утв. пост. Глав. гос. сан. врачом РБ 25.02.2004, № 28. – Минск, 2004. – 18 с.
 8. Петухова, Н.Н. К кларкам микроэлементов в почвенном покрове Беларуси / Н.Н. Петухова, В.А. Кузнецов // Докл. НАН Беларуси. – 1992. – Т. 36, №5. – С. 461-465.
 9. Gzil, J. Ecological Impact and Remediation of Contaminated Sites Around Lead Smelters in Poland / J. Gzil // Journal of Geochemical Exploration. – 1995. – Vol. 52. – P. 251-258.

*Поступила 09.02.2011 г.
Принята в печать 18.02.2011 г.*
