

© ИВАНОВ В.С., ЧЕРКАСОВА О.А., 2011

РОЛЬ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ В ФОРМИРОВАНИИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА КОБАЛЬТОМ, МЕДЬЮ, СВИНЦОМ

ИВАНОВ В.С.*, ЧЕРКАСОВА О.А.**

УО «Международный государственный университет им. А.Д. Сахарова»,
УО «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет»**,
кафедра общей гигиены и экологии*

Резюме. При исследовании состояния почв города основное внимание уделяется тяжелым металлам как индикаторам загрязнения городской среды. В статье приведены фактические данные мониторинга загрязнения почв г. Витебска тяжелыми металлами (Co, Cu, Pb) за 2009 г. Проанализированы основные источники загрязнения почв города - промышленные предприятия: ОАО «Витебский завод радиодеталей «Монолит», «Витебский опытно-экспериментальный завод» ПО «Союзэнергоавтоматика», ОАО «Витебский завод электроизмерительных приборов», ОАО завод «Визас», ОАО «Витязь», РУПП завод «Мегом», ОАО «Керамика», РУП завод «Эвистор». В результате проведенных исследований установлено, что приоритетными загрязнителями почв г. Витебска являются кобальт и свинец, в меньшей степени – медь. Основными источниками поступления тяжелых металлов в окружающую среду являются пыле-газовые выбросы промышленных предприятий по производству радиодеталей, электроизмерительных приборов и станков, котельные и энергетические установки. Необходимо провести комплекс мер, направленных на снижение техногенного загрязнения почв г. Витебска.

Ключевые слова: почва, загрязнение, тяжелые металлы, кобальт, медь, свинец.

Abstract. On researching soil condition of the town great attention is devoted to heavy metals as urban environment pollution indicators. In the article the factual data of monitoring of Vitebsk soil pollution with heavy metals (Co, Cu, Pb) for 2009 are presented. The main sources of city soils pollution - the industrial enterprises: public joint-stock company «Vitebsk radio components plant» Monolit», «Vitebsk pilot-production plant» of industrial association «Soyuz-energoavtomatika», public joint-stock company «Vitebsk electric measuring devices plant», public joint-stock company «Vizas» plant, public joint-stock company «Vityaz», republican unitary industrial enterprise «Megom» plant, public joint-stock company «Ceramics», republican unitary enterprise «Evistor» plant were analyzed. As a result of the conducted studies it has been determined, that cobalt and lead are priority contaminants of Vitebsk soil, copper - to a lesser degree. Dust-gas emissions of the industrial enterprises manufacturing radio components, electric measuring devices and machine-tools, boiler and power installations are the main sources of environmental pollution with heavy metals. It is necessary to realize complex of measures aimed at the decrease of technogenic pollution of soils in the town of Vitebsk.

В почве протекают различные физические, химические и биологические процессы, которые в результате загрязнения нарушаются. Тяжелые металлы, выбрасы-

ваемые в атмосферу в результате технологических процессов от промышленных предприятий, в последствии оседают на земной поверхности и растительности. Основная масса выбросов осаждается в непосредственной близости от источника загрязнения. Вблизи предприятий, которые перерабатывают сырье, содержащее тяжелые металлы и другие загрязняющие вещества в виде примесей, наблюда-

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

ется значительное превышение содержания тяжелых металлов в почве по сравнению с фоновыми значениями и другими функциональными зонами. Поступая в почву, большая часть легкоподвижных водорастворимых соединений металлов прочно связывается с органическим веществом и высокодисперсными глинистыми минералами и далее по почвенным горизонтам не мигрируют. Многие тяжелые металлы, такие как медь и цинк, участвуют в биологических процессах и в определенных количествах являются необходимыми для функционирования растений, животных и человека микроэлементами. С другой стороны, тяжёлые металлы и их соединения по пищевым цепям попадают в организм человека и могут оказывать токсическое, канцерогенное и мутагенное действие, а также способны накапливаться в тканях растений, вызывая ряд заболеваний [1, 2].

При исследовании состояния почв города основное внимание уделяется тяжелым металлам как индикаторам загрязнения городской среды. В Беларуси в атмосферу ежегодно выбрасываются автотранспортом и промышленными предприятиями и оседают на земную поверхность медь, цинк, кобальт, свинец и другие элементы, поэтому большой интерес представляет изучение содержания этих элементов в почве, влияние выбросов стационарных источников на загрязнение почв и растений тяжелыми металлами.

Почвенный покров г. Витебска на значительной территории испытывает негативное химическое воздействие в основном промышленного комплекса (стационарные источники), а также выбросов автотранспорта. Верхний почвенный горизонт легко загрязняется и представлен легкопроницаемыми типами почвы (песчаными, супесчаными и легкосуглинистыми), а тяжелые металлы являются одним из основных видов загрязнителей почв г. Витебска по отношению к местным фоновым значениям.

В связи с этим цель исследования - обследование почв г. Витебска на загрязнение токсикантами промышленного происхождения (Co, Cu, Pb) для получения достоверной информации о состоянии почв, оценки и прогноза состояния почв с целью разработки эко-

логически обоснованных рекомендаций по их рациональному использованию и охране. Решение поставленной задачи позволит выявить влияние стационарных источников на загрязнение почв тяжелыми металлами, а также разработать эффективные приемы и методы борьбы по снижению накопления тяжелых металлов в почвах г. Витебска [5].

Методы

В 2009 г. проводилось исследование загрязнения почв на основе определения кислотности (pH), гранулометрического состава и содержания тяжелых металлов (Co, Cu, Pb) в почвенных образцах, отобранных на территории основных источников загрязнения почвы города - промышленных предприятий: ОАО «Витебский завод радиодеталей «Монолит», «Витебский опытно-экспериментальный завод» ПО «Союзэнергоавтоматика», ОАО «Витебский завод электроизмерительных приборов», ОАО завод «Визас», ОАО «Витязь», РУПП завод «Мегом», ОАО «Керамика», РУП завод «Эвистор».

Всего было отобрано 48 почвенных проб, в каждой из которых определялось содержание трех элементов. Вблизи промышленных предприятий закладывались пробные площадки размером 15×15 м, на которых послойно с глубины 0-5 и 5-20 см отбирались точечные пробы. Наблюдению подлежал верхний почвенный горизонт, т.к. он легко загрязняется и представлен легкопроницаемыми типами почвы (песчаными, супесчаными и легкосуглинистыми). Пробные площадки были однородными и сходными по ландшафтно-геохимическим условиям и почвенному покрову. Отбор проб проводился почвенным буром [7]. Образец почвы 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 (pH) определялись на pH-метре [8].

Исследования по определению валового содержания тяжелых металлов проводи-

лись при УО «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%.

Полученные результаты сравнивали с ПДК (ОДК) тяжелых металлов в почве в зависимости от типа преобладающей почвы (табл. 1) [9].

Статистическая обработка данных реализована на персональном компьютере IBM Intel Pentium с помощью пакета статистических и графических программ MS Excel 2003, Biostat 4.03. Достоверность различий учитывали при $p < 0.05$.

Результаты и обсуждение

Преобладающим типом почвы были смешанные и дерново-подзолистые почвы на супесях со средним содержанием гумуса в исследуемом горизонте (0-20 см) около 0,9-1,7%, что в первую очередь связано с тем, что исследовался верхний слой. Кислотность почвы изменялась в пределах 5,41-8,84 и в среднем составила - 7,08 ед.

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

Наибольшее содержание кобальта в верхнем горизонте (0-5 см) достоверно отмечено вблизи следующих предприятий: ОАО «Витязь» - 250,5 мг/кг (12,5 ПДК), ОАО «Керамика» - 211,65 мг/кг (10,58 ПДК), РУПП завод «Мегом» - 162,2 мг/кг (8,1 ПДК).

Максимальные значения элемента в нижнем горизонте (5-20 см) достоверно отмечены вблизи следующих предприятий: РУП завод «Эвистор» - 262,4 мг/кг (13,1 ПДК), ОАО «Керамика» - 211,7 мг/кг (10,6 ПДК), РУПП завод «Мегом» - 127,24 мг/кг (6,36 ПДК).

Превышение значений ПДК кобальта в почве на территории практически всех указанных промышленных предприятий было отмечено в верхнем горизонте (0-5 см) в 100% проб, в нижнем горизонте (5-20 см) - за исключением предприятий ОАО «Витебский завод электроизмерительных приборов», ОАО «Керамика».

Кобальт – относительно распространенный элемент (кларк в земной коре – 18,0 мг/кг, для почв мира – 10,0 мг/кг). Кларк кобальта для дерново-подзолистых почв Беларуси – 7,2 мг/кг [10]. Кобальт относится к числу биологически активных элементов и всегда содержится в организме животных и растений. Вместе с тем повышенное содержание элемента в почве являются токсичными для растительных организмов. В почву соединения кобальта попадают при разложении растительных и животных организмов, а также со сточными водами металлургических, металлообрабатывающих и химических заводов.

Загрязнение почв медью. Результаты обследования почвенного покрова г. Витебска на содержание меди вблизи промышленных

Таблица 1

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

№	Показатель	Тип почвы	pH	Pb	Cu	Co
1.	ПДК (ОДК)	Песчаные, супесчаные	любая среда	32	33	20
2.	ПДК (ОДК)	Суглинистые, глинистые	pH<5,5	32	66	20
3.	ПДК (ОДК)	Суглинистые, глинистые	pH>5,5	32	132	20

Таблица 2

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

№	Название предприятия	Слой почвы, см	Среднее значение содержания Со	Пределы вариации содержания Со	Превышение ПДК максимального содержания элемента, кол-во раз	% проб с превышением ПДК (ОДК)
1	Монолит n=5	0-5	51,46	27,2–69,69	3,49 (p<0,05)	100
		5-20	61,03	36,31–72,74	3,64 (p<0,05)	100
2	Опытно-экспериментальный завод n=2	0-5	51,46	27,2–69,69	2,74 (p<0,05)	100
		5-20	51,28	21,95–80,61	4,03 (p<0,05)	100
3	Завод электроизмерительных приборов n=5	0-5	38,21	25,85–46,56	2,33 (p<0,05)	100
		5-20	29,06	17,03–38,79	1,94 (p<0,05)	20
4	Визас n=4	0-5	90,13	54,39–115,08	5,75 (p<0,05)	100
		5-20	89,53	52,47–126,56	6,33 (p<0,05)	100
5	Витязь n=8	0-5	95,88	45,71–250,54	12,53 (p<0,05)	100
		5-20	68,67	27,77–112,04	5,60 (p<0,05)	100
6	Мегом n=7	0-5	90,89	47,16–162,18	8,11 (p<0,05)	100
		5-20	82,3	37,08–127,24	6,36 (p<0,05)	100
7	Керамика n=7	0-5	12,65	48,66–211,65	10,58 (p<0,05)	100
		5-20	63,49	7,58–182,98	9,15 (p<0,05)	14,30
8	Эвистор n=10	0-5	91,12	72,12–106,2	5,31 (p<0,05)	100
		5-20	101,31	41,85–262,41	13,12 (p<0,05)	100

предприятий по двум обследуемым горизонтам 0-5 см и 5-20 см по состоянию на 2009 г. представлены в таблице 3.

Отмечено достоверное превышение ПДК (ОДК) элемента в верхнем горизонте (0-5 см) вблизи следующих предприятий: РУП завод «Эвистор» - 134,8 мг/кг (4,08 ПДК), ОАО «Керамика» - 72,66 мг/кг (2,2 ПДК), РУПП завод «Мегом» - 45,4 мг/кг (1,38 ПДК).

В нижнем горизонте (5-20 см) максимум отмечен вблизи следующих предприятий: РУП завод «Эвистор» - 130,23 мг/кг (3,95 ПДК), ОАО «Витебский завод электроизмерительных приборов» - 48,27 мг/кг (1,46 ПДК), РУПП завод «Мегом» - 35,38 мг/кг (1,07 ПДК).

Превышение значений ПДК меди в почве на территории указанных промышленных предприятий было отмечено в верхнем горизонте (0-5 см) в 60% проб возле РУП завод

«Эвистор», в 20–30% проб возле предприятий ОАО «Витебский завод электроизмерительных приборов», ОАО завод «Визас», РУПП завод «Мегом», ОАО «Керамика»; в нижнем горизонте (5-20 см) в 40% проб возле завода радиодеталей «Монолит», в 20-30% проб возле предприятий ОАО «Витебский завод электроизмерительных приборов», РУПП завод «Мегом», РУП завод «Эвистор».

Медь – относительно распространенный элемент (кларк в земной коре – 0,0047%, для почв мира – 0,002% или 20 мг/кг). Кларк меди для почв Беларуси – 13 мг/кг [10]. Валовое содержание меди в почвах заповедных территорий существенно различается, составляя 3,3 мг/кг в почвах Березинского биосферного заповедника и 15,4 мг/кг в почвах Браславского национального парка. Средневзвешенное содержание меди в почвах Полесской провин-

Таблица 3

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

№	Название предприятия	Слой почвы, см	Среднее значение содержания Cu	Пределы вариации содержания Cu	Превышение ПДК максимального содержания элемента, кол-во раз	% проб с превышением ПДК (ОДК)
1	Монолит n=5	0-5	16,56	9,29 – 29,66	0,90 (p<0,05)	0
		5-20	22,14	11,57 – 34,96	1,06 (p<0,05)	40
2	Опытно-экспериментальный завод n=2	0-5	21,92	19,73 – 24,12	0,73 (p<0,05)	0
		5-20	18,0	17,7 – 18,22	0,55 (p<0,05)	0
3	Завод электроизмерительных приборов n=5	0-5	27,32	12,73 – 37,71	1,14 (p<0,05)	20
		5-20	41,74	10,22 – 48,27	1,46 (p<0,05)	20
4	Визас n=4	0-5	26,96	18,14 – 33,03	1,0 (p<0,05)	25
		5-20	20,6	14,39 – 24,88	0,75 (p<0,05)	0
5	Витязь n=8	0-5	16,3	7,88 – 22,08	0,6 (p<0,05)	0
		5-20	13,85	8,01 – 25,96	0,7 (p<0,05)	0
6	Мегом n=7	0-5	31,17	19,74 – 45,4	1,3 (p<0,05)	28,57
		5-20	27,81	16,73 – 35,38	1,0 (p<0,05)	28,57
7	Керамика n=7	0-5	30,54	7,5 – 72,66	2,20 (p<0,05)	28,57
		5-20	16,33	9,29 – 30,07	0,91 (p<0,05)	0
8	Эвистор n=10	0-5	40,03	17,26 – 134,8	4,08 (p<0,05)	60
		5-20	36,42	13,36 – 130,23	3,95 (p<0,05)	30

ции Беларуси составляет 3 мг/кг [1]. Биологически незаменимый, жизненно важный элемент, необходимый для человека, животных и растений. Источниками поступления меди в окружающую среду являются горно-обоганительные комбинаты, предприятия цветной металлургии, транспорт, производство удобрений и пестицидов, сварка, гальванизация, сжигание топлива. Соединения меди содержатся в выбросах различных производств: электротехнических, нефтехимии, производства красителей, керамики, кожевенных и др. [2].

Загрязнение почв свинцом. Результаты обследования почвенного покрова г. Витебска на содержание свинца вблизи промышленных предприятий по двум обследуемым горизонтам 0-5 см и 5-20 см по состоянию на 2009 г. представлены в таблице 4.

Наибольшее содержание свинца в верхнем горизонте (0-5 см) достоверно отмечено вблизи следующих предприятий: ОАО «Керамика» - 346,49 мг/кг (10,83 ПДК), ОАО «Витебский завод радиодеталей «Монолит» – 179,2 (5,6 ПДК), ОАО «Витебский завод электроизмерительных приборов» – 75,2 мг/кг (2,35 ПДК).

Максимальное содержание свинца в нижнем горизонте (5-20 см) достоверно отмечается вблизи следующих предприятий: ОАО «Витебский завод радиодеталей «Монолит» – 118,04 мг/кг (3,69 ПДК), ОАО «Витебский завод электроизмерительных приборов» – 57,98 мг/кг (1,81 ПДК), ОАО завод «Визас» - 41,86 мг/кг (1,31 ПДК).

Превышение значений ПДК свинца в почве на территории указанных промышленных предприятий было отмечено в верхнем

Таблица 4

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

№	Название предприятия	Слой почвы, см	Среднее значение содержания Pb	Пределы вариации содержания Pb	Превышение ПДК максимального содержания элемента, кол-во раз	% проб с превышением ПДК (ОДК)
1	Монолит n=5	0-5	79,87	35,87 – 179,2	5,6 (p<0,05)	100
		5-20	78,1	35,28 – 118,04	3,69 (p<0,05)	100
2	Опытно-экспериментальный завод n=2	0-5	25,26	20,17 – 30,35	0,95 (p<0,05)	0
		5-20	21,63	21,4 – 21,86	0,68 (p<0,05)	0
3	Завод электроизмерительных приборов n=5	0-5	42,22	19,64 – 75,2	2,35 (p<0,05)	80
		5-20	33,06	19,67 – 57,98	1,81 (p<0,05)	60
4	Визас n=4	0-5	33,2	22,84 – 45,07	1,41 (p<0,05)	50
		5-20	32,38	26,3 – 41,86	1,31 (p<0,05)	50
5	Витязь n=8	0-5	23,4	19,93 – 26,0	0,81 (p<0,05)	0
		5-20	20,26	11,73 – 28,89	0,90 (p<0,05)	0
6	Мегом n=7	0-5	30,54	35,41 – 119,68	1,11 (p<0,05)	42,85
		5-20	31,24	18,78 – 28,58	0,89 (p<0,05)	0
7	Керамика n=7	0-5	88,9	15,1 – 346,49	10,83 (p<0,05)	42,85
		5-20	18,63	14,81 – 21,47	0,67 (p<0,05)	0
8	Эвистор n=10	0-5	25,69	16,79 – 42,89	1,34 (p<0,05)	20
		5-20	21,31	13,6 – 39,01	1,22 (p<0,05)	10

горизонте (0-5 см) в 100% проб возле ОАО «Витебский завод радиодеталей «Монолит», в 80% проб возле предприятия ОАО «Витебский завод электроизмерительных приборов», в 40–50% проб возле предприятий РУПП завод «Мегом», ОАО «Керамика», ОАО завод «Визас», в 20% проб возле РУП завод «Эвистор»; в нижнем горизонте (5-20 см) в 100% проб возле ОАО «Витебский завод радиодеталей «Монолит», в 50-60% проб возле предприятий ОАО «Витебский завод электроизмерительных приборов», ОАО завод «Визас», в 10% проб возле РУП завод «Эвистор».

Свинец – малораспространенный, давно и широко используемый сильнотоксичный тяжелый металл. Кларк элемента в земной коре – 0,0016%, в почвах мира – 0,001% или 10 мг/кг [10]. Особую опасность для почв пред-

ставляют сточные воды ряда производств: металлургического, металлообрабатывающего, машиностроительного, химического, химико-фармацевтического, нефтехимического, спичечного, фотоматериалов. Среднее содержание свинца в почвах мира оценивается в 25 мг/кг [4]. Региональный кларк свинца в почвах Беларуси – 12 мг/кг [10]. При высоких уровнях свинца в почве возможна аккумуляция свинца в растениях (в листовых овощах, на поверхности корнеплодов), однако этот элемент не накапливается в плодовых частях овощей и фруктов (яблоках, томатах).

Источники и пути загрязнения городских почв разнообразны. Для г. Витебска основными из них являются промышленные производства, сжигание топлива (стационарными объектами и передвижными средствами)

и коммунально-бытовая деятельность. Значительным источником загрязнения почв города является также сжигание различных видов топлива, в том числе средними и малыми котельными установками, бытовыми печами. При этом поступление загрязняющих веществ в почву осуществляется как за счет выбросов в атмосферу, так и рассеивания (захоронения) золы и шлаков, последние в наибольшей степени характерны для зон индивидуальной застройки. Следует также отметить, что в бытовых печах сжигается значительная часть бытовых отходов (бумага, загрязненная древесина, упаковочный материал, частично текстиль), во многих случаях именно этим и обусловлены высокие концентрации загрязняющих веществ.

Проанализировав полученные данные по содержанию тяжелых металлов в почве вблизи промышленных предприятий, можно сделать вывод о том, что промышленная зона является самой загрязненной наряду с природной полосой по сравнению с другими функциональными зонами. По данным анализа кобальт и свинец являются приоритетными загрязнителями. Почвенный покров г. Витебска в меньшей степени претерпевает загрязнение от меди в сравнение с другими изучаемыми поллютантами.

В отобранных почвенных образцах промышленной функциональной зоны по сравнению со средними значениями 1980-х и 1990-х гг. (табл. 5) [5] содержание элементов в почве значительно выросло в связи с тем, что в городе наблюдается степенное строительство новых предприятий, заводов и ко-

тельных 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

Важнейшей экологической проблемой является предотвращение загрязнения почв и сохранение почвенного плодородия. Для успешного ее решения необходимо представление о современном состоянии, степени загрязнения почв и приоритетности тех или иных элементов-загрязнителей.

Следовательно, почвенный покров выполняет роль глобального геохимического экрана, задерживающего значительную часть элементов-загрязнителей.

Однако защитная способность почв имеет свои пределы, поэтому охрана почв от загрязнения тяжелыми металлами является актуальной задачей. Для сокращения поступления выбросов металлов в атмосферу необходим постепенный переход производства на замкнутые технологические циклы, а также обязательно применение очистных сооружений.

Проведенные исследования по изучению и оценке состояния геохимического загрязнения почв г. Витебска позволили сделать следующие выводы:

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

Таблица 5

Содержание химических элементов в почвах г. Витебска в 1980-х и 1990-х гг., мг/кг сухого вещества

Элемент	Среднее значение содержания элемента (1990-е гг.)	Пределы вариации содержания элемента (1990-е гг.)	Фон (1990-е гг.)	Промышленная функциональная зона (1990-е гг.)	Среднее содержание элемента (начало 1980-х гг.)
Co	5,4	(1,1-42,8)	4,6	6,0	4,4
Cu	14,0	(3,6-60,9)	10,5	16,6	16
Pb	17,1	(3,0-235,0)	12,3	20,6	16,5

2. Основными источниками поступления тяжелых металлов в окружающую среду являются пыле-газовые выбросы промышленных предприятий: ОАО «Витебский завод радиодеталей «Монолит», ОАО «Витебский завод электроизмерительных приборов», ОАО завод «Визас», РУПП завод «Мегом», ОАО «Керамика», РУП завод «Эвистор», котельные и энергетические установки. В меньшей степени загрязняют почву предприятия ОАО «Витязь» и «Витебский опытно-экспериментальный завод» ПО «Союзэнергоавтоматика».

В комплекс мер, направленных на снижение техногенного загрязнения почв г. Витебска, целесообразно включить следующее: проводить кардинальные мероприятия путем выноса за его пределы особо опасных производств (цехов); не допускать создания новых экологически опасных производств в черте города; при размещении промышленных объектов вблизи жилых комплексов необходимо учитывать размеры санитарно-защитной зоны предприятия; проводить мероприятия по снижению выбросов на всех предприятиях путем замены устаревших установок по улавливанию и обезвреживанию вредных веществ в отходящих газах, а также путем учета и установления лимитов и спектра тяжелых металлов в выбросах для каждого из производства; в связи со сложившейся промышленной инфраструктурой города и преобладающими во все периоды года, особенно зимой, ветров южных и западных направлений, целесообразно размещение новых жилых микрорайонов и частных секторов вдали от опасных стационарных источников загрязнения атмосферы и с учетом преобладающих ветров; предприятиям рекомендуется осуществлять насаждение лиственных пород деревьев по периметру для меньшего загрязнения прилегающих территорий.

Литература

1. Белоусова, Т.Н. Геохимическое поведение меди в ландшафтах западной части Белорусского Полесья: автореф. дис. ... канд. геол.-минер. наук: 04.00.02 / Т.Н. Белоусова; Ин-т геохимии и геофизики НАН Беларуси. – Минск, 1992. – 20 с.
2. Грушко, Я.М. Вредные неорганические соединения в промышленных выбросах в атмосферу / Я.М. Грушко. – Л.: Химия, 1987. – 160 с.
3. Иванов, В.В. Экологическая геохимия элементов: справочник: в 6 кн. / Под ред. Э.К. Буренкова. – М.: Недра, 1994-1997. – Кн. 4: Главные d-элементы. – 1996. – 416 с.
4. Кабата-Пендиас, А. Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас. – М.: Мир, 1989. – 439 с.
5. Лукашев, О.В. Ретроспективная оценка загрязнения почв и растительности г. Витебска тяжелыми металлами / О.В. Лукашов, Н.В. Жуковская // Природные ресурсы. – 2006. – №4. – С. 52-57.
6. Охрана природы. Почвы. Общие требования и классификации почв по влиянию на них химических веществ: ГОСТ 17.4.3.06-86, утв. пост. Гос. комитета стандартов Совета Министров СССР 03.11.1986, № 3373. – М.: Изд-во стандартов, 1987. – 4 с.
7. Охрана природы. Почвы. Методы отбора, подготовки 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.
8. Охрана природы. Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, pH 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.
9. 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.
10. Петухова, Н.Н. Кларкам микроэлементов в почвенном покрове Беларуси / Н.Н. Петухова, В.А. Кузнецов // Докл. НАН Беларуси. – 1992. – Т. 36. – №5. – С. 461-465.
11. Состояние природной среды Беларуси: Экологический бюллетень 2000 г. / Под ред. В.Ф. Логинова. – Минск: Минсктиппроект, 2001. – 230 с.
12. 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.