

УДК 502.5:61(571.621)

СОДЕРЖАНИЕ СВИНЦА, ЦИНКА, НИКЕЛЯ И КАДМИЯ В ПОЧВАХ ГОРОДА БИРОБИДЖАНА И ОЦЕНКА ИХ ВЛИЯНИЯ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

© 2010 Е.О. Клинская

Дальневосточная государственная социально-гуманитарная академия

Поступила в редакцию 28.04.2010

Проведен сравнительный анализ содержания свинца, цинка, никеля и кадмия в почвах г. Биробиджана. Определены концентрации тяжелых металлов в местах с относительно низким уровнем загрязнения окружающей среды и в районах с разным уровнем антропогенно-техногенного воздействия на среду. Дана оценка опасности загрязнения почв комплексом металлов по суммарному показателю загрязнения Z_c . Установлено, что исследуемую территорию можно отнести к категории допустимого уровня загрязнения почв.

Ключевые слова: *окружающая среда, тяжелые металлы, предельно-допустимая концентрация, здоровье населения*

Проблема загрязнения городской среды тяжелыми металлами продолжает оставаться актуальной в связи с расширением их потребления и ростом числа источников поступления. Долгое время в России и за рубежом основными загрязняющими веществами окружающей среды считались пыль, угарный и углекислый газы, окислы серы, азота, нефтяные углеводороды, пестициды, радиоактивные вещества. Несмотря на это тяжелые металлы всегда оставались ведущей группой загрязняющих веществ, которые представляли научный и практический интерес для оценки экологического состояния загрязненных территорий, так как работа промышленных предприятий и автотранспорта связана с выбросом в атмосферу огромных количеств токсичных веществ, в том числе и тяжелых металлов [2, 5, 9 и др.]. Загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами оказывает значительное отрицательное влияние на химический состав почв, пищевые свойства растительности, качество питьевой воды. Попадая в почву тяжелые металлы, вступают во все процессы, происходящие в ней. Затрагиваются все главные функции, которые выполняет почва, а также они попадают во все основные циклы миграции, происходящие в биосфере. Важность понимания проблемы загрязнения почв тяжелыми металлами определяется также в том, что почвы являются природным накопителем тяжелых металлов в окружающей среде и основным источником загрязнения сопредельных сред, включая растения [11]. Поскольку почвенный покров представляет собой систему менее динамичную и более буферную, чем атмосферный воздух и водоёмы, а также обладает свойством аккумулировать вещество, то его загрязнение можно использовать как индикатор загрязнения приземных слоёв воздуха.

Интенсивность загрязнения среды тяжелыми металлами увеличивается в районах с высокой

плотностью населения, где развита промышленность и производственная инфраструктура. Город Биробиджан – столица Еврейской автономной области (ЕАО) – не относится к числу таких больших городов Дальнего Востока, как Владивосток, Хабаровск, Благовещенск, Комсомольск-на-Амуре, имеет относительно малую численность населения, высокую степень озеленения. Значительный вклад в загрязнение атмосферного воздуха города Биробиджана, как и в большинстве городов Сибири и Дальнего Востока, вносит ТЭЦ, работающая на высокосолевом буром угле, и автомобильный транспорт. Биробиджанская ТЭЦ расположена в центре города, строилась без учета «розы ветров» и не имеет санитарно-защитной зоны [10]. Зона рассеивания загрязняющих веществ, поступающих от ТЭЦ, приходится практически на всю территорию города. Вклад автотранспорта в суммарное загрязнение атмосферы ЕАО составляет 40,2%, в г. Биробиджане же он достигает 54% [4]. Загрязнение окружающей среды в г. Биробиджане тяжелыми металлами практически не изучено. Наблюдения проводятся лишь только за основными примесями: пылью, сернистым ангидридом, диоксидом азота, оксидом углерода, фенолом, формальдегидом и бенз(а)пиреном. Для исследования были выбраны четыре металла: Pb, Cd, Ni и Zn. Свинец, как часто контролируемый элемент, главным источником поступления которого в окружающую среду многие годы был и еще продолжает оставаться автотранспорт. Кадмий и никель, как элементы, свидетельствующие об общем техногенном прессе на окружающую среду. Цинк, как металл, указывающий в целом на уровень антропогенно-техногенного воздействия на среду.

Цель исследования: изучить содержание и закономерности распределения тяжелых металлов (Pb, Zn, Ni, Cd) в почвах г. Биробиджан и оценить их влияние на здоровье населения города с помощью суммарного показателя загрязнения Z_c .

Площадь г. Биробиджана 150 км², население около 75,4 тыс. человек. Столица ЕАО расположена

Клинская Елена Олеговна, кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии и биологии. E-mail: klineo@mail.ru

в долине р. Бира. В административном отношении город деления не имеет, но территориально разделен на 3 планировочных района: Северный, Центральный, Заречье. Эти районы разделены между собой железной дорогой и рекой Бира. В центральном районе находятся основные предприятия, учреждения и организации, жилой фонд города. Город Биробиджан нельзя строго разделить на зоны по видам использования территории: промышленная и селитебная зоны сомкнулись между собой.

В г. Биробиджане остро стоит проблема оценки и прогноза загрязнения окружающей среды

тяжелыми металлами. Исследования, проводимые ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в ЕАО» в Биробиджане, не имеют системности, а полученные данные не публикуются. Поэтому довольно сложно судить об источниках и степени загрязнения среды тяжелыми металлами. Однако анализ источников загрязнения окружающей среды города по данным Комитета природных ресурсов ЕАО показал, что основными источниками поступления тяжелых металлов являются автотранспорт, топливно-энергетический комплекс и в меньшей степени промышленные предприятия (табл. 1).

Таблица 1. Источники поступления тяжелых металлов в окружающую среду г. Биробиджана

Источники поступления	Названия источников поступления
Автотранспорт и автотранспортные предприятия	МУП Биробиджанское пассажирское АТП, МУП «Спецавтохозяйство», ГУП ДРСУ-1, БДРСУ, АЗС (Советская – Широкая, пр. 60-летия – Советская, Волочаевская – Миллера, Советская – шоссе Бир/Хаб, Пионерская 69), ОГУП Грузавтотранс, НГЧ-2.
Предприятия топливно-энергетического комплекса	ТЭЦ, котельные (улицы: Тихонькая 1, Школьная 18, Косникова 42, Косникова 30, Биршоссе 5, Дружбы 24, К. Маркса 19 («Зима»), Пархоменко 29, Дружбы 16 (КЭЧ), Кубанская 11, Магнитная 1 и др.), Склад нефтепродуктов (Советская, 125).
Промышленность	АО «Дальсельмаш», ТОО «Агросантехмонтаж», АО «Кондитер», АО «Трансстрой», Дистанция гражданских сооружений, ОАО Завод силовых трансформаторов.

Руководствуясь заключением о том, что основными источниками загрязнения окружающей среды г. Биробиджана являются автотранспорт и ТЭЦ, мы отобрали 40 проб почв как вдоль автомобильных дорог, на перекрестках, у автомобильных заправок и в районе теплоэлектроцентрали, т.е. в местах значительных антропогенно-техногенных нагрузок на биотические компоненты экосистем, так и в районах с относительно низким уровнем загрязнения. Станции отбора проб показаны на рис. 1. Пробы почв отбирались согласно ГОСТу 17.4.4.02-84 [3]. Подготовку и анализ почвенных проб на содержание Pb, Zn, Ni и Cd (проводили по ГОСТу 17.4.3.01-83 (СТ СЭВ 3847-82) и ГОСТу 17.4.3.03-85 (СТ СЭВ 4469-84) [6]. Определение тяжелых металлов проводилось методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии (на атомно-абсорбционном спектрофотометре «Shimadzu AA-6601F» в режиме пламенного анализа). Выполнив первичную обработку данных мы получили диапазоны концентраций и средние значения (табл. 2). Как видно, средние концентрации металлов значительно ниже ПДК. В зависимости от дозы металла и величины получаемого ущерба А.И. Обухов и Л.А. Ефремова [8] предложили классификацию почв по загрязнению (табл. 3).

Согласно полученным данным, максимальная концентрация Pb (7,7 мг/кг, что составило 24% от ПДК) в почве зарегистрирована у ТЭЦ (ст. 17). Минимальные концентрации Pb обнаружены в районе Биробиджан-2 (ст. 35), Городского парка культуры и отдыха (ГПКиО) (ст. 33) и составляли 0,13 мг/кг. Согласно Обухову и Ефремовой [8], содержание Pb в почве у ТЭЦ (ст. 17) высокое. Однако на большей части обследованных

территорий концентрации Pb имеют средний уровень.

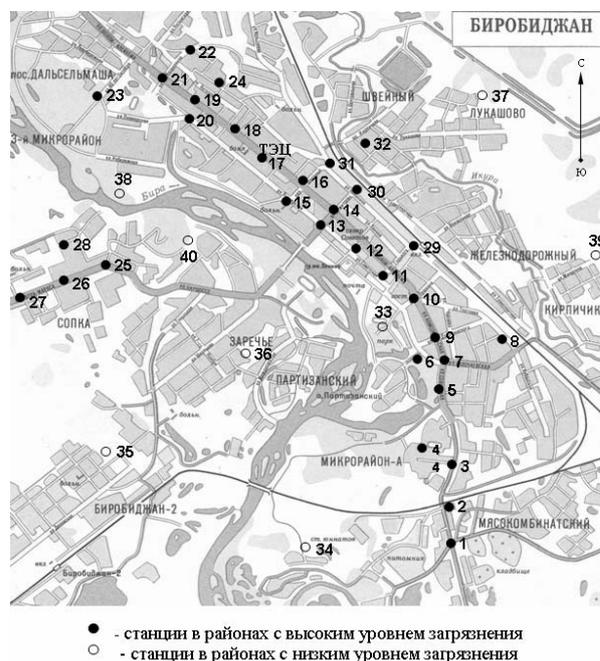


Рис. 1. Карта – схема станций отбора проб почв

В почвах районов, расположенных на значительном удалении от центра города, выявлено низкое содержание данного металла. Для цинка наибольшая концентрация (16,03 мг/кг, что составило около 70% от ПДК) в почве отмечена на перекрестке ул. Шолом-Алейхема и Швейного переулка (ст.16), минимальная (0,7 мг/кг) в пос. Тукалевский (ст. 34). Содержание Cd в почвах не превышает 0,03 мг/кг, что значительно ниже ПДК.

Максимальные концентрации (0,03 мг/кг) Cd в почве зарегистрированы на перекрестке ул. Советской и пр. 60 лет СССР (ст. 6) и на ул. Пионерской, ост. «Детская больница» (ст.15). Станции 6 и 15 находятся вдоль автомагистралей, которые имеют в этих районах крутые повороты, что способствует торможению автотранспорта, истиранию шин и других трущихся частей, содержащих тяжелые металлы. Минимальные концентрации (0,0093 мг/кг) Cd содержат почвы п. Аремовский (ст.40). По классификации Обухова и Ефремовой почвы г. Биробиджана имеют очень низкое или низкое содержание Cd. Изучение содержания Ni в почвах показало, что максимальная его концентрация (0,6 мг/кг – 15% от ПДК) выявлена в районе ул. Советская, ост. автобуса «Сельхозтехника» (ст. 5). В районе этой станции на момент исследования находилась крупная автомобильная заправочная станция «НК-Альянс». Здесь же была расположена стоянка большегрузных машин, предназначенных для сдачи в аренду с целью перевозки грузов. Минимальная концентрация Ni (0,1 мг/кг) в почве

зарегистрирована в ГПКиО (ст. 33). Концентрации Ni в почвах столицы ЕАО достигают среднего уровня содержания.

Согласно классификации А. И. Обухова и Л.А. Ефремовой [8] почвы г. Биробиджана имеют слабый уровень загрязнения Pb (5-10 мг/кг), Zn (20-50 мг/кг), Ni (5-10 мг/кг) и Cd (0,5-1,0 мг/кг). При мониторинге загрязнения почв тяжелыми металлами принято сравнивать их концентрации с фоновыми [1 и др.]. В настоящее время информации о фоновых концентрациях тяжелых металлов в почвах г. Биробиджана нет. В ходе исследований были установлены условно фоновые концентрации, полученные вычислением средних из минимальных значений. Для Pb условно фоновая концентрация в почвах г. Биробиджана составляет 0,13 мг/кг, для Zn – 1,7 мг/кг, для Cd – 0,01 мг/кг, для Ni – 0,32 мг/кг. Средние концентрации Pb и Zn в почвах превышают условно фоновые концентрации в 24 и 2 раза соответственно. По содержанию Ni и Cd в почвах превышения не обнаружено.

Таблица 2. Средние значения, ПДК, диапазоны концентраций свинца, цинка, никеля, кадмия в почвах г. Биробиджана, мг/кг

Показатели	Тяжелые металлы			
	Pb	Zn	Ni	Cd
диапазоны концентраций	0,13-7,7	0,7-16,0	0,1-0,6	0,006-0,03
средние значения	3,1	3,1	0,3	0,01
ПДК	32	23	4	2

Таблица 3. Классификация почв по содержанию и степени загрязнения тяжелыми металлами, мг/кг воздушно-сухой почвы [8]

Уровни содержания и загрязнения	Pb	Cd	Zn	Ni
содержание				
очень низкое	<0,2	>0,02	>1,0	>0,2
низкое	0,2-0,5	0,02-0,05	1-2	0,2-0,5
среднее	0,5-1,5	0,05-0,1	3-5	0,5-1,5
высокое	1,5-5,0	0,1-0,5	5-20	1,5-5,0
загрязнение				
слабое	5-10	0,5-1,0	20-50	5-10
среднее	10-50	1,0-3,0	50-100	10-50
высокое	50-100	3-5	100-200	50-100
счень высокое	>100	>5	>200	>100

Таким образом, проведенное исследование показало, что концентрации Pb, Zn, Cd и Ni в почвах находились в пределах нормы и не превышали ПДК. Тяжелые металлы интенсивно накапливаются в районах придорожных полос, автозаправочных, автопарков, возле гаражей и автомастерских, а также в центральных и промышленных районах города. Низкие концентрации Pb, Zn, Ni и Cd зарегистрированы в почвах на окраинах города, городском парке культуры и отдыха, в районах с невысокой плотностью автомобильного движения.

Поступая в почву тяжелые металлы, попадают в пищевую цепочку, в конце которой стоит человек. Поэтому важным является рассмотрение

влияния тяжелых металлов на организм человека. Попадая в организм человека, поллютанты неравномерно распределяются между разными органами и тканями. Большинство микроэлементов накапливается в печени, костной и мышечной тканях. Известно, что цинк концентрируется в поджелудочной железе, кадмий – в почках. В организме микроэлементы могут находиться как в связанном состоянии, так и в виде свободных ионных форм [12]. Оценка уровня химического загрязнения почв как индикатора неблагоприятного воздействия на здоровье населения проводится по показателям, разработанным при сопряженных геохимических и

геоигиенических исследованиях окружающей среды городов. Такими показателями являются:

1. коэффициент концентрации химического вещества (K_c), который определяется отношением его реального содержания в почве (C) к фоновой концентрации (C_{ϕ})

$$K_c = \frac{C}{C_{\phi}}$$

2. суммарный показатель загрязнения (Z_c). Суммарный показатель загрязнения почв равен сумме коэффициентов концентраций химических элементов и выражается следующей формулой

$$Z_c = \sum_{i=1}^n K_c$$

где n - число суммируемых элементов [7].

Анализ распределения геохимических показателей дает пространственную структуру загрязнения территорий и воздушного бассейна с

наибольшим риском для здоровья населения. Оценка опасности загрязнения почв комплексом металлов по показателю Z_c , отражающему дифференциацию загрязнения воздушного бассейна городов проводится по оценочной шкале, приведенной в табл. 4. Градации оценочной шкалы разработаны на основе изучения показателей состояния здоровья населения, проживающего на территориях с различным уровнем загрязнения почв [7]. Процентный вклад, каждого рассмотренного металла, в суммарный показатель загрязнения представлен на рис. 2. Результаты расчётов коэффициентов концентрации химических веществ и суммарного показателя загрязнения представлены в табл. 5. Таким образом, суммарное загрязнение почвы тяжелыми металлами в г. Биробиджане составляет всего 0,41, что позволяет отнести исследуемую территорию к категории допустимого уровня загрязнения почв.

Таблица 4. Оценочная шкала опасности загрязнения почв по суммарному показателю загрязнения (Z_c)

Категория загрязнения почв	Величина Z_c	Изменения показателей здоровья населения в очагах загрязнения
допустимая	< 16	Наиболее низкий уровень заболеваемости детей и минимальная частота встречаемости функциональных отклонений
умеренно опасная	16-32	Увеличение общей заболеваемости
опасная	32-128	Увеличение общей заболеваемости, числа часто болеющих детей, детей с хроническими заболеваниями, нарушениями функционального состояния сердечно-сосудистой системы
чрезвычайно опасная	> 128	Увеличение заболеваемости детского населения, нарушение репродуктивной функции женщин (увеличение токсикоза беременности, числа преждевременных родов, мертворождаемости, гипотрофий новорожденных)

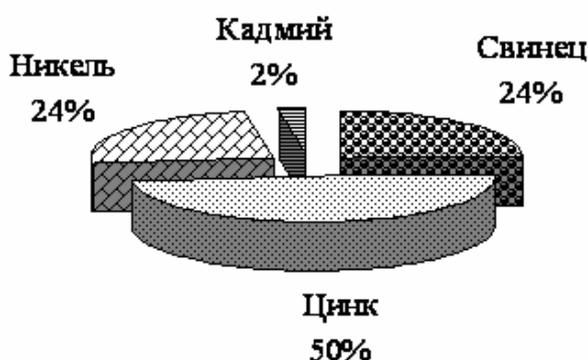


Рис. 2. Процентное содержание металлов в суммарном показателе загрязнения (Z_c)

Таблица 5. Коэффициенты концентрации химических веществ (K_c) и суммарный показатель загрязнения (Z_c) почв г. Биробиджана тяжелыми металлами

Металл	Коэффициент концентрации химического вещества (K_c)	Суммарный показатель загрязнения (Z_c)	Оценка суммарного показателя загрязнения (Z_c)
свинец	0,1	0,41	> 16 (категория загрязнения почвы допустимая)
цинк	0,2		
никель	0,1		
кадмий	0,01		

Выводы: полученные в данном исследовании результаты, показали, что в почвах г. Биробиджана содержание свинца, цинка, никеля и кадмия находятся в допустимых пределах, что способствует наиболее низкому уровню заболеваемости населения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Байдина, Н.Л.* Тяжелые металлы в почвах, мелкодисперсных фракциях и воздушной пыли Новосибирска // Доклады II Международной научно – практической конференции «Тяжелые металлы, радионуклиды и элементы – биофилы в окружающей среде». Т. 1. Семипалатинск – Казахстан. – 2002. – С. 311-315.
2. *Бусырев, С.А.* Свинец и его влияние на здоровье детей на примере г. Первоуральска Свердловской области // Здоровье населения и среда обитания. Информационный бюллетень. – 2004. - №5. – С. 38-41.
3. ГОСТ 17.4.4.02 – 84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1985. – 45 с.
4. Государственный доклад «О санитарно-эпидемиологической обстановке в Еврейской автономной области в 2007 году». – Биробиджан, 2008. – 109 с.
5. *Ильин, В.Б.* Тяжелые металлы в системе почва-растение. – Новосибирск: Наука, 1991. – 151 с.
6. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельскохозяйственной и продукционной растениеводства. – М.: ЦИНАО, 1992. – 35 с.
7. Методические указания по оценке степени опасности загрязнения почвы химическими веществами. № 4266. – М., 1987. – 62 с.
8. *Обухов, А.И.* Охрана и рекультивация почв, загрязненных тяжелыми металлами / *А.И. Обухов, Л.А. Ефремова* // Тяжелые металлы в окружающей среде и охрана природы: Сборник материалов Всесоюзной конференции. Том I. – М., 1988. – С. 23-25.
9. Протасов, В.Ф. Экология, здоровье и природопользование в России / *В.Ф. Протасов, А.В. Молчанов*. – М.: Финансы и статистика, 1995. – 528 с.
10. *Ревуцкая, И.Л.* Влияние загрязнения атмосферного воздуха на здоровье детей // Современные проблемы регионального развития: материалы II международной научной конференции, Биробиджан, 6-9 октября 2008 г. – Биробиджан: ИКАРП ДВО РАН, 2008. – С. 158-159.
11. *Соколов, О.А.* Атлас распределения тяжелых металлов в объектах окружающей среды / *О.А. Соколов, В.А. Черников*. – Пушкино: ОНТИ ПНЦ РАН, 1999. – 164 с.
12. *Черных, Н.А.* Экотоксикологические аспекты загрязнения почв тяжелыми металлами / *Н.А. Черных, Н.З. Мелащенко*. – М., 1999. – 240 с.

**CONTENTS OF LEAD, ZINC, NICKEL AND CADMIUM IN SOILS OF
BIROBIDZHAN CITY AND ESTIMATION OF THEIR INFLUENCE ON
HEALTH OF THE POPULATION**

© 2010 E.O. Klinskaya

Far-Eastern State Social Humanitarian Academy, Birobidzhan

The comparative analysis of contents of lead, zinc, nickel and cadmium in soils of Birobidzhan is lead. Concentration of heavy metals in places with rather low level of environmental pollution and in areas with a different level of anthropogenic-technogenic influence on medium are determined. The estimation of contamination hazard of soils by a complex of metals on total pollution index Zc is given. It is established, that the researched territory can be carried to a category of an admissible level of soils pollution.

Key words: *environment, heavy metals, maximum permissible concentration, population health*