

УДК 57.024:504

ОЦЕНКА УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ПОЧВ, ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ, КОГНИТИВНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ И ПРАВОНАРУШЕНИЙ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ Г. КОЛЬЧУГИНО ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Чеснокова С.М., Подолец А.А., Савельев О.В., Мазенин В.М.

Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, Владимир, e-mail: aleksei.podolec@mail.ru

В статье представлены результаты определения валового содержания тяжелых металлов и мышьяка в почвах г. Кольчугино Владимирской области. Дана оценка уровня и опасности загрязнения почв, а также экологической обстановки в районах города с различной техногенной нагрузкой по величине суммарного показателя загрязнения почв тяжелыми металлами (Zc) и индекса загрязнения почв (ИЗП). По величинам показателя накопления (ПН) проведена оценка интенсивности накопления в почвах различных элементов. Для выявления влияния свинца на когнитивные способности и поведение детского населения рассчитаны коэффициенты концентрирования (K_k), коэффициенты опасности (K_o) и показатели накопления свинца в районах города с различной антропогенной нагрузкой. Коэффициенты концентрирования, показатели накопления и суммарные показатели загрязнения почв тяжелыми металлами рассчитывали с использованием фоновых концентраций тяжелых металлов в почвах Владимирской области ($K_k = \frac{C_i}{C_{ф}}$; $Zc = \sum_{K_k} - (n - 1)$), коэффициенты опасности и индексы загрязнения почв – с использованием ПДК валового содержания тяжелых металлов в почвах ($K_o = \frac{C_i}{ПДК_i}$; $ИЗП = \sum \frac{K_o}{n}$), $ПН = \frac{C_i - C_{ф}}{C_{ф}} \cdot 100\%$. Когнитивные (интеллектуальные) способности детей оценивали по средней успеваемости учащихся 2–5 классов по математике и русскому языку за 2005–2014 гг. Обнаружено, что наибольшее влияние на когнитивные способности и нарушение поведения детей оказывает концентрация свинца в почвах, а не общий уровень загрязнения почв тяжелыми металлами.

Ключевые слова: почвы, свинец, тяжелые металлы, коэффициент концентрирования, коэффициенты опасности, показатель накопления, суммарный показатель загрязнения почв, показатель загрязнения почв, когнитивные способности, уровень преступности.

ASSESSMENT OF THE LEVEL OF HEAVY METAL CONTAMINATION OF SOILS, ENVIRONMENTAL CONDITIONS, COGNITIVE ABILITIES AND DELINQUENCY YOUNGER STUDENTS G. KOLCHUGINO VLADIMIR REGION *Assessment of the level of heavy metal contamination of soils, cognitive abilities and delinquency younger schoolchildren in the city of Kolchugino of Vladimir region.*

Chesnokova S.M., Podolets A.A., Savelyev O.V., Mazeen V.M.

Vladimir State University named after Alexander Grigorievich and Nikolai Grigorievich Stoletovs, Vladimir, e-mail: aleksei.podolec@mail.ru

The article presents the results of determination of total content of heavy metals and arsenic in soils g. Kolchugino Vladimir region. Assess the level and risk of contamination of soil and ecological environment in city districts with different anthropogenic load on the value of the total index of soil contamination with heavy metals (Zc) and index of soil pollution (ИЗП). The values of rate of accumulation (ПН) the estimation of intensity of accumulation in soils of different elements. To determine the effect of lead on cognitive abilities and behavior of the child population coefficients were calculated concentration (K_k), odds risk (K_o) and indicators of lead accumulation in city districts with different anthropogenic load. The factors of concentration, rate of savings and the total pollution of soils with heavy metals were calculated using background concentrations of heavy metals in the soils of the Vladimir region ($K_k = \frac{C_i}{C_{ф}}$; $Zc = \sum_{K_k} - (n - 1)$), the coefficients and hazard indexes of soil pollution – using MPC total content of heavy metals in soils ($K_o = \frac{C_i}{ПДК_i}$; $ИЗП = \sum \frac{K_o}{n}$), $ПН = \frac{C_i - C_{ф}}{C_{ф}} \cdot 100\%$.

Cognitive (intellectual) abilities of children was assessed according to the average achievement of students at grades 2-5 in mathematics and Russian language for 2005-2014. Discovered that the greatest impact on cognitive ability and behavioral disorders of children having levels of lead in the soil and not the total level of soil contamination with heavy metals.

~~Keywords: soil, lead, heavy metals, coefficient of concentration, the coefficients of risk, the rate of accumulation, the total index of soil contamination, the index of soil contamination, cognitive ability, level of crime. Key words: soil, lead, heavy metals, coefficient of concentration, the coefficients of risk, the rate of accumulation, the total index of soil contamination, the index of soil contamination, cognitive ability, level of crime.~~

Наиболее опасными загрязнителями почв промышленных городов России являются тяжелые металлы, которые поступают в почву с атмосферными осадками, с газопылевыми выбросами промышленных и теплоэнергетических предприятий и выхлопными газами автотранспорта.

Большая часть тяжелых металлов (ТМ) характеризуется малой подвижностью и высокой аккумулярующей способностью в живых организмах и депонирующих средах (почвы, донные отложения), что приводит к их интенсивному накоплению и длительному сохранению в них [2,5]. Наиболее длительно в почвах сохраняются соединения свинца. Период полувыведения из почвы свинца в результате вымывания, потребления растениями, эрозии и дефляции составляет 740–5900 лет; меди – от 310 до 1500 лет; цинка – от 70 до 510 лет; кадмия – от 13 до 110 лет [5].

Наиболее опасно загрязнение окружающей среды свинцом, для здоровья детского населения, поэтому это в настоящее время является одной из острых социально-гигиенических и экологических проблем в силу множественного влияния указанного металла на организм человека, особенно детей [2,3,9], так как состояние здоровья детей обусловлено воздействием не только внешних, но и внутренних факторов, под которыми понимаются все процессы, сопровождающие развитие детского организма и характеризующиеся напряжением адаптационных механизмов [7].

Опасность загрязнения почв населенных мест свинцом и другими тяжелыми металлами определяется прежде всего возможностью вторичного загрязнения ими воздуха в зоне дыхания детей почвенной пылью и попаданием этих соединений вместе с растительной продукцией, выращенной на личных приусадебных участках жителей.

Наиболее опасно влияние свинца на поведенческие реакции и нервно-психическое состояние детей [6,7]. Расчетные данные свидетельствуют о том, что вследствие свинцового загрязнения окружающей среды почти у 2-х млн российских детей дошкольного возраста следует ожидать отклонения со стороны показателей обучаемости и поведения [9]. Влияние свинца и других тяжелых металлов в окружающей среде на уровень интеллектуального развития детей показано в работах многих исследователей [1,3,4].

Свинец является струмогеном, т.е. он способен влиять на обмен йода в организме. При свинцовой интоксикации детей, проживающих на территориях с высоким содержанием этого металла в почвах, наблюдается выраженный дефицит йода в организме по сравнению с

детьми, проживающими на территориях с незагрязненной почвой [1]. А дефицит йода в организме является дополнительным фактором снижения интеллекта детей [12].

Таким образом, анализ литературных данных свидетельствует о том, что свинец и тяжелые металлы в организме детей поступают главным образом из почвенной пыли, воздуха и пищевыми продуктами.

Цель работы – оценка уровня загрязнения почв г. Кольчугино Владимирской области тяжелыми металлами, оценка экологической обстановки в городе и выявление зависимости между уровнем загрязнения почв свинцом и тяжелыми металлами и когнитивными способностями и количеством правонарушений учащихся 2–5 классов школ города, расположенных на территориях с различным уровнем загрязнения, за 2005–2014 гг.

Объекты и методы исследования

Объекты нашего исследования почвы г. Кольчугино и учащиеся 2–5 классов школ города.

Город Кольчугино – административный центр Кольчугинского района Владимирской области, центр муниципального образования «город Кольчугино». Загрязнение почв города происходит главным образом за счет аэровыпадения из газопылевых выбросов предприятий: ЗАО «Кольчугинский завод цветных металлов», завода «Электрокабель», ООО «Кольчугметаллообработка», ООПТК «Кольчугмет», ЗАО «ТЦ. Кольчугмицарь» и обработанных газов автотранспорта.

Пробы почв для анализа отбирали из 39 точек, расположенных в различных районах города, из горизонта 0–10 см. методом конверта в пяти повторностях. Определение ТМ проводили рентгенофлуоресценным методом на спектрометре SpektroskanMAKS-G по гостированной методике (ПНД Ф 16.1.42-04).

Результаты и их обсуждение

Уровень загрязнения почв города тяжелыми металлами представлен в таблице 1.

Таблица 1

Общий уровень загрязнения почв г. Кольчугино тяжелыми металлами

Районы города	Содержание ТМ, мг/кг						
	Sr	As	Zn	Cu	Ni	Cr	V
1. Район железнодорожного и автовокзалов	183,4±	99,7±	787,4±	142,2±	57,6±	6,7±	93,4±
	18,3	4,9	86,6	9,9	1,7	0,8	6
2. Частный сектор	122,7±	33,2±	1523,9±	487,6±	71,9±	14,4±	89,9±
	18,4	2,3	228,5	14,6	7,9	1,7	8,9

Отформатировано: Отступ: Первая строка: 1,25 см

3. Центральный район	98,4± 6,3	12,2± 0,6	70,3± 8,4	38,3± 2,6	26,1± 1,3	7,9± 0,8	65,5± 1,9
4. Район парка	123,1± 8	8,6± 1,2	144,2± 14,4	79,2± 2,3	31,4± 2,1	10,8± 0,7	78,9± 11,8
Среднее по городу	127,2	10,9	339,4	87,9	37,6	90,7	68,3

Для оценки уровня загрязнения почв свинцом нами использовались коэффициенты концентрации в почвах (Кк), коэффициенты опасности (Ко) и показатели накопления свинца.

Материалы об успеваемости учащихся нам предоставило управление образования г. Кольчугино, о правонарушениях детей – отдел организации деятельности участковых уполномоченных полиции и по делам несовершеннолетних УВО по округу г. Кольчугино.

Коэффициент концентрации рассчитывали по отношению концентрации металла в почве к его фоновому содержанию [8]. Показатели накопления рассчитывали по соотношению $ПН = \frac{C_i - C_{ф}}{C_{ф}} \cdot 100\%$. Фоновые концентрации тяжелых металлов в почве взяты из работы [6]. Коэффициент концентрации рассчитывали по соотношению $K_k = \frac{C_i}{C_{ф}}$, где C_i – концентрация металла в почве, к его фоновому содержанию, мг/кг. Коэффициенты опасности рассчитывались по соотношению $C_i/ПДК$, где ПДК металла в почве, мг/кг.

В таблице 2 и 3 представлена характеристика загрязнения свинцом почв различных районов г. Кольчугино с использованием указанных коэффициентов.

Для характеристики уровня загрязнения почв тяжелыми металлами и оценки экологической обстановки использовались суммарный показатель загрязнения (Zс) и индекс загрязнения почв тяжелыми металлами (ИЗП), которые позволяют гигиенически обоснованно дифференцировать территорию по степени опасности проживания.

Таблица 2

Уровень загрязнения почв г. Кольчугино свинцом

Районы города	Содержание свинца, мг/кг			Среднее значение Кк	Среднее значение Ко
	Минимальное	Максимальное	Среднее		
1. Район железнодорожного и автовокзалов	57,8± 2,8	613,8± 30,6	93,3± 11,1	5,83	2,9
2. Частный сектор	42,1± 3,6	178,2± 12,4	81,1± 5,2	5,1	2,5

3. Центральный район	27,6± 3	54,2± 5,9	44,2± 6,6	2,8	1,4
4. Район парка	2,6± 0,3	31,7± 0,9	29,4± 3,2	1,8	0,9
5. В целом по городу	2,6± 0,3	613,8± 30,6	58,18± 4	3,63	1,83

Показатели накопления тяжелых металлов позволяет количественно оценить степень техногенной нагрузки на почвы города в течении длительного времени.

Как следует из таблицы 2, наиболее высокий уровень загрязнения почв свинцом обнаружен в районах железнодорожного и автовокзалов и частного сектора, расположенного в зоне влияния предприятий, в газопылевых выбросах которых содержатся тяжелые металлы.

Таблица 3

Показатели накопления тяжелых металлов в почвах г. Кольчугино

Районы города	Показатель накопления							
	Sr	As	Zn	Cu	Ni	Cr	V	Pb
1. Район железнодорожного и автовокзалов	-38,9	1894	964	306,3	37,1	-88	41,5	483
2. Частный сектор	-59,1	564	1959,3	1293,1	71,2	-74,3	36,2	406,9
3. Центральный район	-67,2	144	-5	9,4	-37,9	-85,9	-0,8	176,2
4. Район парка	-59	72	94,9	126,3	-25,2	-80,7	19,5	83,7
В целом по городу	-57,6	263,6	118,4	358,7	151,3	-10,4	1,1	62,1

Отформатированная таблица

Как следует из таблицы 3, наиболее высокая степень техногенной нагрузки на почвы города наблюдается по мышьяку, цинку, меди и свинцу. Самая высокая степень техногенной

нагрузки по свинцу обнаружена в районе железнодорожного и автовокзалов и в частном секторе.

В таблице 4 представлены значения суммарного показателя загрязнения почв города тяжелыми металлами и характеристика экологической обстановки в городе Кольчугино.

Таблица 4

Суммарные показатели загрязнения почв г. Кольчугино и экологическая ситуация

Районы города	Среднее значение Zc	Уровень загрязнения	Категория загрязнения	Оценка экологической обстановки
1. Район железнодорожного и автовокзалов	39,8	Высокий	Опасная	Кризисная
2. Частный сектор	31	Средний	Умеренно-опасная	Напряженная и кризисная
3. Центральный район	21,5	Средний	Умеренно-опасная	Напряженная и кризисная
4. Район парка	18	Средний	Умеренно-опасная	Напряженная и кризисная

Отформатированная таблица

Как следует из таблицы 4, по величине суммарного показателя загрязнения почв тяжелыми металлами в районе железнодорожного и автовокзалов экологическую ситуацию можно отнести к кризисной, поэтому данная территория опасна для проживания населения, особенно детского.

По величинам индекса загрязнения почв все почвы указанных территорий можно отнести к категории «загрязненные» (ИЗП>1), т.е. неблагоприятные для проживания населения. Наиболее высокий индекс загрязнения почв в районе железнодорожного и автовокзала (ИЗП=5,8), наименьший – в центральном районе города (ИЗП=1,4).

Оценка зависимостей между уровнем загрязнения почв свинцом и тяжелыми металлами и правонарушениями и когнитивными способностями учащихся 2–5 классов школ, расположенных на территориях города с различной техногенной нагрузкой, проводилась с использованием программного продукта Excel. Обнаружена удовлетворительная корреляция между уровнем загрязнения свинца и когнитивными способностями младших школьников ($p=0.69$).

На рисунке 1 представлены данные по количеству правонарушений, совершенных учащимися, за 2005–2014 гг. в г. Кольчугино. Как следует из рисунка, наибольшее количество правонарушений совершено детьми, проживающими в частном секторе. Это можно объяснить тем, что в организме детей этого района свинец и тяжелые металлы

поступают также с растительной продукцией, выращенной на собственных участках. Кроме того, в этих районах традиционно проживает население с низкими доходами и склонное к правонарушениям.

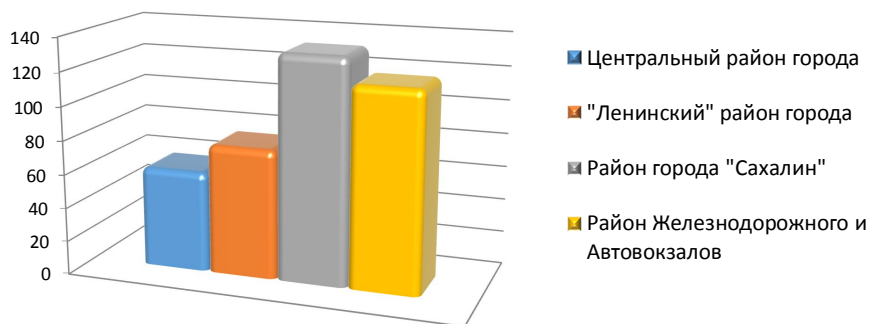
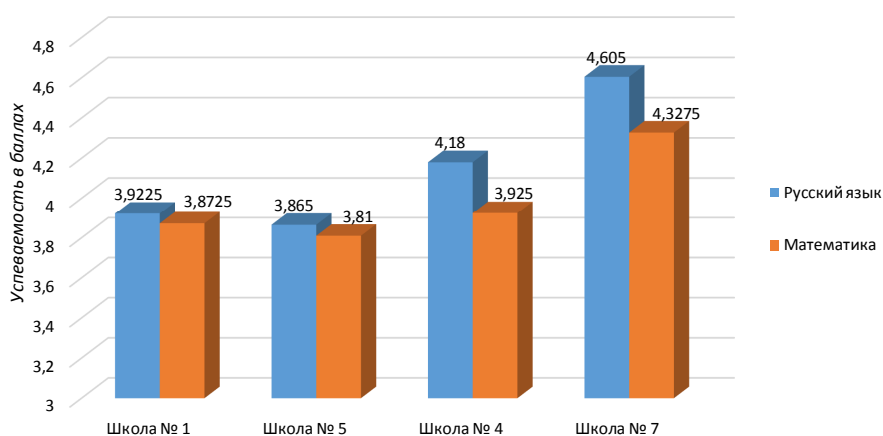


Рис. 1. Количество детей, совершивших правонарушения в г. Кольчугино за 2005–2014 гг.

~~Представляло интерес зависимостей между уровнем загрязнения почв свинцом и тяжелыми металлами и правонарушениями и когнитивными способностями учащихся 2-5 классов, школ, расположенных на территориях города с различной техногенной нагрузкой.~~

Воздействие тяжелых металлов вызывают у детей, проживающих в промышленных городах, задержки нервно-психического развития: снижение памяти, обучаемости, моторики, речи, ~~еннижение~~ IQ и т.п. [11]. Нами была выявлена зависимость между когнитивными способностями детей (рис.2) и содержанием свинца (таблица 1) и тяжелых металлов в почве (таблица 2). ~~То есть~~ Видно, чем выше уровень загрязнения почв, тем ниже успеваемость детей. В целом когнитивные способности детей в большей мере зависят от содержания свинца в почвах, чем от общей загрязненности почв тяжелыми металлами.

Можно предположить, что свинец и тяжелые металлы в большей мере влияют на



абстрактное и логическое мышление детей.

Рис. 2. Средняя успеваемость учащихся 2–5 классов школ города Кольчугино за 2005–2014 гг.

На поведенческие реакции детей (рис.1) также в большой степени влияет свинец в почвах (таблица 1), чем общий уровень загрязнения почв тяжелыми металлами (таблица 2), что может быть связано с проявлением антагонизма при комбинированном воздействии группы металлов на организм детей.

Выводы

Установлен высокий уровень загрязнения почв г. Кольчугино тяжелыми металлами. Приоритетным загрязнителем почв является мышьяк, цинк, медь и свинец. Идентифицированы наиболее загрязненные тяжелыми металлами почвы города.

Проведена оценка экологической ситуации в городе по значениям суммарного показателя загрязнения и суммарного индекса загрязнения почв тяжелыми металлами. Установлено, что в районе железнодорожного и автовокзалов экологическую обстановку можно охарактеризовать как «кризисную», в остальных изученных районах – как «напряженную» и «критическую».

По величинам индекса загрязнения почв, почвы в изученных районах характеризуются как загрязненные, неблагоприятные для проживания населения.

Проанализированы успеваемость учащихся 2–5 классов по русскому языку и математике за 2005–2014 гг., расположенных на территориях с различным уровнем загрязнения почв. Собраны сведения о правонарушениях детей в этих школах за 2005–2014 гг. Установлена корреляционная зависимость между уровнем загрязнения почв свинцом и тяжелыми металлами с когнитивными способностями детей 2–5 классов и количеством правонарушений, совершенных ими. По нашему мнению, свинец в почвах в большой мере влияет на когнитивные способности детей, чем на поведенческие реакции.

Список литературы

1. Байдаулет И.О., Намазбаева З.И., Досыбаева Г.Н., Базелюк Л.Т., Сабиров Ж.Б., Кусаинова Д.С. Факторы риска для здоровья детского населения в напряженных экологических условиях загрязнения свинцом /И.О. Байдаулет и [др.] // Гигиена и санитария. – 2013. – № 6. – С. 64-68.
2. Боев В.М., Быстрых В.В., Горлов А.В., Карпов А.И., Кудрин В.И. Урбанизированная среда обитания и здоровье человека /В.М. Боев и [др.]. – Оренбург: Димур, 2004. – 240 с.

Отформатировано: Отступ: Первая строка: 1,25 см, интервал после: 0 пт, Без запрета висячих строк, Без переноса

3. Иванников А.И., Иванникова Н.В., Лихачева А.М. Влияние гигиенического состояния окружающей среды на уровень интеллектуального развития школьников Воронежа: научное издание / А.И. Иванников, Н.В. Иванникова, А.М. Лихачева // Гигиена и санитария. – 2007. – № 5. – С. 54-55.
4. Ильиченко И.Н., Вялков А.И., Сырцова Л.Е., Ляпунов С.М., Окина О.И. О создании ранней диагностики и профилактики изменения здоровья детей, обусловленных воздействием тяжелых металлов / И.Н. Ильиченко и [др.] // Гигиена и санитария. – 2007. – №6. – С. 70-74.
5. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях: пер. с англ. / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас. – М.: Мир, 1989. – 439 с.
6. Корбакова А.И., Соркина Н.С., Молодкина Н.Н., Ермоленко А.Е., Веселовская К.А. Свинец и его действия на организм (обзор литературы) / А.И. Корбакова и [др.] // Медицина труда и промышленная экология. – 2001. – № 5. – С. 29-34.
7. Мешков Н.А., Иванов С.И., Вальцева Е.А., Анциферов Б.М. Адаптационное состояние детского организма как индикатор неблагоприятного влияния окружающей среды / Н.А. Мешков и [др.] // Гигиена и санитария. – 2007. – № 5. – С. 52-56.
8. Отчет о результатах эколого-геохимических исследований антропогенного загрязнения почв (м-б 1:50000–1:25000) и донных осадков (м-б 1:200000), выполненных партией №1/90 во Владимирской области за 1990–91 г. (в 2-х томах). Отв. исполнитель А.Н. Прилепский. – Владимир, 1991.
9. Ревич Б.А., Шаров О.П., Сергеев О.В. Свинец и здоровье детей – результаты некоторых российских исследований 2000–2009 гг. / Б.А. Ревич, О.П. Шаров, О.В. Сергеев // Гигиена и санитария. – 2011. – № 6. – С. 12-16.
10. Садовникова Л.К., Орлов Д.С., Лозановская И.Н. Экология и охрана окружающей среды при химическом загрязнении: учеб. пособие для студ. вузов / Л.К. Садовникова, Д.С. Орлов, И.Н. Лозановская. – 4-е изд. – М.: Высшая школа, 2008. – 334 с.
11. Темнова О.В. Нейропсихологический анализ высших психических функций детей дошкольного возраста, проживающих в экологически неблагополучных городах Свердловской области / О.В. Темнова // Известия Уральского государственного университета. – 2009. – № 1/2(62). – С. 86-91.
12. Трошина Е.С., Соловьева И.Н. Дефицит йода: влияние на щитовидную железу и интеллект школьников / Е.С. Трошина, И.Н. Соловьева // Лечащий врач. – 2008. – № 9. – С. 26-28.