

И.В. Колнет, Е.М. Студеникина

ОРГАНИЗАЦИЯ МОНИТОРИНГА УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ РИСКА ЗДОРОВЬЮ ДЕТЕЙ

ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава России, каф. гигиенических дисциплин

Резюме. Целью работы являлась оценка риска для здоровья детей дошкольного возраста, обусловленного вероятным воздействием загрязнения почвы селитебной территории. В исследовании использованы фондовые данные региональной системы социально-гигиенического мониторинга по уровню загрязнения почвы территорий жилой застройки за 2014-2016 гг. по 22 мониторинговым точкам. Основной методикой являлось Р.2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду». Риск оценивался для здоровья детей в возрасте до 6 лет, путь поступления загрязняющих веществ – пероральный (случайное заглатывание почвы при облизывании рук, игрушек). Расчеты индивидуального канцерогенного риска от воздействия канцерогенных веществ: бенз(а)пирена, кадмия, мышьяка, свинца, содержащихся в почвах города Воронежа, показали, что уровни индивидуального канцерогенного риска для детского населения относятся к первому диапазону рисков (равный и меньше $1 \cdot 10^{-6}$), определены как пренебрежимо малые, не требующие принятия мер по их снижению, подлежащие периодическому контролю. Индексы опасности (НИ), характеризующие неканцерогенный риск при однонаправленном воздействии на органы и системы организма ниже допустимого значения ($НИ < 1$).

Ключевые слова: загрязнение почвы, мониторинг, риск здоровью детей.

Актуальность. Загрязнение почвы химическими веществами происходит двумя основными путями: 1) путем непосредственного контакта вещества с почвой (разливах и рассыпании при техногенных авариях, несанкционированном размещении токсичных отходов, применении пестицидов и удобрений, антиобледенительных составов для дорожного покрытия); 2) опосредованно через контакт с загрязненными средами (атмосферный воздух, вода).

Региональными исследованиями показано, что загрязнение почвы селитебной территории города Воронежа превышает гигиенические нормативы и прослеживаются взаимосвязи средней и слабой силы уровня загрязнения почвенного покрова и заболеваемости населения [1, 2].

Большинство веществ, загрязняющих почву, являются компонентами техногенных выбросов в атмосферу. Так, цинк, марганец, медь, кадмий, свинец входят в состав выбросов промышленных предприятий города, бенз/а/пирен – продукты сгорания органического топлива. Всего, согласно данным формы «2ТП-воздух», предоставленных Управлением Федеральной Службы по надзору в сфере природопользования по Воронежской области, в атмосферный воздух г. Воронежа от организованных источников поступает 343 наименования загрязняющих веществ, общим объемом выбросов 11521,9 т/год.

Производственная деятельность предприятий и организаций обуславливает ухудшение санитарного состояния почвы населённых мест, что, в свою очередь, определяет загрязнение факторов среды обитания, и, опосредованно, влияет на здоровье населения [5].

Цель исследования: оценка риска для здоровья детей дошкольного возраста, обусловленного вероятным воздействием загрязнения почвы селитебной территории.

Материал и методы исследования. В рамках ведения мониторинга санитарно-эпидемиологическая безопасность почвы Городского округа (ГО) город Воронеж оценивается в 22 мониторинговых точках контроля, расположенных на территориях детских образовательных учреждений; селитебной территории населённых мест и на территории рекреационных зон, где ежегодно определяются приоритетные загрязняющие вещества: бенз(а)пирен, кадмий, марганец, медь, мышьяк, никель, ртуть, свинец, фтор, цинк, микробиологические и паразитологические показатели.

За период 2014-2016 годы на территории ГО г. Воронеж удельный вес проб почвы, не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям увеличился с 6,2 до 16,8%, в том числе в селитебной зоне с 5,6 до 23,4 %.

По микробиологическим показателям удельный вес проб почвы, не соответствующих гигиеническим требованиям, за 3 года снизился с 1,6 до 1,0%, в том числе в селитебной зоне - с 5,2 до 1,5%.

Полученные результаты и их обсуждение. Ежегодно, на территории детских учреждений и детских площадок ГО г. Воронеж, регистрируются пробы почвы, не отвечающие гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям. Последние два года отсутствовали превышения гигиенических нормативов по микробиологическим показателям. По паразитологическим показателям состояние почвы ухудшилось (табл. 1).

Таблица 1

Доля проб почвы, не соответствующих гигиеническим нормативам на территории детских учреждений и детских площадок

Показатели	Годы			Динамика показателя к 2014 г.
	2014	2015	2016	
санитарно-химические	1 из 20	1 из 17	4 из 28	↑
микробиологические	4 из 20	0 из 17	0 из 28	↓
паразитологические (%)	0,5	0	1,9	↑

К приоритетным веществам, загрязняющим почву города, относятся: бенз(а)пирен, кадмий, свинец, цинк (1 класс опасности), медь (2 класс опасности), марганец (3 класс опасности). ГО г. Воронеж отнесен к территории риска по содержанию свинца, цинка, бенз(а)пирена; микробиологическим и паразитологическим показателям.

С целью изучения влияния почв, загрязненных химическими веществами, на здоровье детей выполнена инициативная работа по оценке риска здоровью детского населения ГО г. Воронеж.

В качестве методической основы использовалась методология оценки риска в соответствии с «Руководством по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» Р.2.1.10.1920-

04, утверждённым главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 5 марта 2004 года [4].

Определение приоритетных загрязнителей из общего количества контролируемых в почве загрязняющих веществ, проведено по следующим критериям: 1) превышение гигиенических нормативов содержания вещества в отдельных компонентах среды; 2) содержание вредного вещества на уровнях в диапазоне 0,1-1,0 ПДК более чем в одном компоненте окружающей среды; 3) канцерогенные свойства вещества; 4) вещества, относящиеся по токсичным свойствам к 1-му и 2-му классам опасности; 5) вещества токсичные, биоаккумулирующиеся и стойкие по классам приоритетности химических веществ, загрязняющих окружающую среду (по классификации ЕС); 6) принадлежность веществ к перечням приоритетных и особо опасных химических веществ. С целью идентификации опасности химических веществ, загрязняющих почву, использовался Перечень приоритетных опасных соединений, разработанный Агентством по регистрации токсических соединений и заболеваний (Priority List of Hazardous Substances ATSDR, 2015) [3] – табл. 2.

Таблица 2

***Перечень загрязняющих веществ для оценки
риска здоровью детского населения***

Наименование вещества	CAS*)	Класс опасности в почве	ПДК, мг/кг ***) почвы	RfD, мг/кг ****)
Бенз/а/пирен (3,4-бензпирен)	50-32-8	1	0,02	0,0005
Кадмий	7440-43-9	1	0,5	0,0005
Марганец	7439-96-5	3	140	0,14
Медь	7440-50-8	2	3	0,019
Мышьяк	7440-38-2	1	2	0,0003
Никель	7440-02-0	2	4	0,02
Ртуть	7439-97-6	1	2,1	0,0003
Свинец	7439-92-1	1	6	0,0035
Цинк	7440-66-6	1	23	0,3

*) CAS – номер вещества, внесённого в реестр Chemical Abstracts Service;

**) по ГН 2.1.7.2041-06 «Предельно-допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве»

***) RfD – референтная доза в соответствии с Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду»

В соответствии с приложением 2 Р.2.1.10.1920–04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» были определены потенциальные химические канцерогены, относящиеся к группам 1, 2В по классификации МАИР. Канцерогенным эффектом обладают 5 химических веществ (бенз(а)пирен, кадмий, никель, свинец, мышьяк).

В качестве экспонированного населения с наибольшей вероятностью выступают дети в возрасте до 6 лет, путь поступления загрязняющих веществ – пероральный

(случайное заглатывание почвы при облизывании рук, игрушек), предполагаемый объем потребления – 200 мг в сутки [4].

Для расчета средней суточной дозы для детского населения при пероральном поступлении химических веществ с почвой использовались стандартные формулы в соответствии с приложением №2 Руководства Р 2.1.10.1920-04 [4].

Расчет индивидуального канцерогенного риска проведен для 4 веществ – бенз/а/пирена, кадмия, мышьяка, свинца. Для никеля расчет не проведен из-за отсутствия значения фактора наклона (фактора канцерогенного потенциала) при пероральном поступлении.

Расчеты индивидуального канцерогенного риска от воздействия канцерогенных веществ: бенз(а)пирена, кадмия, мышьяка, свинца, содержащихся в почвах ГО г. Воронеж, показали, что уровни индивидуального канцерогенного риска для детского населения относятся к первому диапазону рисков (равный и меньше $1 \cdot 10^{-6}$), определены как пренебрежимо малые, не требующие принятия мер по их снижению, подлежащие периодическому контролю (табл. 3).

Таблица 3

Интервал значений показателя индивидуального канцерогенного риска по всем 22 мониторинговым точкам для детского населения

Вещество	Индивидуальный канцерогенный риск	
	по среднему значению концентрации в почве	По максимальному значению концентрации в почве (95-перцентиль)
Бенз(а)пирен	$5,00 \cdot 10^{-10} \div 6,00 \cdot 10^{-10}$	$5,00 \cdot 10^{-10} \div 1,30 \cdot 10^{-8}$
Кадмий	$1,04 \cdot 10^{-9} \div 1,08 \cdot 10^{-9}$	$1,04 \cdot 10^{-9} \div 1,82 \cdot 10^{-9}$
Свинец	$1,29 \cdot 10^{-9} \div 1,55 \cdot 10^{-9}$	$1,29 \cdot 10^{-9} \div 1,06 \cdot 10^{-8}$
Мышьяк	менее $8,22 \cdot 10^{-9}$	менее $8,22 \cdot 10^{-9}$

Расчитанные величины коэффициентов опасности неканцерогенного риска (HQ) составили от минимального значения $5,07 \cdot 10^{-9}$ до максимального $2,05 \cdot 10^{-5}$. Данные величины можно охарактеризовать как допустимые, не требующие принятия мер по управлению риском (HQ значительно меньше 1).

Индексы опасности (HI) при однонаправленном воздействии на нейроэндокринную, сердечно-сосудистую, иммунную, периферическую нервную, центральную нервную, репродуктивную системы, кровь, почки, печень, желудочно-кишечный тракт, на процессы развития и биохимические процессы в организме, также, ниже допустимого значения ($HI < 1$) – табл. 4.

Таблица 4

Суммарные индексы опасности при одновременном поступлении химических веществ по их влиянию на критические органы и системы (неканцерогенный риск)

Органы и системы	Вещества	Индексы опасности (НИ)	
		min	max
Кровь	Никель	9,4*10 ⁻⁵	9,14*10 ⁻⁴
	Цинк		
	Марганец		
	Свинец		
Центральная нервная системы (ЦНС)	Марганец	1,8*10 ⁻³	2,6*10 ⁻³
	Свинец		
	Ртуть		
	Мышьяк		
Эндокринная система	Кадмий	1,9*10 ⁻³	2,4*10 ⁻³
	Свинец		
	Ртуть		
	Мышьяк		
Сердечно-сосудистая система	Никель	5,2*10 ⁻⁴	5,1*10 ⁻⁴
	Мышьяк		
Желудочно-кишечный тракт (ЖКТ)	Никель	5,3*10 ⁻⁴	5,4*10 ⁻⁴
	Медь		
	Мышьяк		
Периферическая нервная система	Свинец	5,5*10 ⁻⁴	1,1*10 ⁻³
	Мышьяк		
Биохимические нарушения	Свинец	5,4*10 ⁻⁵	6,0*10 ⁻⁴
	Цинк		
Пороки развития	Бенз/а/пирен	5,7*10 ⁻⁵	5,7*10 ⁻⁴
	Свинец		
Репродуктивная система	Свинец	1,3*10 ⁻³	1,8*10 ⁻³
	Ртуть		
Иммунная система	Мышьяк	1,7*10 ⁻³	1,7*10 ⁻³
	Ртуть		
Почки	Кадмий	1,3*10 ⁻³	1,4*10 ⁻³
	Ртуть		
Печень	Медь	3,4*10 ⁻⁵	4,0*10 ⁻⁵
	Никель		

Следует отметить, что в выбранном алгоритме оценки риска как и в любом исследовании есть допущения и неопределенности. Основные неопределенности обусловлены неполнотой информации на стадии идентификации опасности, связанной с отбором проб почвы в 22-х мониторинговых точках на достаточно большой площади территории города; на стадии оценки экспозиции, в частности с применением стандартных величин таких как, усредненная масса тела ребенка, с выбранным ежедневным объемом (200 мг) случайного поступления почвы в организм ребенка пероральным путем без учета его индивидуальных особенностей. Вместе с тем, такие допущения в соответствии руководством по оценке риска Р.2.1.10.1920-04 являются возможными и широко применяются в практических исследованиях.

Литература.

1. Ильина И.С., Клепиков О.В., Болдырев В.Д. Оценка взаимосвязи уровня загрязнения почвенного покрова и заболеваемости населения // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2015. Т. 14. № 1. С. 177-183.

2. Мячина О.В., Клепиков О.В. Комплексная оценка состояния окружающей среды и риска для здоровья населения промышленного города // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. 2017. № 1. С. 100-107.

3. Перечень приоритетных опасных соединений, разработанный Агентством по регистрации токсических соединений и заболеваний (Priority List of Hazardous Substances. ATSDR, 2015), [электронный ресурс] www.atsdr.cdc.gov

4. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду (Р 2.1.10.1920 — 04). – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. –143 с.

5. Стёпкин Ю.И., Гайдукова Е.П. Проблемы обеспечения гигиенической безопасности в системе управления отходами на территории Воронежской области // Здравоохранение РФ – М.: Медицина. - №6. - 2013– С. 49-50.

Abstract

I.V. Kolnet, E.M. Studenikina

ORGANIZATION OF MONITORING OF SOIL POLLUTION LEVEL FOR RISK ASSESSMENT TO CHILD HEALTH

Voronezh State Medical University

The aim of the work was to assess the risk to the health of preschool children, due to the likely impact of soil pollution in the residential area. The study uses the data of the regional system of socio-hygienic monitoring on the level of soil contamination in the territories of residential buildings for 2014-2016. on 22 monitoring points. The main methodology was R.2.1.10.1920-04 "Guidelines for the assessment of risk to public health when exposed to chemicals that pollute the environment." The risk was assessed for the health of children under the age of 6, the route of pollutant intake - oral (accidental ingestion of the soil when licking hands, toys). Calculations of individual carcinogenic risk from exposure to carcinogenic substances: benz (a) pyrene, cadmium, arsenic, lead, contained in the soils of the city of Voronezh, showed that the levels of individual carcinogenic risk for the child population belong to the first range of risks (equal to and less than $1 \cdot 10^{-6}$), are defined as negligibly small, not requiring measures to reduce them, subject to periodic monitoring. Hazard Indices (HI) characterizing non-carcinogenic risk with unidirectional exposure to organs and body systems below the permissible value ($HI < 1$).

Key words: soil contamination, monitoring, health risk of children.

References

1. Il'ina I.S., Klepikov O.V., Boldyrev V.D. Ocenka vzaimosvjazi urovnja zagriznenija pochvennogo pokrova i zaboлеваemosti naselenija // Sistemnyj analiz i upravlenie v biomedicinskih sistemah. 2015. T. 14. № 1. S. 177-183.

2. Mjachina O.V., Klepikov O.V. Kompleksnaja ocenka sostojanija okruzhajushhej sredy i riska dlja zdorov'ja naselenija promyshlennogo goroda // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: Geografija. Geojekologija. 2017. № 1. S. 100-107.

3. Perechen' prioritetnyh opasnyh soedinenija, razrabotannyj Agentstvom po registracii toksicheskih soedinenij i zabolevanij (Priority List of Hazardous Substances. ATSDR, 2015), [jelektronnyj resurs] www.atsdr.cdc.gov

4. Rukovodstvo po ocenke riska dlja zdorov'ja naselenija pri vozdejstvii himicheskikh veshhestv, zagriznjajushhij okruzhajushhuju sredu (Р 2.1.10.1920 — 04). – М.: Federal'nyj centr gossanjepidnadzora Minzdrava Rossii, 2004. –143 s.

5. Stjopkin Ju.I., Gajdukova E.P. Problemy obespechenija gigienicheskoj bezopasnosti v sisteme upravlenija othodami na territorii Voronezhskoj oblasti // Zdravoohranenie RF – М.: Medicina. - №6. - 2013– С. 49-50.

Сведения об авторах: Колнет Ирина Владимировна – к.м.н., доцент кафедры гигиенических дисциплин ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко, kolnet-i@yandex.ru; Студеникина Екатерина Михайловна – асс. кафедры гигиенических дисциплин ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко, katrin-vrn@bk.ru