

Сетко А.Г., Мрясова Ж.К., Терехова Е.А., Тюрин А.В.

## Риск развития неканцерогенных эффектов у детей промышленного города при многосредовой контаминации химическими загрязнителями

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра гигиены детей и подростков с гигиеной питания и труда, 460000, Оренбург

**Введение.** Факторы окружающей среды могут становиться причиной роста значительного числа заболеваний населения. Особо актуальным на территории промышленного города становится воздействие различных компонентов на организм детей и подростков, что обусловлено его повышенной чувствительностью к неблагоприятным воздействиям в связи с продолжающимися процессами роста и развития. В статье приводятся результаты оценки неканцерогенного риска для здоровья детского населения, проживающего на территории промышленного города Оренбурга.

**Материал и методы.** Проведена оценка результатов лабораторных исследований атмосферного воздуха, воды из централизованных источников водоснабжения и пищевых продуктов как источников потенциального риска для здоровья детского населения, проживающего на территории г. Оренбурга. Использованы гигиенические и статистические методы исследования.

**Результаты.** Установлено, что на территории промышленного города приоритетными средами, формирующими высокий риск развития неканцерогенных эффектов, являются контаминированные продукты питания и питьевая вода, которые создают высокий и очень высокий неканцерогенный риск для гормональной (до  $HI = 13,8$ ), сердечно-сосудистой (до  $HI = 18,3$ ), центральной нервной систем (до  $HI = 8,3$ ) детей и подростков и воздействие на кровь (до  $HI = 19$ ) и почки (до  $HI = 8,8$ ), а также атмосферный воздух при воздействии на органы дыхания ( $HI = 7,2$ ), что может являться одной из причин отклонений в состоянии их здоровья на популяционном уровне.

**Заключение.** Комплексное многокомпонентное воздействие факторов риска на детей, проживающих на территории промышленного города, является достаточно изученной проблемой, актуальность которой не снижается. Современные концепции оценки риска позволяют выделить приоритетные среды и их контаминанты, что, безусловно, делает управленческие решения более целенаправленными как на популяционном, так и на индивидуальном уровне. Установлено, что приоритетными средами являются загрязнённая питьевая вода и контаминированные продукты питания, которые формируют высокий неканцерогенный риск для гормональной, сердечно-сосудистой, центральной нервной систем детей и подростков и воздействие на кровь в многолетней динамике, что может являться одной из причин отклонений в состоянии их здоровья на популяционном уровне.

**Ключевые слова:** риск для здоровья; неканцерогенные эффекты; здоровье детей; контаминация; загрязнители.

**Для цитирования:** Сетко А.Г., Мрясова Ж.К., Терехова Е.А., Тюрин А.В. Риск развития неканцерогенных эффектов у детей промышленного города при многосредовой контаминации химическими загрязнителями. Гигиена и санитария. 2020; 99(3): 242-245. DOI: <https://doi.org/10.33029/0016-9900-2020-99-3-242-245>

**Для корреспонденции:** Сетко Андрей Геннадьевич, доктор мед. наук, профессор, зав. кафедрой гигиены детей и подростков с гигиеной питания и труда ФГБОУ ВО ОРГМУ Минздрава России, 460000, Оренбург. E-mail: [a\\_issetko@mail.ru](mailto:a_issetko@mail.ru)

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Участие авторов:** концепция и дизайн исследования – Сетко А.Г.; сбор и обработка материала – Мрясова Ж.К., Терехова Е.А.; статистическая обработка – Тюрин А.В.; написание текста – Мрясова Ж.К., Тюрин А.В.; редактирование – Сетко А.Г.; утверждение окончательного варианта статьи – Сетко А.Г.; ответственность за целостность всех частей статьи – все соавторы.

Поступила: 01.07.2019

Принята к печати: 12.12.2019

Опубликована: 20.04.2020

Setko A.G., Mryasova Zh.K., Terekhova E.A., Tyurin A.V.

## The risk of developing non-carcinogenic effects in children in industrial city in multicompartiment contamination with chemical pollutants

Orenburg State Medical University, Orenburg, 460000, Russian Federation

**Introduction.** Environmental factors can cause a gain in prevalence of a significant number of diseases in the population. The effect of various components on the body of children and adolescents becomes especially relevant on the territory of an industrial city, due to its increased sensitivity to adverse effects in connection with the ongoing processes of both growth and development. The article presents the results of an assessment of the non-carcinogenic risk to the health of the children living in the industrial city of Orenburg.

**Material and methods.** The results of laboratory studies of atmospheric air, water from centralized sources of water supply and food products as sources of potential health risks for children living in the city of Orenburg were evaluated. Hygienic and statistical research methods were used.

**Results.** In the industrial city, the priority media that form a high risk of developing non-carcinogenic effects were found to be contaminated food and drinking water, which create a high and very high non-carcinogenic risk for hormonal (up to  $HI = 13.8$ ), cardiovascular (up to  $HI = 18.3$ ), central nervous systems (up to  $HI = 8.3$ ) in children and adolescents and effects on the blood (up to  $HI = 19.0$ ) and kidneys (up to  $HI = 8.8$ ), as well as atmospheric air when exposed to the respiratory system ( $HI = 7.2$ ), which may be one of the reasons for the deviation in their state of health at the population level.

**Conclusion.** *The complex multicomponent impact of risk factors on children living in an industrial city is a well-studied problem, the relevance of which does not decrease. Modern concepts of risk assessment make it possible to identify priority environments and their contaminants, which, of course, makes management decisions more focused both at the population and individual levels. The priority media were established to be contaminated with drinking water and contaminated food products, which form a high non-carcinogenic risk for the hormonal, cardiovascular, central nervous systems of children and adolescents and the effect on blood in the long-term dynamics, which may be one of the causes of deviations in their state health at the population level.*

*Keywords:* risk; non-carcinogenic effects; children; contamination; pollutants.

**For citation:** Setko A.G., Mryasova Zh.K., Terekhova E.A., Tyurin A.V. The risk of developing of non-carcinogenic effects in children in industrial city in multicompartiment contamination with chemical pollutants. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian Journal)* 2020; 99(3): 242-245. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.33029/0016-9900-2020-99-3-242-245>

**For correspondence:** Andrey G. Setko, Ph.D., DSci., Professor, Head of the Department of Children and Adolescent Hygiene with Nutritional and Occupational Hygiene, Orenburg State Medical University, Orenburg, 460000, Russian Federation. E-mail: [a\\_isetko@mail.ru](mailto:a_isetko@mail.ru)

#### Information about the authors:

Setko A.G., <https://orcid.org/0000-0002-9724-8672>; Mryasova Zh.K., <https://orcid.org/0000-0001-8971-9794>  
Terekhova E.A., <https://orcid.org/0000-0003-2895-0318>; Tyurin A.V., <https://orcid.org/0000-0003-4263-0548>

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Acknowledgment.** The study had no sponsorship.

**Contribution:** concept and design of the study – Setko A.G.; collection and processing of material – Mryasova Zh.K., Terekhova E.A.; statistical processing – Tyurin A.V.; writing the text – Mryasova Z.K., Tyurin A.V.; editing – Setko A.G.; approval of the final version of the article – Setko A.G.; responsibility for the integrity of all parts of the article – all co-authors.

Received: July 1, 2019

Accepted: December 12, 2019

Published: April 20, 2020

## Введение

В настоящее время исследования по оценке риска для здоровья детского населения от загрязнения окружающей среды имеют широкое распространение [1–3]. Факторы окружающей среды могут становиться причиной роста значительного числа заболеваний, оказывая комплексное воздействие на состояние здоровья населения. На сегодняшний день изолированное воздействие компонентов окружающей среды на урбанизированных территориях встречается крайне редко [3–6]. Особенно актуальным является изучение комплексного влияния факторов окружающей среды на здоровье подрастающего поколения в связи с повышенной чувствительностью их организма к неблагоприятным воздействиям факторов окружающей среды, что обусловлено процессами биологической и психологической адаптации [7].

Детский организм высокочувствителен к химическим веществам, что доказано многочисленными исследованиями, которые указывают на большой процент детей с различными отклонениями в состоянии здоровья на урбанизированных территориях. Высокий уровень загрязнения компонентов окружающей среды, а именно питьевой воды, атмосферного воздуха и пищевых продуктов, негативно отражается на нормальном функционировании систем растущего детского организма, а именно сердечно-сосудистой, гормональной, иммунной, нервной и системе крови, оказывает негативное влияние на физическое развитие детей, снижая его гармоничность, наблюдается напряжение механизмов адаптации и снижение функциональных показателей [6].

Цель исследования – провести гигиеническую оценку неканцерогенного риска для здоровья детского населения, проживающего на территории промышленного города, сформированного в период 2010–2018 гг.

## Материал и методы

Объектами исследования явились факторы окружающей среды, сформированные на урбанизированной территории г. Оренбурга. В качестве методической основы оценки факторов окружающей среды использованы рекомендации Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека от 02.10.2006 г. № 0100/10460-06-32 «Об организации лабораторного контроля при проведении социально-гигиенического мони-

торинга». Лабораторные исследования проведены Оренбургским центром по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды и ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Оренбургской области». Оценка загрязнения атмосферного воздуха проведена по данным маршрутных (более 1,5 тыс. исследований воздушной среды) и стационарных (№ 6, № 2) наблюдений. Полученные данные сравнились с гигиеническими нормативами ГН 2.1.6.13 1338-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населённых мест», с 2018 г. – ГН 2.1.6.3492-17 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений». В соответствии со сценарием воздействия и местами проживания обследуемого детского населения территории условно разделены на северную часть (1-й исследуемый район) и центральную часть городского массива (2-й исследуемый район).

Качество и безопасность хозяйственно-питьевого водоснабжения оценены по 26 показателям путём исследования более 1,6 тыс. проб на соответствие гигиеническим требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения» в разрезе источников водоснабжения. На этапе оценки экспозиции выбрана стратегия отбора проб в рецепторных точках, установленных для отбора проб воздуха.

Безопасность пищевых продуктов, используемых в питании детьми, оценивалась по данным более 5 тыс. лабораторных исследований на основании методических указаний МУ 2.3.7.2125-06 «Социально-гигиенический мониторинг. Контаминация продовольственного сырья и пищевых продуктов химическими веществами. Сбор, обработка и анализ показателей» на соответствие гигиеническим требованиям Технических Регламентов Таможенного союза<sup>1,2,3</sup>. Оценка

<sup>1</sup> Технический регламент Таможенного союза (ТР ТС 21/2011) «О безопасности пищевой продукции» от 09.12.2011 г. (ред. от 10.06.2014) Официальный сайт Комиссии Таможенного союза. 2011. 15.12.

<sup>2</sup> Технический регламент Таможенного союза (ТР ТС 033/2013) «О безопасности молока и молочной продукции» от 13.11.2013 г. Официальный сайт Евразийской экономической комиссии. 2013. 14.10.

<sup>3</sup> Технический регламент Таможенного союза (ТР ТС 034/2013) «О безопасности мяса и мясной продукции» от 09.10.2013 г. Официальный сайт Евразийской экономической комиссии. 2013. 11.10.

Таблица 1

**Риск развития неканцерогенных эффектов для органов и систем при воздействии химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух, ед.**

Орган, система	Индекс неканцерогенной опасности (НИ)	
	1-й район	2-й район
Органы дыхания	5,9	7,2
ЦНС	1,1	1,2
Гормональная система	2,0	1,9
Почки	0,11	0,11
Иммунная система	2,0	1,9
Сердечно-сосудистая система	0,5	0,5
Кровь	2,5	2,15
Развитие	0,5	0,6

неканцерогенного риска проводилась в соответствии с руководством Р 2.1.10. 1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду»<sup>4</sup>. Исследования по оценке риска проводились по полной схеме. Характеристика риска для веществ, не обладающих канцерогенным потенциалом, рассчитывалась путём сопоставления фактического суточного воздействия (суточной дозы) с величиной референтной дозы или концентрации. Характеристика неканцерогенного риска предполагала расчёт коэффициента опасности и индекса неканцерогенной опасности, учитывающего воздействие различных веществ на одни системы и органы-мишени. При НQ (НИ), меньшем или равном 1, риск вредных эффектов рассматривался как пренебрежимо малый, при диапазоне от 1 до 5 – как средний уровень, от 5 до 10 – как высокий риск развития неканцерогенных эффектов, более 10 – как очень высокий.

## Результаты

Проведена оценка риска для здоровья населения от загрязнения воды хозяйственно-питьевого водоснабжения и атмосферного воздуха, которое обусловлено выбросами мобильных и стационарных источников г. Оренбурга. Отбор приоритетных для исследования загрязнителей проводился с учётом полного перечня веществ, идентифицированных в атмосферном воздухе и разводящей сети, на основе имеющих в региональном фонде социально-гигиенического мониторинга материалов о параметрах объектов, являющихся источниками загрязнения воздушного и водного бассейнов города. Для оценки риска здоровью населения было отобрано 12 веществ в атмосферном воздухе и 16 химических поллютантов в воде (табл. 1).

Установлено, что риск развития неонкологических заболеваний значительно возрастает при содержании в атмосферном воздухе таких специфических веществ, как формальдегид, бенз(а)пирен и диоксид азота. Превышение референтных (безопасных) уровней воздействия отмечено для таких неспецифических загрязнителей атмосферного воздуха, как TSP (суммы взвешенных веществ). Выявлено, что поллютанты атмосферного воздуха оказывают наибольшее воздействие на органы дыхания.

В 1-м исследуемом районе высокий риск развития неканцерогенных эффектов от загрязнения источников питьевого водоснабжения установлен для сердечно-сосудистой системы

<sup>4</sup> Р.2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.; 2004: 143.

Таблица 2

**Риск развития неканцерогенных эффектов для органов и систем при воздействии химических веществ, загрязняющих источники питьевого водоснабжения, ед.**

Орган, система	Индекс неканцерогенной опасности (НИ)	
	1-й район	2-й район
Центральная нервная система	1,3	1,9
Сердечно-сосудистая система	12,0	5,2
Желудочно-кишечный тракт	2,34	1,5
Кровь	12,9	4,3
Печень	4,4	3,2
Почки	1,6	4,8
Гормональная система	1,85	4,5
Развитие организма	1,2	0,5
Костно-мышечная система	3,3	4,2

(НИ = 12) и воздействия на кровь (НИ = 12,9), средний уровень неканцерогенного риска – для воздействия на печень, желудочно-кишечный тракт, гормональную систему, развитие организма и почки. Для поллютантов второго исследуемого района также характерно превышения референтных концентраций. Однако уровень неканцерогенного риска находится в пределах средних значений и характеризуется как более безопасный в сравнении с 1-м исследуемым районом (табл. 2).

Безопасность питания оценена путём исследования 8 групп продуктов питания, в которых были обнаружены свинец, ртуть, медь, кадмий, мышьяк, нитраты, левомицетин, пестициды и гистамин.

Результаты оценки неканцерогенного риска при поступлении химических контаминантов с продуктами питания в многолетней динамике показали, что величина риска в последние годы по отдельным приоритетным загрязнителям соответствует минимальному уровню (НQ ≤ 1).

На следующем этапе проведена оценка суммарного неканцерогенного риска для критических органов и систем в условиях загрязнения химическими веществами пищевых продуктов, которые используются в питании детьми на исследуемых территориях. Выявлен высокий уровень риска для гормональной (НИ = 7,4), сердечно-сосудистой (НИ = 5,8) и центральной нервной (НИ = 5,2) систем; средний уровень – для иммунной (НИ = 4,6) системы, воздействия на почки (НИ = 3,9) и кровь (НИ = 3,6), а также для нервной (НИ = 3,5) системы (табл. 3).

На следующем этапе была проведена оценка многосредового риска формирования неканцерогенных эффектов для организма (табл. 4).

## Обсуждение

Таким образом, в обоих районах наблюдается очень высокий неканцерогенный риск для сердечно-сосудистой системы, воздействия на кровь и гормональную систему. В первом районе высокий уровень риска характерен для воздействия на центральную нервную и иммунную системы, а также почки и органы дыхания; во втором районе – на центральную нервную систему, почки, иммунную систему и органы дыхания.

Важно отметить, что уровни неканцерогенного риска при многосредовой экспозиции сформированы на 50–90% за счёт перорального пути поступления химических загрязнителей, который в данном исследовании является приоритетным.

Полученные результаты в первую очередь коррелируют с анализом риска, выполненного на других территориях Российской Федерации, и характеризуют пищевые риски и безопасность водного фактора как приоритетные при обеспече-

Таблица 3

**Риск развития неканцерогенных эффектов на здоровье детей и подростков при поступлении химических веществ с пищевыми продуктами, ед.**

Критические системы и органы-мишени	Индекс неканцерогенной опасности		
	вне организованных коллективов	в организованных коллективах	суммарный
ЦНС	2,0	3,2	5,2
Гормональная система	2,8	4,6	7,4
Почки	1,6	2,3	3,9
Иммунная система	1,6	3,0	4,6
Репродуктивная система	1,2	0,0	1,2
Нервная система	1,2	2,3	3,5
Сердечно-сосудистая система	0,8	5,0	5,8
Кожа	0,8	0,0	0,8
ЖКТ	0,8	0,0	0,8
Кровь	0,4	3,2	3,6
Печень	0,3	0,0	0,3

нии повышения качества жизни российских граждан путём гарантирования стандартов жизнеобеспечения [8, 9]. Также необходимо отметить и те ограничения, которые могли повлиять на достоверность полученных результатов, то есть уровень неопределённости при оценке неканцерогенного риска химического загрязнения атмосферного воздуха, питьевой воды и пищевых продуктов, употребляемых в питании детьми и подростками, которые связаны с качественной и количественной стороной лабораторного контроля.

В результате необходимость актуализации нормативно-методического сопровождения анализа риска здоровью населения, а в его рамках мониторинга факторов среды обитания как части системы социально-гигиенического мониторинга отмечается многими авторами [10], что позволит в итоге учесть все факторы, влияющие на надёжность оценок риска.

### Литература (п. 6 см. References)

1. Авдеева В.М. Оценка взаимосвязей «окружающая среда-здоровье» в системе обеспечения охраны здоровья детей. *Академия педагогических идей «Новация»*. 2017; 11: 58–67.
2. Setko A.G., Bоеv V.M. Опыт применения методологии оценки риска на урбанизированных территориях. *Здоровье населения и среда обитания*. 2005; 8: 18–24.
3. Setko A.G., Вяльцина Н.Е. Воздействие факторов среды обитания на детское население урбанизированных и сельских территорий Оренбургской области. *Гигиена и санитария*. 2009; 4: 58–60.
4. Маймулов В.Г., Нагорный С.В., Шабров А.В. *Основы системного анализа в эколого-гигиенических исследованиях*. СПб.: ГМА им. И.М. Мечникова; 2001. 420 с.

### References

1. Avdeeva V.M. Evaluation of the «environment-health» relationships in the system of ensuring the protection of children's health. *Akademiya pedagogicheskikh idey «Novatsiya»*. 2017; 11: 58–67. (in Russian)
2. Setko A.G., Bоеv V.M. Experience in applying risk assessment methodology in urban areas. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya [Public Health and Life Environment]*. 2005; 8: 18–24. (in Russian)
3. Setko A.G., Vyal'tsina N.Ye. The impact of environmental factors on the children's population of urbanized and rural areas of the Orenburg region. *Gigiena i sanitariya [Hygiene and Sanitation, Russian journal]*. 2009; 4: 58–60. (in Russian)
4. Majmulov V.G. *Fundamentals of systems analysis in environmental hygienic studies [Osnovy sistemnogo analiza v ekologo-gigiyenicheskikh issledovaniyakh]*. Saint Petersburg: GMA im. I.M. Mechnikova; 2001. 420 p. (in Russian)

Таблица 4

**Риск развития неканцерогенных эффектов для здоровья детей и подростков при ингаляционном и пероральном поступлении химических веществ, ед.**

Орган, система	Суммарный индекс неканцерогенной опасности (ТНД)	
	1-й район	2-й район
Центральная нервная система	7,6	8,3
Сердечно-сосудистая система	18,3	11,5
Желудочно-кишечный тракт	3,1	2,3
Кровь	19,0	10,05
Печень	4,7	3,5
Почки	5,6	8,8
Гормональная система	11,3	13,8
Развитие организма	1,7	1,1
Костно-мышечная система	3,3	4,2
Иммунная система	6,6	6,5
Органы дыхания	5,9	7,2
Нервная система	3,5	3,5
Репродуктивная система	1,2	1,2

### Заключение

Современные концепции оценки риска позволяют выделить приоритетные среды и их контаминанты, что, безусловно, делает управленческие решения более целенаправленными как на популяционном, так и на индивидуальном уровне. Установлено, что приоритетными средами, формирующими высокий риск развития неканцерогенных эффектов в исследованных районах г. Оренбурга, являются загрязнённая питьевая вода и контаминированные продукты питания, что в свою очередь вызывает высокий неканцерогенный риск для гормональной, сердечно-сосудистой, центральной нервной систем организма детей и подростков и воздействие на кровь и может являться одной из причин отклонений в состоянии их здоровья на популяционном уровне.