

УДК 614.78

## ХАРАКТЕРИСТИКА РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДА САРАНСКА РЕСПУБЛИКИ МОРДОВИЯ, СВЯЗАННОГО С КАЧЕСТВОМ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

**Е.И. Заводова, А.А. Леонова, О.Ф. Оськина**

ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Мордовия»,  
Россия, Республика Мордовия, 430030, г. Саранск, ул. Дальняя, 1а

По результатам лабораторных исследований в рамках социально-гигиенического мониторинга на территории г. Саранска установлено, что городское население проживает в условиях негативного воздействия водного перорального фактора (питьевой воды системы централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения). Во всех районах г. Саранска уровень канцерогенного риска превышает уровень *de minimis* –  $1 \cdot 10^{-6}$ , однако находится в пределах предельно допустимого риска ( $< 1 \cdot 10^{-4}$ ). Основной вклад в формирование индивидуального канцерогенного риска вносят хром (VI) и кадмий. Повышенный уровень неканцерогенного риска при пероральном употреблении питьевой воды системы централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Саранска испытывает в той или иной степени все детское население и часть взрослого населения города (индекс опасности выше 1,0).

С учетом комбинированного воздействия комплекса химических примесей в питьевой воде прогнозируется увеличение у детей общетоксических эффектов со стороны костной системы, сердечно-сосудистой системы, желудочно-кишечного тракта.

**Ключевые слова:** питьевая вода, химические примеси, риск для здоровья, Саранск.

Саранск – столица Республики Мордовия, это крупный политический, административный, экономический, научный, культурный, спортивный центр Приволжского федерального округа. Город расположен на берегах р. Инсар (бассейн Волги), в 642 км к востоку от Москвы. Численность населения составляет 329 тыс. человек. Площадь – 394,3 км<sup>2</sup>. Город состоит из четырех жилых районов: центральный, северо-западный (Светотехстрой), северо-восточный (Химмаш) и юго-западный.

С 2007 г. отмечается положительная динамика увеличения численности населения. Имеет место снижение показателя общей смертности с 19,5 (в 2010 г.) до 11,0 на 1000 населения. Показатель младенческой смертности составил 7,1 на 1000 детей, снизился на 17 % в сравнении с 2012 г.

Естественный прирост имеет отрицательную динамику – убыль населения, которая составляет –0,9 на 1000 населения. Средняя продолжительность жизни населения Республики Мордовия составляет 68,4 г. (женщины – 75,3 г., мужчины – 61,9 г.); средний возраст – 40,5 г.

Основными причинами смертности населения по-прежнему являются болезни системы кровообращения (более 50 %) и онкологические заболевания. Заболеваемость населения характеризуется повышенными уровнями новообразований, болезней глаза и его придаточного аппарата, кожи и подкожной клетчатки, болезней костно-мышечной и мочеполовой систем.

Для водоснабжения города используются подземные воды преимущественно верхнего и частично среднего карбона Мор-

---

© Заводова Е.И., Леонова А.А., Оськина О.Ф., 2014

**Заводова Елена Ивановна** – заведующий отделом социально-гигиенического мониторинга – врач по общей гигиене (e-mail: zavodova\_ei@13cge.ru; тел. (8342) 333635).

**Леонова Анастасия Александровна** – инженер по охране окружающей среды (эколог) отдела социально-гигиенического мониторинга (e-mail: zavodova\_ei@13cge.ru; тел. (8342) 333635).

**Оськина Ольга Федоровна** – биолог отдела социально-гигиенического мониторинга (e-mail: zavodova\_ei@13cge.ru; тел. (8342) 333635).

довского месторождения. Водоснабжение Саранска осуществляется одновременным функционированием пяти водозаборов и небольших групповых скважин, расположенных в пределах города. Водоводы имеют различную степень изношенности (по данным МП «Саранскгорводоканал») – от 2 до 100 %, что оказывает негативное влияние на качество питьевой воды в жилых районах.

Вода по химическому составу отличается достаточно высокой степенью постоянства, что обусловлено защищенностью ее от явных источников внешнего загрязнения, но природное содержание фтора, бора и стронция в воде превышает гигиенические нормативы. В питьевых водах регистрируется свинец, кадмий и хром, которые обладают канцерогенными эффектами воздействия на здоровье человека. Как следствие, существует угроза нанесения вреда здоровью граждан, систематически употребляющих питьевую воду ненадлежащего качества [1, 5–7]. Наличие такой угрозы подтверждается целым рядом исследований, выполненных как в России, так и за рубежом [2, 3, 6, 8, 10].

Данная ситуация предопределяет необходимость проведения мониторинга и оценки уровней канцерогенного и неканцерогенного риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, поступающих с водой централизованного водоснабжения.

**Материалы и методы.** На основании «Руководства по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» и рекомендуемых документов ВОЗ [4, 9] в 2013 г. проведена оценка качества питьевой воды за период 2010–2012 гг. по результатам лабораторных исследований в рамках социально-гигиенического мониторинга в 22 точках контроля по административным районам города, поскольку районы имеют различные источники водоснабжения. Исследования были выполнены лабораторно-испытательным центром ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Рес-

публике Мордовия» по стандартизованным методикам.

Канцерогенный риск от загрязнения питьевой воды оценивался по трем веществам: свинцу, кадмию и хрому (YI).

**Результаты и их обсуждение.** Индивидуальный риск определен в диапазоне  $1 \cdot 10^{-5} - 1 \cdot 10^{-7}$ , что соответствует предельно допустимому риску, т.е. верхней границе приемлемого риска. Именно на этом уровне установлено большинство рекомендуемых значений. По расчетам средний суммарный канцерогенный риск по г. Саранску составляет  $5,7 \cdot 10^{-5}$ , для взрослого населения –  $5,0 \cdot 10^{-5}$ , для детей 0–6 лет –  $6,4 \cdot 10^{-5}$ . Диапазон риска – II.

Величина популяционного канцерогенного риска (PCR), отражающая дополнительное (к фоновому) число случаев злокачественных новообразований, способных возникнуть на протяжении жизни вследствие воздействия исследуемого водного перорального фактора, составила для населения города общей численностью 297,9 тыс. человек 17 случаев.

Установлено, что на формирование онкологической заболеваемости населения г. Саранска может оказывать влияние содержание в питьевой воде свинца, хрома (YI), кадмия. Проведенный анализ канцерогенной опасности показал, что основной вклад в формирование индивидуального канцерогенного риска вносят хром (YI) и кадмий. Население Саранска проживает в условиях негативного воздействия водного перорального фактора (питьевой воды системы централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения). Во всех районах города уровень канцерогенного риска превышает уровень *de minimis* –  $1 \cdot 10^{-6}$ .

Повышенный уровень неканцерогенного риска при пероральном употреблении питьевой воды системы централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Саранска испытывает в той или иной степени все детское население и часть взрослого населения города ( $HI > 1$ ).

Таблица 1

Индивидуальный канцерогенный риск ( $CR$ ) и суммарный канцерогенный риск ( $R_{sum}$ ) при пероральном поступлении вещества для населения г. Саранска

Вещества	$CR$ (взрослые)	Диапазон риска	$CR$ (дети 0–6 лет)	Диапазон риска
<i>Центральный жилой район (Ленинский)</i>				
Свинец	$5,0 \cdot 10^{-7}$	I	$6,3 \cdot 10^{-7}$	I
Кадмий	$1,4 \cdot 10^{-5}$	II	$1,6 \cdot 10^{-5}$	II
Хром (VI)	$3,0 \cdot 10^{-5}$	II	$5,4 \cdot 10^{-5}$	II
$R_{sum}^*$	$4,47 \cdot 10^{-5}$	II	$7,6 \cdot 10^{-5}$	II
<i>Северо-западный район (Светотехстрой)</i>				
Свинец	$5,4 \cdot 10^{-7}$	I	$6,3 \cdot 10^{-7}$	I
Кадмий	$4,3 \cdot 10^{-6}$	II	$5,0 \cdot 10^{-6}$	II
Хром (VI)	$4,7 \cdot 10^{-5}$	II	$5,5 \cdot 10^{-5}$	II
$R_{sum}^*$	$5,18 \cdot 10^{-5}$	II	$6,0 \cdot 10^{-5}$	II
<i>Октябрьский район (Химмаш)</i>				
Свинец	$5,6 \cdot 10^{-7}$	I	$6,5 \cdot 10^{-7}$	I
Кадмий	$4,4 \cdot 10^{-6}$	II	$5,1 \cdot 10^{-6}$	II
Хром (VI)	$4,7 \cdot 10^{-5}$	II	$5,5 \cdot 10^{-5}$	II
$R_{sum}^*$	$5,19 \cdot 10^{-5}$	II	$6,0 \cdot 10^{-5}$	II
<i>Юго-западный район</i>				
Свинец	$5,4 \cdot 10^{-7}$	I	$5,7 \cdot 10^{-7}$	I
Кадмий	$4,4 \cdot 10^{-6}$	II	$5,1 \cdot 10^{-6}$	II
Хром (VI)	$4,7 \cdot 10^{-5}$	II	$5,5 \cdot 10^{-5}$	II
$R_{sum}^*$	$5,19 \cdot 10^{-5}$	II	$6,0 \cdot 10^{-5}$	II

Примечание: \* – суммарный канцерогенный риск ( $R_{sum} = CR_{Pb} + CR_{Cd} + CR_{Cr}$ ).

Таблица 2

Популяционный канцерогенный риск ( $PCR$ ) при пероральном поступлении вещества для населения г. Саранска

Территория	Численность населения	Индивидуальный риск	Популяционный риск; количество доп. случаев (на 100000 чел.)
Центральный жилой район (Ленинский район + Юго-западный)	Все население	$103287$	$5,8 \cdot 10^{-5}$ 5,99 (5,79)
	Взрослые	86698	$4,83 \cdot 10^{-5}$ 4,18 (4,8)
	Дети (0–6)	6845	$6,8 \cdot 10^{-5}$ 0,46 (6,7)
Северо-западный район (Светотехстрой)	Все население	94880	$5,6 \cdot 10^{-5}$ 5,3 (5,6)
	Взрослые	78244	$5,18 \cdot 10^{-5}$ 4,05 (5,17)
	Дети (0–6)	7625	$6,0 \cdot 10^{-5}$ 0,45 (5,9)
Октябрьский район	Все население	99757	$5,6 \cdot 10^{-5}$ 5,58 (5,59)
	Взрослые	82760	$5,19 \cdot 10^{-5}$ 4,29 (5,18)
	Дети (0–6)	7328	$6,0 \cdot 10^{-5}$ 0,43 (5,86)
г. Саранск	Все население	297924	$5,7 \cdot 10^{-5}$ 17 (5,7)

Индекс опасности  $HI > 1$  при загрязнении питьевой воды (взрослое население) обнаружен в юго-западном районе и обусловлен в основном фторидами и стронцием, в меньшей степени бором, т.е. существует вероятность развития неканцерогенных эффектов у взрослого населения юго-западного района ( $HQ$  фториды – 0,9;

$HQ$  стронций – 0,2;  $HI$  костная система – 1,1;  $HI$  общий – 1,2) в результате употребления питьевой водопроводной воды систем централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Саранска.

Индексы опасности  $HI > 1$  при загрязнении питьевой воды для здоровья детского населения (дети 0–6 лет, чувствительная

группа) обнаружены в юго-западном, северо-западном, Октябрьском, Ленинском районах и обусловлены наличием в питьевой воде фторидов, стронция, бора и нитратов.

Детское население города во всех районах наиболее подвержено общетоксическому действию веществ, присутствующих в питьевой водопроводной воде централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. С учетом комбинированного воздействия комплекса контаминантов, содержащихся в питьевой воде, на «критические» органы и системы следует ожидать увеличения общетоксических эффектов со стороны костной, сердечно-сосудистой системы, же-

лудочно-кишечного тракта. Вероятность развития у детей г. Саранска неканцерогенных эффектов повышена.

**Выводы.** Таким образом, результаты проведенной оценки риска свидетельствуют о том, что химический состав питьевой воды не обеспечивает безвредность для здоровья населения. Это обусловлено содержанием в питьевой водопроводной воде химических веществ, обладающих общетоксическими и канцерогенными свойствами. Следовательно, рекомендуется проведение дополнительных мероприятий по водоподготовке и регулированию качества питьевой воды в городе.

### Список литературы

1. Голубкина Н.А., Бурцева Т.И., Гаценко А.Ю. Показатели качества воды Оренбургской области // Гигиена и санитария. – 2011. – № 1. – С. 70–74.
2. Григорьев Ю.И., Ляпина Н.В. Оценка риска загрязнения питьевой воды для здоровья детей Тульской области // Гигиена и санитария. – 2014. – № 3. – С. 23–26.
3. Оценка риска, обусловленного загрязнением окружающей среды, здоровьем населения в городе Орске / Л.Г. Коньшина, М.В. Сергеева, Л.Л. Липанова, А.В. Солонин // Гигиена и санитария. – 2004. – № 2. – С. 22–24.
4. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: ФЦ Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.
5. Сухоносенко Д.С. Учет показателей канцерогенного риска здоровью населения при определении приемлемого уровня загрязнения атмосферного воздуха и питьевой воды // Экологические системы и приемы. – 2013. – № 10. – С. 37–41.
6. Унгурияну Т.Н., Новиков С.М. Результаты оценки риска здоровью населения России при воздействии химических веществ питьевой воды (обзор литературы) // Гигиена и санитария. – 2014. – № 1. – С. 19–24.
7. Установление и доказательство вреда здоровью гражданина, наносимого негативным воздействием факторов среды обитания / И.В. Май, Н.В. Зайцева, С.В. Клейн, Э.В. Седусова // Здоровье населения и среда обитания. – 2013. – № 11 (248). – С. 4–6.
8. Calderon R. L. The epidemiology of chemical contaminants of drinking water // Food Chem. Toxicol. – 2000. – Vol. 38 (Suppl. 1). – P. 13–20.
9. Guidelines for drinking-water quality: incorporating first addendum. – Recommendations. WHO, 2008. – Vol. 1. – 668 p.
10. Li P.Y., Qian H. Human health risk assessment for chemical pollutants in drinking water source in Shizuishan city, northwest China // Journal of Environmental Health Science and Engineering. – 2011. – Vol. 8, № 1. – С. 41–48.

### References

1. Golubkina N.A., Burceva T.I., Gacenko A.Ju. Pokazateli kachestva vody Orenburgskoj oblasti [Water quality indicator of Orenburgskaya region]. *Gigiena i sanitarija*, 2011, no. 1, pp. 70–74.
2. Grigor'ev Ju.I., Ljapina N.V. Ocenka riska zagriznenija pit'evoj vody dlja zdorov'ja detej Tul'skoj oblasti [Health risk assessment of children of the drinking water's pollution of Tul'skaya region]. *Gigiena i sanitarija*. – 2014. – № 3. – S. 23–26.
3. Kon'shina L.G., Sergeeva M.V., Lipanova L.L., Solonin A.V. Ocenka riska, obuslovlennogo zagrizneniem okružhajushhej sredy, zdorov'ju naselenija v gorode Orske [Health risk assessment of population associated with the environment pollution in Orsk city]. *Gigiena i sanitarija*. – 2004. – № 2. – S. 22–24.
4. Rukovodstvo po ocenke riska dlja zdorov'ja naselenija pri vozdejstvii himicheskikh veshhestv, zagriznjajushhij okružhajushhiju sredu [Guidance on the health risk assessment of the population under the influence of the chemicals polluting the environment]. – М.: FC Gossanepidnadzora Minzdrava Rossii, 2004. – 143 s.

5. Suhonosenko D.S. Uchet pokazatelej kancerogenogo riska zdorov'ju naselenija pri opredelenii priemlemogo urovnja zagriznenija atmosfernogo vozduha i pit'evoj vody [Recording of the cancerogenic health risk factors of the population at determining of the acceptable level of air and drinking water pollution]. Jekologicheskie sistemy i pribory. – 2013. – № 10. – S. 37–41.

6. Ungurjanu T.N., Novikov S.M. Rezul'taty ocenki riska zdorov'ju naselenija Rossii pri vozdejstvii himicheskikh veshhestv pit'evoj vody (obzor literatury) [Results of the health risk assessment of the Russian population under the influence of the chemicals of the drinking water (review of literature)]. Gigiena i sanitarija. – 2014. – № 1. – S. 19–24.

7. Maj I.V., Zajceva N.V., Klejn S.V., Sedusova Je.V. Ustanovlenie i dokazatel'stvo vreda zdorov'ju grazhdanina, nanosimogo negativnym vozdejstviem faktorov sredy obitanija [Determination and proving of the harm to the citizen's health caused by the negative impact of the environmental factors]. Zdorov'e naselenija i sreda obitanija. – 2013. – № 11 (248). – S. 4–6.

8. Calderon R. L. The epidemiology of chemical contaminants of drinking water / R. L. Calderon // Food Chem. Toxicol. – 2000. – Vol. 38 (1 Suppl). – P. 13–20.

9. Guidelines for drinking-water quality: incorporating first addendum. – Vol. 1. Recommendations. – 3 rd. ed. – 2008, WHO. – 668 p.

10. Li P.Y., Qian H. Human health risk assessment for chemical pollutants in drinking water source in Shi-zuishan city, northwest China Iranian Journal of Environmental Health Science and Engineering. – 2011. – T. 8, № 1. – C. 41–48.

## CHARACTERISTICS OF PUBLIC HEALTH RISK FOR THE CITIZENS OF SARANSK (REPUBLIC OF MORDOVIA) ASSOCIATED WITH THE QUALITY OF DRINKING WATER FROM THE CENTRAL WATER SUPPLY

E.I. Zavodova, A. A. Leonova, O.F. Os'kina

FBHI "Center for Hygiene and Epidemiology in the Republic of Mordovia",  
Russian Federation, Republic of Mordovia, Saransk, 1a, Dalnaya St., 430030

According to the results of laboratory tests within the socio-hygienic monitoring on the territory of Saransk it has been established, that the population of Saransk is living under negative impact of an aquatic peroral factor (drinking water from the centralized drinking water supply system). In all areas of Saransk the carcinogenic risk level exceeds the level Deminimis –  $1 \cdot 10^{-6}$ , but is within the limit of acceptable risk ( $< 1 \cdot 10^{-4}$ ). The main contribution to the formation of individual carcinogenic risk is made by chrome (YI) and cadmium. Elevated level of carcinogenic risk, associated with peroral administration of drinking water from the centralized drinking water supply system of Saransk, occurs in a greater or lesser extent within child population and in a part of adult population of the city (hazard index greater than 1.0).

Considering the combined effects of complex chemical contaminants in drinking water, it is expected that there'll be an increase of general toxic effects from the bone, cardiovascular system, gastrointestinal tract in children.

**Key words:** drinking water, chemical contaminants, health risk, Saransk.

---

© Zavodova E.I., Leonova A.A., Os'kina O.F., 2014

**Zavodova Elena Ivanovna** – Head of the Department of Social - hygienic Monitoring - doctor in general hygiene (e-mail: zavodova\_ei@13cge.ru; tel. +7 (8342) 333635).

**Leonova Anastasia Aleksandrovna** – Environmental Engineer (Ecologist) in the Department of Environment and Health Monitoring (e-mail: zavodova\_ei@13cge.ru; tel. +7 (8342) 333635).

**Oskina Olga Fedorovna** – Biologist in the Department of Social and Health Monitoring (e-mail: zavodova\_ei@13cge.ru; tel. +7 (8342) 333635).