

**ОЦЕНКА РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ  
ВОДНОГО ПЕРОРАЛЬНОГО ФАКТОРА СРЕДЫ ОБИТАНИЯ В  
УСЛОВИЯХ КРУПНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ЦЕНТРА ДЛЯ ЗАДАЧ  
СОЦИАЛЬНО-ГИГИЕНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА  
(НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ПЕРМИ)**

© 2009 Н.В. Зайцева, С.В. Клейн

Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения Роспотребнадзора, Пермь

Статья получена 08.10.2009 г.

Рассмотрены вопросы оценки риска здоровью населения при воздействии химических веществ, поступающих с питьевой водой сети централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Выполнено обобщение и анализ качества питьевой воды. Дана количественная характеристика канцерогенного и неканцерогенного риска для детского и взрослого населения города. Выделены приоритетные химические вещества, формирующие наибольшие вклады в риск нарушения здоровья. Проведено зонирование территории города по риску канцерогенных и неканцерогенных воздействий химических веществ питьевой воды сети хозяйственно-питьевого водоснабжения. Показано, что все детское население (более 137 тыс. чел.) и почти все взрослое население (более 806 тыс. чел.) крупного промышленного г. Перми проживает в условиях негативного воздействия водного фактора среды обитания, которое определяет повышенный уровень хронического неканцерогенного и канцерогенного риска для здоровья.

Ключевые слова: *риск здоровью населения, качество питьевой воды, крупный промышленный центр*

Одним из основных направлений стратегических ответов на демографические вызовы, выделенные в Докладе о развитии человеческого потенциала в РФ за 2008 г., отмечено воздействие на демографические процессы (увеличение рождаемости, изменение ситуации со смертностью, увеличение продолжительности жизни) и сохранение здоровья населения [1]. Являясь трудно восполняемым ресурсом, здоровье населения в последнее время стало лимитирующим фактором социально-экономического развития территории, которое формируется под воздействием целого ряда факторов (наследственность, образ и качество жизни, условия труда, доступность и эффективность системы здравоохранения, экологическая обстановка и др.) [2]. Высокий уровень заболеваемости населения, в том числе по классам болезней и нозологиям, относимых ВОЗ к индикаторным в отношении среды обитания, диктует необходимость совершенствования социально-гигиенического мониторинга (СГМ) с учетом специфики территории [3]. Одним из важнейших экологических факторов среды обитания, влияющих на здоровье населения вообще, на исследуемой территории в частности, является качество подаваемой питьевой воды из источников централизованного водоснабжения.

В последнее время появилось понимание того, что традиционно сложившийся и законодательно закрепленный акцент на установление и использование гигиенических нормативов для управления качеством окружающей среды не может гарантировать полную безопасность в отношении последствий для здоровья населения и правильное определение управленческих приоритетов, направленных на улучшение экологической ситуации, как в масштабах всей страны, так и в конкретном регионе [4]. Кроме того, соответствие содержания химического вещества в питьевой воде гигиеническому нормативу предполагает предотвращение нежелательного влияния данного вещества на здоровье человека, однако не дает ответа на вопрос о степени повреждения здоровья при тех или иных превышениях ПДК или комбинированности действия нескольких токсикантов и даже нескольких факторов. В конкретной санитарной ситуации проведение процедуры оценки риска здоровью населения от воздействия водного фактора через расчет дозовой нагрузки на взрослое и детское население с выделением приоритетных веществ и неблагоприятных воздействий изучаемого фактора среды обитания на здоровье населения представляется актуальной и эффективной [5, 6].

Целью настоящей работы явилась оценка риска здоровью населения при воздействии химических веществ, поступающих с питьевой водой сети централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения для задач социально-гигиенического мониторинга.

*Зайцева Нина Владимировна, член-корреспондент РАМН, доктор медицинских наук, профессор, директор  
Клейн Светлана Владиславовна, заведующая лабораторией методов социально-гигиенического мониторинга. E-mail: kleyn@ice.perm.ru*

Оценка риска выполнялась по классической схеме [5] на основе данных систематических наблюдений за качеством воды ООО «НОВОГОР-Прикамье», выполняемых в соответствии с программой производственного контроля, и результатов лабораторных испытаний ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае», выполняемых в рамках социально-гигиенического мониторинга. Были реализованы этапы идентификации опасности для здоровья, характеристики зависимостей «доза – ответ», оценки экспозиции и характеристики риска. В соответствии с целью исследования рассматривался сценарий экспозиции, предполагающий поступление вредных веществ пероральным путем с водой. Оценка перорального неканцерогенного воздействия проводилась по показателям коэффициентов и индексов опасности. Показатели опасности химических веществ, определяемых в мониторинговых наблюдениях, оценивали по данным о референтных уровнях при хронических воздействиях химических веществ. Одновременно определяли критические органы / системы и эффекты, которые соответствуют установленным референтным дозам. Для химических канцерогенов устанавливали наличие критериев для последующей оценки риска – факторов канцерогенного потенциала при пероральном (SFo) воздействии. В качестве потенциальных химических канцерогенов рассматривались вещества, относящиеся к группам 1, 2A, 2B по классификации МАИР и U.S. EPA.

Оценка риска проводилась в 13 точках контроля качества воды сети централизованного водоснабжения, в которые поступает вода из 4 водозаборов, обеспечивающих население г. Перми водой хозяйственно-питьевого назначения. Показатели риска, полученные на основании данных качества питьевой воды в контрольных точках, распространялись на население, использующее данную воду для питьевых нужд. Исходя из параметров водопотребления и суммарных объемов подачи воды с очистных сооружений, были рассчитаны пропорции потребления воды населением при смешанном водоснабжении отдельных микрорайонов города. В местах смешанного обеспечения водой из сети хозяйственно-питьевого водоснабжения и из артезианских источников расчет параметров риска проводился по показателям качества воды сети хозяйственно-питьевого водоснабжения. При расчете неканцерогенного риска учитывали экспозицию 38 химических веществ, в расчете канцерогенного риска – 9 веществ. Среднесуточные дозы токсикантов, рассчитывали отдельно для взрослого и для детского населения. В ходе работы была составлена карта-схема водоснабжения микрорайонов г. Перми.

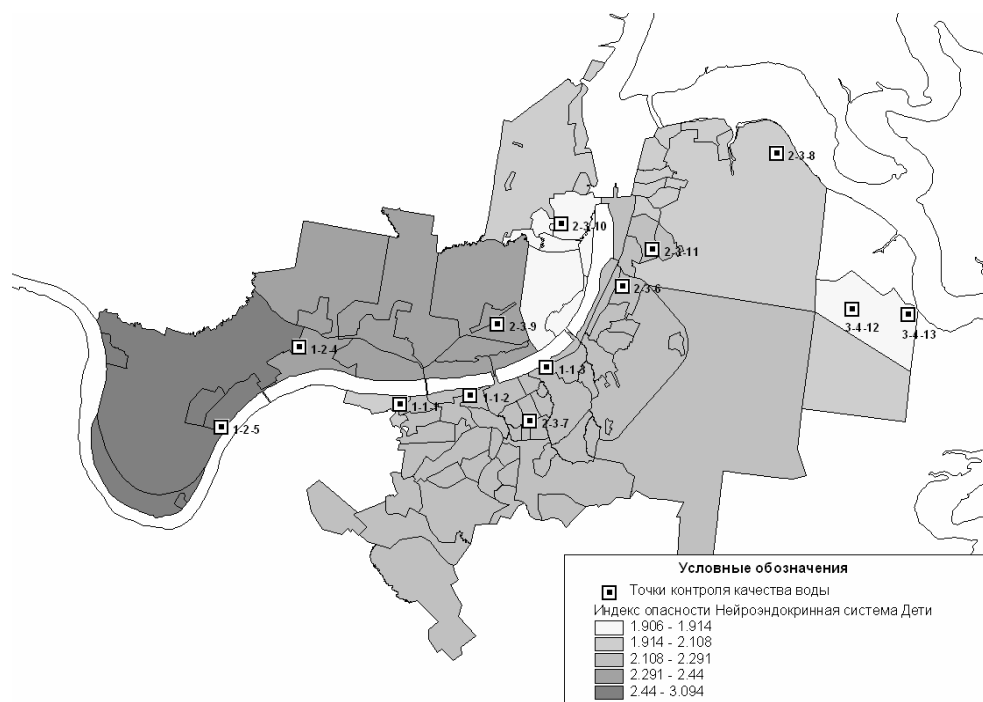
Качество питьевых вод во многом определяется качеством природного водоисточника. Население г. Перми для хозяйственно-питьевых нужд использует воду из источников централизованного и децентрализованного водоснабжения. Водопроводом оборудовано 98,2% жилищного фонда, в т. ч. централизованное – 98%. Централизованное водоснабжение питьевой водой обеспечивается 4 водозаборами, 21-ой насосной станцией и 1481 км водопроводных сетей. Из поверхностных водоисточников обеспечивается централизованное хозяйственно-питьевое водоснабжение большей части населения. 4 водозабора берут воду из рек Кама (Большекамский водозабор (БКВ) и Кировские очистные сооружения (КОС)), Сытва (Ново-Лядовские очистные сооружения (Н-ЛОС)), Чусовая (Чусовские очистные сооружения (ЧОС)). Вода, поступающая на Чусовской водозабор, имеет повышенную природную минерализацию воды, причем зимой показатели жесткости, оставаясь в допустимых пределах, превосходят Большекамские аналогичные показатели в 3-4 раза, пик жесткости приходится на январь, с наступлением весны этот показатель снижается. В тоже время вода в р. Чусовой выше по качеству. Р. Кама протекает по большим городам, где происходят сбросы неочищенных сточных вод промышленными предприятиями, также в нее попадают воды с сельскохозяйственных полей вместе с химическими удобрениями.

Вода, прошедшая предварительную подготовку и поступающая в разводящую сеть, по большинству показателей химического состава соответствует нормам СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества» и в динамике улучшается. Анализ данных систематических наблюдений за качеством воды в 2007 г. свидетельствует о повышенном содержании остаточного свободного Cl (0,56-1,21 мг/л) в контрольных точках насосных станций «Центральная подзона» «Южная», «Заречная», станций 2 подъема КФС, ЧОС, Н-ЛОС и Fe (0,43-0,47 мг/л) в контрольных точках насосной станции «Заостровка» и станции 2 подъема КФС. Вместе с тем следует отметить, что в питьевой воде содержатся, хоть и в количествах, существенно ниже ПДК, целый ряд тяжелых металлов (Mn, Mo) и хлорированных углеводородов (дихлорметан, хлороформ, четыреххлористый углерод, трихлорэтилен). Аварийные ситуации на сетях водопровода, количество которых в динамике за последние 3 года по данным компании «НОВОГОР-Прикамье» снижается на 10-15% в год, могут являться причиной вторичного загрязнения воды. В целом, удельный вес нестандартных проб по санитарно-химическим показателям в 2007 г. составил 21,6%, в результате чего г. Пермь занял 4 ранговое место по загрязненности питьевой воды среди административных

территорий края. Качество воды по микробиологическим показателям воды из водопроводной сети по количеству нестандартных проб лучше среднекраевых показателей (2,6% против 5,2%), что свидетельствует о приоритетности изучения влияния санитарно-химических параметров воды на здоровье населения г.Перми при сохранении значимости нормирования и контроля микробиологических показателей.

В результате проведения процедуры оценки риска было установлено, что коэффициенты опасности (Н<sub>Q</sub>) веществ содержащихся в питьевой воде из сети хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Перми для взрослого населения не превысили допустимый уровень – 1. Для детского населения повышенный уровень коэффициентов опасности получен в отношении мышьяка (Н<sub>Q</sub>=1,065) на всех точках контроля качества воды, хлороформа (Н<sub>Q</sub>=1,032-1,845) – на 2 точках контроля качества воды, поступающей из Большекамского водозабора (насосная станция «Западная», станция 2 подъема БКВ), на всех точках контроля воды, поступающей с Кировских очистных сооружений (ЦТП КФС, станция 2 подъема КФС), на 2 точках контроля качества воды, поступающей с Чусовских очистных сооружений (насосные станции «Центральная подзона» и «Заречная»).

При аддитивном действии однонаправлено действующих веществ, поступающих с питьевой водой в организм человека, для взрослого населения получен повышенный индекс опасности (Н<sub>I</sub>) для печени (Н<sub>I</sub>=1,092) и почек (Н<sub>I</sub>=1,019) в зоне пользования водой со станции 2 подъема КФС, эндокринной (Н<sub>I</sub>=1,032-1,326) и нервной системы (Н<sub>I</sub>=1,002-1,285) в зоне репрезентативности точек контроля качества воды на станции 2 подъема БКВ, ЦТП КФС, станции 2 подъема КФС, насосной станции «Заречная». В результате воздействия загрязненной питьевой воды у детей подвержено воздействию большее число поражаемых органов и систем, чем у взрослых. Так, выше допустимого уровня выявлены индексы опасности в отношении печени (Н<sub>I</sub>=1,173-2,549), почек (Н<sub>I</sub>=1,427-2,379), системы крови (Н<sub>I</sub>=1,037-2,15), эндокринной системы (Н<sub>I</sub>=1,891-3,094), сердечно-сосудистой (Н<sub>I</sub>=1,295-1,408), центральной нервной систем (Н<sub>I</sub>=1,838-2,997), желудочно-кишечного тракта (Н<sub>I</sub>=1,15-1,445), кожи (Н<sub>I</sub>=1,096-1,22), нервной (Н<sub>I</sub>=1,116-1,17) и иммунной систем (Н<sub>I</sub>=1,120-2,054) при употреблении питьевой воды, поступающей со всех насосных станций сети централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения (рис 1).



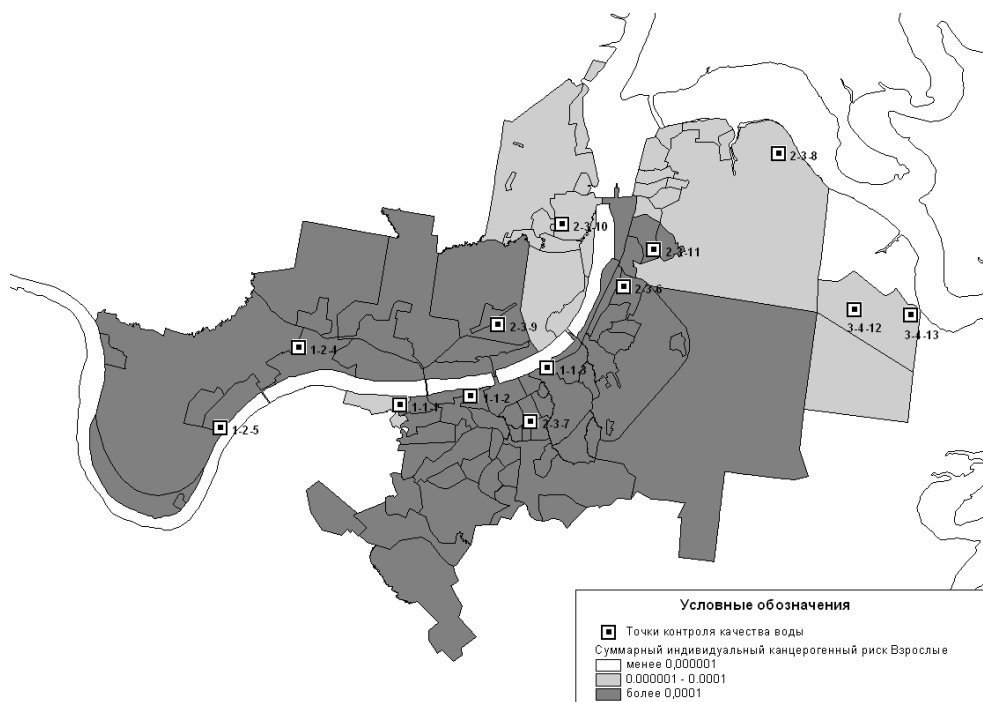
**Рис. 1.** Неканцерогенный риск (индексы опасности) связанный с использованием воды из сети хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Перми на примере влияния на эндокринную систему детского населения

Основными веществами, формирующими повышенные риски при аддитивном воздействии, являются As (Н<sub>Q</sub>=0,457-1,065), хлороформ (Н<sub>Q</sub>=0,298-1,845), фториды (Н<sub>Q</sub>=0,009-0,817), хром общий (Н<sub>Q</sub>=0-0,256), Са (Н<sub>Q</sub>=0,037-0,287), нитраты (Н<sub>Q</sub>=0,035-0,204),

остаточный хлор (Н<sub>Q</sub>=0-0,933), тетрахлорметан (Н<sub>Q</sub>=0,039-0,091), барий (Н<sub>Q</sub>=0,023-0,1573), St (Н<sub>Q</sub>=0-0,464). Таким образом, все детское население краевого центра испытывает в той или иной степени повышенный уровень неканцерогенного риска при употреблении

питьевой воды из сети хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Перми. Анализ индивидуального канцерогенного риска выявил превышение предельно допустимого уровня риска ( $1 \cdot 10^{-4}$ ) на территориях, на которых проживает

95% взрослого населения г. Перми (9 контрольных точек). В зонах остальных 4 точек контроля уровень риска превышает повседневный уровень (уровень De minimis –  $1 \cdot 10^{-6}$ ) (рис. 2).



**Рис. 2.** Суммарный канцерогенный риск для взрослого населения связанный с использованием воды из сети централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Перми

В отношении детского населения, индивидуальный канцерогенный риск во всех зонах точек контроля качества воды находится на уровне верхней границы допустимого канцерогенного риска ( $1 \cdot 10^{-6}$  -  $1 \cdot 10^{-4}$ ). Основной вклад в формирование индивидуального канцерогенного риска вносят мышьяк (59-90%) и хлороформ (8-14%).

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 93 случая для почти миллионного города, что является верхней границей предельно-допустимого уровня ( $1 \cdot 10^{-4}$  -  $1 \cdot 10^{-6}$ ). Для задач формирования программ СГМ и санитарного надзора выполнено картографирование с выделением зон различных уровней риска для здоровья населения в отношении отдельных канцерогенных и неканцерогенных эффектов.

**Выводы:** все детское население (более 137 тыс. чел.) и почти все взрослое население (более 806 тыс. чел., в эту группу были отнесены также подростки) крупного промышленного г. Перми проживает в условиях негативного воздействия водного перорального фактора

(питьевой воды сети централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения). Являясь основным «реципиентом» негативного влияния последнего, именно население должно стать объектом пристального внимания и мер, направленных на снижение рисков для здоровья. Полученные результаты необходимо учитывать для принятия управленческих решений ТУ Роспотребнадзора по Пермскому краю для обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Доклад о развитии человеческого потенциала в Российской Федерации 2008: Россия перед демографическими вызовами./ Под ред. *А.Г. Вишневского, С.Н. Бобылева*. – М.: ПРООН, 2008. – 208 с.
2. Доклад о развитии человеческого потенциала в Российской Федерации 2006/2007./ Под ред. *С.Н. Бобылева, А.Л. Александровой*. – М.: Весь мир, 2007. – 144 с.
3. *Лосев, К.С.* Экологические проблемы и перспективы устойчивого развития России в XXI веке./ *К.С. Лосев*. – М.: Космоинформ, 2001. – 400 с.
4. Онищенко, Г.Г. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. / *Г.Г. Онищенко, С.М. Новиков, Ю.А. Рахманин* и др. / Под ред. *Рахманина Ю.А., Онищенко Г.Г.* – М.: НИИ ЭЧ и ГОС, 2002. – 408 с.

5. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.
6. Румянцев, Г.И. Современные проблемы оценки риска воздействия факторов окружающей среды на здоровье населения / Г.И. Румянцев, С.М. Новиков, Е.А. Шашина. – [http://erh.ru/n\\_pub/n\\_pub03.php](http://erh.ru/n_pub/n_pub03.php)

**ESTIMATION OF RISK TO HEALTH OF THE POPULATION AT IMPACT OF WATER PERORAL FACTOR OF INHABITANCY IN CONDITIONS OF LARGE INDUSTRIAL CENTRE FOR PROBLEMS OF SOCIALLY-HYGIENIC MONITORING (ON EXAMPLE OF PERM)**

© 2009 N.V. Zaytseva, S.V. Klein

Federal Scientific Centre of Medical-preventive technologies of Risk to Health of Population Management in Rospotrebnadzor, Perm  
Article is received 2009/10/08

Questions of the estimation of risk to health of the population at impact of the chemical substances acting with potable water from network of centralized economic-drinking water supply are considered. Generalization and analysis of potable water quality is executed. The quantitative characteristic of cancerogenic and not cancerogenic risk for children's and adult population of city is given. The priority chemical substances forming the greatest contributions to risk of health hazard are allocated. Zoning territory of city on risk of cancerogenic and not cancerogenic impacts of chemical substances in potable water from network of economic-drinking water supply is lead. It is shown, that all children's population (more than 137 thousand people) and almost all adult population (more than 806 thousand people) in large industrial Perm city lives in conditions of negative impact of water factor of inhabitancy which defines the raised level of chronic not cancerogenic and cancerogenic risk for health.

Key words: *risk to health of the population, quality of potable water, large industrial centre*

---

*Nina Zaytseva, Corresponding Member of RAMS, Doctor of Medicine, Professor, Director  
Svetlana Klein, Head of the Laboratory of Social-Hygienic Monitoring Methods. E-mail: [kleyln@ice.perm.ru](mailto:kleyln@ice.perm.ru)*