

ГИГИЕНА ОКРУЖАЮЩЕЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ

HYGIENE OF THE SURROUNDING AND WORKING ENVIRONMENT

УДК 614.777.628.1/3

© Н.В. Ерастова, А.В. Мельцер, А.В. Киселев, 2013

ГИГИЕНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ И ПРАКТИКА РАНЖИРОВАНИЯ ВОДОПРОВОДНЫХ СТАНЦИЙ ПО ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОДОПОДГОТОВКИ НА ОСНОВЕ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ БЕЗВРЕДНОСТИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

HYGIENIC JUSTIFICATION AND APPROBATION OF INTEGRAL ASSESSMENT OF CHEMICAL SAFETY OF DRINKING WATER FOR THE RANKING OF WATER SUPPLY STATIONS ON THE EFFICIENCY OF WATER TREATMENT

Н.В. Ерастова, А.В. Мельцер, А.В. Киселев

N.V. Erastova, A.V. Mel'tser, A.V. Kiselev

*Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова, Санкт-Петербург
North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint-Petersburg*

Контакт: Н.В. Ерастова, e-mail: Nataliya.Erastova@szgmu.ru

Выполнение интегральной оценки питьевой воды по показателям химической безвредности позволяет дифференцировать водопроводные станции по эффективности приготавливаемой питьевой воды, расставлять приоритеты для вложения средств в реализацию новых технологических решений. Результаты данной работы подтвердили приоритетность химических веществ, образующихся в результате хлорирования питьевой воды, для формирования перечней контролируемых показателей при проведении производственного контроля качества питьевой воды.

Ключевые слова: оценка риска, интегральная оценка питьевой воды, химическая безвредность, экспозиционные и референтные дозы.

The developed algorithm of calculation of the integral assessment of drinking water allows to differentiate hygienic assessment of purity of drinking water prepared at waterworks. The integral assessment of chemical safety of drinking water to allows assess the priorities of the funding of new technological solutions. The results of this work confirmed the great importance of chemical substances generated by the chlorination of drinking water for production quality control of drinking water.

Key words: risk assessment, integrated assessment of drinking water, chemical safety, exposition and reference doses.

Введение

Актуальным является совершенствование методических подходов к оценке качества питьевой воды, позволяющих осуществлять оптимальный выбор приоритетных мер повышения эффективности водоочистки, целенаправленной реконструкции и модернизации водопроводных систем для минимизации риска здоровью населения и получения максимального результата при минимальных или оптимальных затратах (Онищенко Г.Г., 2010; Рахманин Ю.А., 2010).

Цель исследования — обоснование ранжирования эффективности водоподготовки водопроводных станций на основе метода интегральной оценки питьевой воды по показателям химической безвредности.

Материалы и методы

Проведена оценка показателей химического загрязнения воды р. Невы для расчетов риска здоровью населения. [3]. При выборе оценочных показателей для расчетов в качестве основных критериев были приняты: характерность для сбрасываемых

в регионе веществ, класс опасности, лимитирующий показатель вредности, канцерогенность, степень превышения ПДК, частота обнаружения, тенденции к росту концентраций при длительном наблюдении [3, 4].

Апробация метода интегральной оценки питьевой воды по показателям химической безвредности проводилась на основных этапах водоподготовки водопроводных станций ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга»: Южной, Северной, Главной, Волковской и г. Колпино. Ранжирование водопроводных станций Санкт-Петербурга по эффективности водоподготовки выполнялось с использованием метода интегральной оценки питьевой воды по показателям химической безвредности [6]. Расчеты осуществлялись в динамике (2003, 2005, 2009, 2010 и 2011 гг.), с учетом сезонности и разграничения зон влияния водопроводных станций. В основу расчета рисков положены среднегодовые концентрации химических веществ, полученные в ходе производственного контроля ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга».

Результаты и обсуждение

Вода в Неве относится к природным водам повышенной цветности в пределах 20–60°, обусловленной содержанием сложных гуминовых веществ торфяного происхождения, другими ее особенностями являются большие фоновые значения окисляемости и слабая минерализация [2, 5, 7]. Значительное содержание в воде источника гуминовых веществ приводит к определенным трудностям при обработке питьевой воды, особенно при ее дезинфекции хлором, и, способствуя образованию в процессе хлорирования галогенсодержащих веществ, обладающих отдаленными биологическими эффектами, формирует повышенный риск для здоровья населения [1, 8].

На всем протяжении от Ладожского озера до Финского залива Нева испытывает значительную антропогенную нагрузку, включая неочищенные или недостаточно очищенные сточные воды от предприятий Санкт-Петербурга и Ленинградской области; смыв загрязнений с городских и сельских водосборных территорий; неудовлетворительное содержание береговых зон; нарушения режима зон санитарной охраны; судоходство [2, 7]. Несмотря на уменьшение объемов сброса неочищенных ливневых стоков за счет переключения ряда выпусков на очистные сооружения города, в водные объекты Санкт-Петербурга продолжает поступать значительный объем взвешенных веществ, нефтепродукты, цинк, марганец, никель, медь. В меньших количествах поступают соединения азота и фосфора, железо, свинец, хром, кобальт. Сезонные изменения качества воды в Неве касаются в основном мутности, цветности, окисляемости и щелочности [2, 7].

Система подачи и распределения воды в Санкт-Петербурге организована по принципу сочетания последовательного и параллельного территориального зонирования. Сформированы и развиваются три зоны водоснабжения города с пятью крупными станциями водоподготовки, осуществляющими водозабор из реки Невы: Главной (ГВС), Южной (ЮВС), Северной (СВС), Волковской (ВВС) и водопроводной станцией города Колпино «Корчми-

но» [5, 7]. Очистка воды на водопроводных станциях осуществляется по двум схемам: двухступенчатой, включающей отстаивание (1-я ступень) и фильтрацию (2-я ступень), и одноступенчатой – с применением барабанных сеток контактных осветлителей. Технологией обработки воды по двухступенчатой схеме предусмотрены предварительное аммонирование, обработка гипохлоритом воды, коагуляция ее сернокислым алюминием, флокуляция катионным флокулянтном, отстаивание и фильтрация на скорых фильтрах. Технология одноступенчатой очистки воды включает предварительную аммонизацию воды с вводом аммиака во всасывающие патрубки насосов I подъема, предварительное ее хлорирование и далее очистку воды на барабанных сетках, коагуляцию и фильтрование на контактных осветлителях.

Для достижения цели исследования использовались точки контроля на водозаборе и выходе со станции водоподготовки. В общей сложности в выборку показателей для последующих расчетов вошли результаты исследований на 57 показателей, включающие вещества с высокими классами опасности, санитарно-токсикологическим и органолептическим лимитирующими показателями вредности, канцерогены и неканцерогены, что позволило нам выполнить расчеты канцерогенного, неканцерогенного и органолептического рисков для получения интегральной оценки возможного негативного воздействия воды на здоровье населения.

Для расчета риска от воздействия химических веществ, обладающих органолептическим эффектом воздействия, было выбрано 17 показателей: алюминий, железо, рН, жесткость, запах, ионы аммония, марганец, медь, мутность, нефтепродукты, остаточный хлор, сульфаты, фенолы, хлориды, цветность, цинк, щелочность. Для расчета неканцерогенного риска отобрано 27 показателей. В ходе расчета риска по 17 показателям значения оказались малозначимы, что соответствовало значениям для интегральных расчетов. Поэтому для дальнейших расчетов было взято 10 показателей: барий, бор, бромдихлорметан, никель, нитраты, свинец, стронций, хлороформ, хром общий, четыреххлористый углерод. Для расчета канцерогенного риска нами использовались результаты исследований на 27 показателей, наиболее значимыми из которых являются свинец, никель, кадмий, мышьяк, медь, хлороформ, бромдихлорметан, четыреххлористый углерод, барий, ртуть, стронций, бериллий, хром, бор, бромформ, нитраты, нитриты, СПАВ, бенз(альфа)пирен, дибромхлорметан, трихлорэтилен, гамма-гексахлорциклогексан, 2,4-Д, n,n'- ДДД, n,n'- ДДЕ, n,n'- ДДТ.

Результаты расчета риска показали, что при сравнении значений приемлемого риска с фактическими расчетными величинами значения неканцерогенного и канцерогенного риска не превышали приемлемый уровень на выходе всех станций водоподготовки. При этом было отмечено, что вклад в суммарный канцерогенный риск в наибольшей степени определялся 5 веществами, 3 из которых являлись хлорсодержащими соединениями (хлороформ, бромдихлорметан, четыреххлористый углерод). Кроме того, в ходе анализа полученных результатов было отмечено

увеличение значений суммарного канцерогенного риска в процессе водоподготовки, что также связано с воздействием химических веществ, образующихся

при проведении хлорирования, в том числе хлороформа, четыреххлористого углерода, бромдихлорметана, что отражено в таблице.

Значения риска от воздействия химических веществ, обладающих канцерогенным эффектом

Химическое вещество	Водозабор	Выход со станции	Сеть
Бромдихлорметан	6,73143E-08	1,49686E-06	1,54E-06
Свинец	0,000001222	1,39657E-06	1,18E-06
Хлороформ	5,40286E-08	2,10014E-06	2,09E-06
Хром общий	0,000006	0	0
Четыреххлористый углерод	0,000000182	4,485E-07	3,34E-07
Суммарный риск	7,52534E-06	5,44207E-06	5,15E-06

Далее были оценены суммарные риски от воздействия веществ, обладающих органолептическим, неканцерогенным и канцерогенным воздействием, с последующим расчетом интегральных показателей для каждой станции водоподготовки. Результаты интегральной оценки безвредности питьевой воды и выполненное на ее основе ранжирование водопроводных станций по результатам исследования питьевой воды за 2011 г. позволили установить, что приемлемость органолептического, неканцерогенного и канцерогенного риска достигнута на всех станциях водоподготовки.

Полученные значения интегральных показателей позволили ранжировать водопроводные станции по степени гигиенической доброкачественности (безвредности) питьевой воды. При этом результаты ранжирования свидетельствуют о более высокой эффективности водоочистки на ЮВС, характеризующейся самым низким и, следовательно, лучшим интегральным показателем безвредности питьевой воды – 1,02, соответствующим первому рангу. Наиболее высокое значение интегрального показателя, соответствующее пятому рангу, отмечено на выходе с СВС – 1,91. ГВС, ВВС и станция г. Колпино распределены на втором, третьем и четвертом ранговых местах соответственно. Таким образом, проведенное ранжирование водопроводных станций показало, что принятие мер по совершенствованию технологического водоподготовки целесообразно и гигиенически обоснованно осуществлять на СВС.

Заключение

Результаты исследования показали, что использование интегральных показателей позволяет оценивать эффективность внедряемых технологий водоподготовки, расставлять приоритеты для вложения средств в реализацию новых технических решений. Проведенная интегральная оценка питьевой воды по показателям химической безвредности позволила не только подтвердить гигиеническую обоснованность реализуемых ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» мероприятий, но и определить наиболее эффектив-

ные направления модернизации водохозяйственного комплекса, актуализировать перечень контролируемых показателей, оптимизировать контроль качества воды. Результаты работы подтвердили приоритетность химических веществ, образующихся в результате хлорирования питьевой воды при формировании перечней контролируемых показателей для целей производственного контроля качества питьевой воды.

На основе проведенных нами исследований ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» было рекомендовано осуществить переход от гиперхлорирования питьевой воды при неблагоприятных условиях на водоисточнике на иные способы обеззараживания, в том числе преозонирование, ультрафиолетовое облучение. Была обоснована приоритетность модернизации водопроводных станций ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга», заключающаяся в переходе на современную двухступенчатую технологию водоподготовки, предварительное окисление озонем органических веществ, содержащихся в природной воде, для улучшения коагуляции.

Литература

1. Иксанова Т.И. Гигиеническая оценка комплексного действия хлороформа питьевой воды / Т.И. Иксанова [и др.] // Гигиена и санитария. – 2006. – № 2. – С. 8–12.
2. Ерастова Н.В. Гигиеническое обоснование профилактических мер для обеспечения населения г. Санкт-Петербурга питьевой водой высокого качества / Н.В. Ерастова, А.В. Мельцер // Анализ риска здоровью. – 2013. – № 1. – С. 52–57.
3. Ерастова Н.В. Научное обоснование формирования перечня мониторируемых показателей питьевой воды для веществ, обладающих канцерогенным эффектом воздействия / Н.В. Ерастова [и др.] // Актуальные направления развития социально-гигиенического мониторинга и анализа риска здоровью: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием / под ред. акад. РАМН Г.Г. Онищенко, акад. РАМН

Н.В. Зайцевой. — Пермь: Книжный формат, 2013. — С. 27–31.

4. *Красовский Г.Н.* Гигиенические основы формирования перечней показателей для оценки и контроля безопасности питьевой воды / Г.Н. Красовский [и др.]. // Гигиена и санитария. — 2010. — № 4. — С. 8–12.

5. *Мельцер А.В.* Интегральная оценка питьевой воды по показателям химической безвредности на основе методологии оценки риска для здоровья населения, апробированная на водопроводных станциях ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» / А.В. Мельцер [и др.]. // Гигиенические и медико-профилактические технологии управления рисками здоровью населения: матер. 2-й Всероссийской науч.-практ. конф. с междунар. участием / под общ. ред. акад. РАМН Г.Г.Онищенко, чл.-корр. РАМН

Н.В.Зайцевой. — Пермь: Книжный формат, 2011. — С. 158–161.

6. *Методические* рекомендации МР 2.1.4.0032-11. «Интегральная оценка питьевой воды централизованных систем водоснабжения по показателям химической безвредности». — 2011. — 31 с.

7. *Онищенко Г.Г.* Бенчмаркинг качества питьевой воды / Г.Г. Онищенко [и др.]. — СПб.: Новый журнал, 2010. — 432 с.: ил.

8. *Сайфутдинов М.М.* Особенности формирования хлорорганических соединений в питьевой воде / М.М. Сайфутдинов [и др.]. // Материалы XI Всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей: сборник статей. Том II / под ред. акад. РАМН проф. Г.Г.Онищенко, акад. РАМН проф. А.И. Потапова. — М., Ярославль: Канцлер, 2012. — С. 227–229.