АНАЛИЗ РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ, ОБУСЛОВЛЕННОГО ПИТЬЕВОЙ ВОДОЙ, В ОДНОМ ИЗ ГОРОДОВ ЮЖНОГО УРАЛА.

Л.Г. Коньшина, В. Л. Лежнин

*Институт промышленной экологии
Уральского отделения РАН*

Екатеринбург, Россия

Город Карабаш Челябинской области построен в районе месторождения медной руды.

В состав руды, кроме меди, в большом количестве входят: цинк, серебро, сера, барий, бериллий, мышьяк, марганец, теллур, свинец, селен, сурьма, хром, кадмий, кобальт, золото, галлий, германий индий, скандий, осмий и таллий.

В течение десятилетий жители города в питьевых целях использовали местные водоисточники.

Естественные водоупоры в районе города отсутствуют, и между горизонтами подземных вод существует гидравлическая связь.

Централизованное водоснабжение города организовано из удаленных поверхностных водоисточников, расположенных вне пределов Карабашской зоны опустынивания - это озеро Серебры и Киалимское водохранилище. Часть населения по-прежнему пользуется колодцами, скважинами и родниками.

Озеро Серебры находится у северной границы города.

Киалимское водохранилище в 8 км от города на юго-запад на р.Большой Киалим.

Серебрянский водопровод обеспечивает водой северную часть города с населением 2,5 тысячи человек.

Киалимский водопровод снабжает водой около 7 тысяч человек.

Пять тысяч человек для питьевых целей берут воду из 12 родников и более 70 действующих колодцев и скважин.

Состав воды характерен для областей Урала: повышенные уровни железа и марганца, низкое содержание йода и фтора. В воде также отмечаются более высокие, чем кларковые, а в отдельных случаях и чем рекомендуемые уровни мышьяка, кадмия, свинца, ртути, меди, цинка, никеля, кобальта, бария, селена.

Доминирующим источником загрязнения в районе являлся Карабашский медеплавильный комбинат.

В 80-е годы комбинатом в атмосферу выбрасывалось свыше 160 – 180 тыс. тонн в год вредных веществ.

Из них порядка 90% приходилось на диоксид серы.

Выбрасываемые сернистые соединения способствовали образованию кислотных осадков и переводу в водорастворимые формы таких относительно инертных элементов, как железо и алюминий. Кроме того, в составе выбросов присутствовали свинец, медь, цинк, мышьяк и т.д.

В силу особенностей ветрового режима, подавляющая часть выбросов оседала в ближайших окрестностях.

Почвы города, в порядке убывания отношения концентрации к фоновому уровню загрязнены веществами:

- ртуть (коэффициент от 128 до 210),
- медь (от 40 до 100),
- сурьма (от 20 до 60) ,
- серебро (от 20 до 50),
- свинец (от 20-40),
- мышьяк (от 15 до 30),
- висмут (от 10 до 30),
- цинк (от 5 до 15),
- никель (от 3 до 10).

Большинство почв в радиусе 15-20 километров от медеплавильного комбината непригодно для выращивания овощей и ягод. Сочетание элементов в почвах Карабаша почти полностью соответствует вещественному составу перерабатываемых медеплавильным комбинатом колчеданных руд.

Цель и задачи исследования:

Оценка токсической опасности и канцерогенного риска здоровью населения города Карабаш, обусловленных химическим составом питьевой воды.

Пробы воды отбирались в 44 точках – из 19 колодцев, скважин, родников, а также 25 водопроводных колонок, кранов, пищеблоков в шести детских садах и шести школах во все сезоны.

В пробах питьевой воды определялись 42 показателя.

На основе среднегодовых концентраций химических веществ в пробах воды был выполнен расчет среднесуточных доз, коэффициентов и индексов токсической опасности, канцерогенного риска.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Средние концентрации, как правило, не выходят за пределы рекомендованных значений (WHO, 2011), однако максимальные уровни нередко в несколько раз выше.

Содержание нитратов в скважинах может превышать лимит до 10 раз, никеля и свинца – в 2 раза, мышьяка – до 3,5 раз.

Химический состав питьевой воды (средние / max), мг/л

Показатели	WHO	Киалимский водопровод	Серебрянский водопровод	Колодцы, скважины, родники
нитраты	50,0	1,6 / 2,7	0,89 / 1,7	20,1 / 502,2
хром -VI	-	0,006 / 0,007	0,005 / 0,006	<0,005 / 0,007
марганец	-	0,016 / 0,09	0,018 / 0,052	0,01 / 0,27
железо	-	0,26 / 0,49	0,11 / 0,22	0,10 / 0,45
медь	2,0	0,006 / 0,06	0,016/0,03	0,012 / 0,049
цинк	-	0,02 / 0,15	0,12 / 0,55	0,19 / 1,76
мышьяк	0,01	0,001 / 0,001	0,007 / 0,009	0,004 / 0,036
кадмий	0,003	4,59E-05 / 23E-05	0,00043 / 0,0016	0,0002 / 0,0016
свинец	0,01	0,0007 / 0,0016	0,0057 / 0,0234	0,0006 / 0,0042
барий	0,7	0,01 / 0,01	0,06 / 0,08	0,03 / 0,12
никель	0,07	0,002 / 0,005	0,001 / 0,002	0,030 / 0,13
ртуть	0,006	0,0001 / 0,0002	<0,0001 / 0,0006	0,0001 / 0,0003
сурьма	0,02	0,001/ 0,001	0,003/ 0,004	<0,001 / 0,002
хлороформ	0,3	1,86E-03 / 3,12E-03	1,03E-03 / 1,25E-03	-
1,2-дихлорэтан	0,03	3,81E-03 / 4,08E-03	3,47E-03 / 3,49E-03	-
тетрахлорметан	0,004	4,9E-05 / 5,15E-05	5,12E-05 / 5,14E-05	-

В водопроводной воде минерализация практически всегда ниже 100 мг/л, а в отдельных скважинах и колодцах она доходит до полутора тысяч.

В воде колодцев уровни марганца, цинка, мышьяка, бария могут быть на порядок выше, чем в водопроводной воде. Что касается свинца, то наивысшие концентрации этого металла обнаружены в воде из озера Серебры.

Наиболее значимые концентрации металлов и мышьяка определяются в колодезной и скважинной воде и воде, подаваемой Серебрянским водопроводом.

В отдельных пробах найдены значимые концентрации ртути – до 0,00059 мг/л.

Колебания между уровнями некоторых металлов, например никеля, достигают двух порядков;

различия по марганцу - почти 3-х порядков;

по кобальту - до 15 раз.

по меди разброс концентраций в основном находится в пределах 10 раз.

На основе среднегодовых концентраций был выполнен расчет среднесуточных доз, коэффициентов и индексов токсической опасности, канцерогенного риска.

Токсическая опасность питьевой воды

Определение токсической опасности воды для населения осуществлялось с использованием коэффициентов и индексов опасности (HQ и HI соответственно).

Показатели были вычислены для всех возрастных групп.

Значительные коэффициенты опасности для детей установлены для нитратов, мышьяка и сурьмы. Они создают низкую токсическую опасность. У остальных веществ значения коэффициентов, как правило, были менее 0,1

Коэффициенты и индексы опасности (дети 0-6 лет)

	Киалимский водопровод	Серебрянский водопровод	колодцы, скважины, родники
нитраты	0,06	0,04	0,82
хром-VI	0,12	0,11	0,00
никель	0,01	0,00	0,10
медь	0,01	0,06	0,04
мышьяк	0,24	1,50	0,83
кадмий	0,01	0,06	0,03
сурьма	0,00	0,49	0,00
свинец	0,01	0,11	0,01
дихлорэтан	0,09	0,08	0,00
ИИ	0,64	2,58	1,93

Основная токсическая опасность обусловлена присутствием в воде соединений мышьяка и нитратов. Для нитратов в индивидуальных источниках водоснабжения риск достигает 0,8, для мышьяка при использовании воды Серебрянского водопровода – 1,5, для сурьмы – 0,5.

Неблагоприятное влияние кадмия ($HQ=0,06$), свинца ($HQ=0,11$) невелико.

Индекс опасности от присутствия суммы металлов в воде

- Киалимского водопровода – 0,13-0,24,
- Серебрянского водопровода – 0,54-0,95,
- децентрализованных источников – 0,16-0,28.

В связи с этим одновременное действие комплекса металлов может играть роль в возникновении неблагоприятных эффектов.

Индексы опасности для детей колеблются от 0,64 до 2,58.

Для взрослого населения показатели ниже, чем для детей.

Суммарная токсическая опасность в районах, снабжаемых водой из озера Серебры в 3-4 раза выше, чем у жителей, получающих воду из Киалимского водопровода, и несколько превышает средний уровень риска для населения, пользующегося водой из скважин, родников и колодцев.

В целом, при употреблении в питьевых целях воды из Киалимского водохранилища практически отсутствует вероятность развития токсических эффектов – допустимый уровень. Уровень токсичности от употребления воды из озера Серебры и источников децентрализованного водоснабжения оценивается как низкий.

Учитывая, что токсиканты обладают органо- и системотропностью, установлено, что наиболее высокий уровень токсической нагрузки существует для систем пищеварения, кровообращения, нервной, эндокринной, иммунной и кожи, но расценивается как низкий.

Канцерогенный риск

В воде, получаемой населением города Карабаш, присутствует ряд веществ, обладающих канцерогенными свойствами:

- это Be, Cr-VI, As, Cd, Pb,
- хлорорганические соединения:
хлороформ, четыреххлористый углерод, дихлорэтан.

Индивидуальный пожизненный канцерогенный риск, связанный с употреблением питьевой воды из Серебрянского водопровода в три раза превосходит канцерогенную опасность использования воды из Киалимского водопровода и в два с лишним раза риск употребления воды из нецентрализованных источников водоснабжения.

Индивидуальный канцерогенный риск (ICR)

	Киалимский водопровод	Серебрянский водопровод	колодцы, скважины, родники
бериллий	7,89E-07	3,0E-07	4,16E-07
хром – 6	3,89E-05	3,51E-05	0
мышьяк	2,67E-05	1,69E-04	9,41E-05
кадмий	2,86E-07	2,69E-06	1,28E-06
свинец	5,51E-07	4,41E-06	4,71E-07
хлороформ	1,86E-07	1,0E-07	0
дихлорэтан	5,69E-06	5,17E-06	0
тетрахлорметан	1,05E-07	1,1E-07	0
Сумма	7,32E-05	2,17E-04	9,63E-05

Величина канцерогенного риска из всех источников водоснабжения выше общепринятого безопасного уровня ($1*10^{-6}$).

Уровень риска от употребления воды Киалимского водохранилища и индивидуальных скважин - считается приемлемым.

Канцерогенный риск на уровне более $1 \cdot 10^{-4}$ (озеро Серебры) является опасным и считается неприемлемым для сохранения здоровья населения.

Основными веществами, ответственными за канцерогенный риск во всех источниках водоснабжения, выступают соединения мышьяка и хрома. На хлорорганические соединения приходится от 2,5% до 8,2% риска.

Структура канцерогенного риска, %%

	Киалимский водопровод	Серебрянский водопровод	колодцы, скважины, родники
бериллий	1,1	0,1	0,0
хром - 6	53,1	16,2	0,0
мышьяк	36,5	77,9	97,8
кадмий	0,4	1,2	1,4
свинец	0,7	2,0	0,6
хлороформ	0,3	0,1	0,0
дихлорэтан	7,8	2,4	0,0
тетрахлорметан	0,1	0,1	0,0
Всего	100,0	100,0	100,0

Выводы:

1. Наибольшую токсическую опасность представляет употребление воды из Серебрянского водопровода и источников децентрализованного водоснабжения.

2. Присутствующие в значительных количествах в питьевой воде: мышьяк, нитраты, комплекс металлов и хлорорганические соединения - могут приводить к хроническим нарушениям здоровья.

3. Максимальной канцерогенной опасностью обладает вода Серебрянского водопровода. Канцерогенный риск характеризуется как неприемлемый. Основной риск обусловлен соединениями мышьяка, хрома и дихлорэтана.

Благодарю за внимание!