

БЕЗОПАСНОСТЬ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ г. БАРНАУЛА

Дана оценка качества воды р. Оби в районе второго водозабора г. Барнаула по гидрохимическим и микробиологическим показателям. Проанализирована возможность загрязнения речной воды в районе водозабора синезелёными водорослями. Оценены риски здоровью населения г. Барнаула при употреблении питьевой воды.

Введение

Доступность качественной питьевой воды — одна из актуальных проблем современности. В соответствии с санитарно-эпидемиологическими требованиями питьевая вода, поставляемая населению, должна быть безопасной в эпидемиологическом и радиационном отношении, безвредной по химическому составу, должна иметь приятные органолептические свойства. Основными причинами низкого качества питьевой воды являются продолжающееся техногенное загрязнение поверхностных и подземных вод, отсутствие или не надлежащее состояние зон санитарной охраны водоемных объектов, использование старых технологических решений, низкое санитарно-техническое состояние существующих водопроводных сетей и сооружений [1].

Питьевая вода является одним из основных факторов формирования здоровья и качества жизни населения. В Алтайском крае в 2012 г. доля проб питьевой воды в распределительной сети централизованного водоснабжения, не соответствующих гигиеническим нормативам, по санитарно-химическим показателям составила 12,4 %, микробиологическим показателям — 2 %. Превышений гигиенических нормативов по паразитологическим показателям не зарегистрировано [2]. Большое значение для здоровья человека играет как качество, так и количество употребляемой питьевой воды. Количество водопроводной воды на 1 человека в сутки в Алтайском крае составляет (в

литрах): в городах от 250 до 350; в районных центрах от 180 до 200; в сельских населенных пунктах от 20 до 100 л. Из 1446 водопроводов края только в трех городах — Барнауле, Рубцовске, Камне-на-Оби в качестве источника водоснабжения используют поверхностные воды, в остальных — подземные.

В последние 5 лет продолжает оставаться крайне актуальной проблема низкого качества воды поверхностных источников централизованного водоснабжения городов Барнаула и Камня-на-Оби по санитарно-микробиологическим показателям [3].

В связи с этим целью работы является оценка безопасности питьевой воды г. Барнаула.

Для реализации цели были поставлены следующие задачи: оценить качество вод р. Оби в районе второго водозабора г. Барнаула по гидрохимическим и микробиологическим показателям; смоделировать засорение воды в районе второго речного водозабора синезелёными водорослями; оценить риски здоровью населения г. Барнаула при употреблении питьевой воды.

Объекты исследования — речная вода вблизи речного водозабора г. Барнаула и питьевая вода, подающаяся в систему централизованного водоснабжения города.

Результаты и их обсуждение

Оценка качества вод р. Оби проводилась за 2009–2011 гг. Данные для анализа предоставлены аттестованной аккредитованной лабораторией ООО «Барнаульский Водоканал».

Динамика гидрохимических показателей в воде р. Оби в районе второго речного водозабора

Взвешенные вещества в течение года существенно изменяются. В период устойчивой зимней межени содержание их в воде незначительно (3–7 мг/л), но в период половодья возможно увеличение взвешенных веществ до 65 мг/л (апрель). В летний период их величина составляет 20–40 мг/л.

Е.С. Яценко*, кандидат биологических наук, доцент кафедры «Безопасность жизнедеятельности в техносфере», ФГБОУ ВПО Алтайский государственный университет

С.В. Ощепков, студент химического факультета, ФГБОУ ВПО Алтайский государственный университет

*Адрес для корреспонденции: mlprx@mail.ru

Изменение минерализации воды и концентрации основных ионов имеет четко выраженный сезонный характер. Минимальные концентрации наблюдаются в весенний паводок — 85-110 мг/л, максимальные достигаются в подледный период — до 217 мг/л.

Показатель рН за весь период исследований практически не изменяется (7,8-8,1).

Содержание хлоридов в воде незначительно (3-10 мг/л) и имеет сезонную динамику — их концентрация уменьшается в безледный период. Содержание ионов аммония в подледный период изменяется в пределах $< 0,05-0,1$ мг/л. Резкое увеличение концентрации ионов аммония в мае и августе не достоверно, но высокая вариабельность признака свидетельствует о поступлении антропогенных загрязнителей.

Содержание нитритов в годовом разрезе можно характеризовать как резко меняющееся ($< 0,003-0,025$ мг/л). Достоверное увеличение концентрации нитритов в феврале, апреле, сентябре и высокая вариабельность признака в эти месяцы свидетельствует о сбросах и смыве с полей фильтрации во время дождевых паводков из населенных пунктов, которые находятся выше второго речного водозабора по течению реки.

Нитраты постоянно тестируются в пробах воды р. Оби. Их концентрация изменяется от $< 0,44$ мг/л в паводок до 3,5 мг/л в подледный период. Перманганатная окисляемость максимальных значений достигает в период половодья (до 5 мг O_2 /л), что объясняется смывом органически загрязнителей с поверхности водосбора.

Максимальные значения биологического потребления кислорода (**БПК₅**) достигает в апреле и мае (до 3,5 мг O_2 /л). В этот период происходит максимальное поступление различных загрязнителей, в т.ч. и органических со всей поверхности водосбора. На подъеме и спаде половодья его значения колеблются от 1,5 до 2,2 мг O_2 /л. При осенне-зимней межени величина **БПК₅** является устойчивой и составляет 0,65-1,6 мг O_2 /л. Увеличение **БПК₅** в подледный период (февраль) свидетельствует о сбросах сточных вод населенных пунктов, расположенных выше по течению реки. Влияние сбросов особенно заметно в подледный период, который характеризуется самыми низкими уровнями воды и, как следствие, минимальным разбавлением стоков и низкой способностью к самоочищению, т.к. температуре воды в это период в среднем составляет $+0,4$ °С.

Ключевые слова: безопасность питьевой воды, риски, качество речной воды

Все исследуемые гидрохимические показатели вод р. Оби в районе второго речного водозабора не превышают допустимые значения для водоемов первой категории водопользования [4].

Динамика микробиологического загрязнения р. Оби в районе второго речного водозабора г. Барнаула

Комплексная оценка качества водоема не возможна без исследований индикаторных видов — общих колиформных бактерий.

Содержание общих колиформных бактерий (**ОКБ**) в течение года значительно меняется, достигая максимальных значений в подледный период (800 \pm 240 КОЕ/100мл). В 2009 г. концентрации в паводок были самыми высокими за период исследования — 600 \pm 130 КОЕ/100мл. Содержание термотолерантных колиформных бактерий (**ТКБ**) в январе изменяется от 500 до 1000 КОЕ/100мл, что значительно превышает допустимые значения — 100 КОЕ/100мл. Превышение допустимых значений по ТКБ отмечено также в паводковый период — до 400 КОЕ/100мл. Таким образом, ОКБ и ТКБ являются важнейшими показателями, несущими информацию о загрязнении водоема вследствие хозяйственной деятельности. Они наглядно демонстрируют негативное антропогенное воздействие на р. Обь в районе второго речного водозабора, откуда речная вода поступает на водопроводные сооружения г. Барнаула. При увеличении ОКБ в речной воде, в ходе водоподготовки увеличивается количество хлора, используемого для обеззараживания воды, что негативно сказывается на здоровье потребителей воды и качестве водопроводных сетей.

Сине-зеленые водоросли встречаются в планктоне поверхностных водоемов и в прибрежном бентосе. Многие сине-зеленые водоросли положительно реагируют на присутствие органических соединений, в т.ч. азотистых. Человек чувствителен к действию токсинов сине-зеленых водорослей, которые влияют на желудочно-кишечный тракт, систему дыхания и кожу. Действие водорослей на человека может быть и косвенным — через рыбу, животных и растения.

Анализ загрязнения сине-зелёными водорослями речной воды в районе второго водозабора проводился с помощью автоматизированной системы мониторинга и контроля открытых водозаборов. Данная система, благодаря небольшому количеству исходных параметров, оперативно и достоверно оценивает возможность загрязнения.

Таблица 1

Оценка угрозы засорения водозаборов сине-зелёными водорослями за 2011 г.

Месяц	Температура воды, °С	Солёность воды, %	Содержание общего азота, мг/л	Содержание общего фосфора, мг/л
Январь	0,3	0,21	0,9	0,1
Февраль	0,4	0,22	1,0	0,1
Март	0,3	0,19	0,9	0,1
Апрель	0,3	0,20	0,9	0,1
Май	11	0,12	0,5	0,1
Июнь	21	0,09	0,4	0,17
Июль	20	0,10	0,3	0,17
Август	21	0,12	0,2	0,19
Сентябрь	14	0,13	0,2	0,19
Октябрь	9	0,14	0,3	0,1
Ноябрь	3	0,14	0,4	0,1
Декабрь	0,4	0,18	0,7	0,1

В меню программы вводились следующие параметры: температура воды; солёность воды; содержание общего азота в воде; содержание общего фосфора в воде; количество дней, при которых ветер был в одном направлении; глубина водозабора от поверхности воды.

Из табл. 1 видно, что вышеуказанные показатели программы анализа имеют сезонные изменения. Так, в холодное время года, с декабря по апрель, наблюдается низкая температура воды и наименьшие концен-

трации общего фосфора, но наибольшая за год солёность воды и наибольшие значения концентрации общего азота. В тёплое время года, с июня по сентябрь, при повышении температуры воды концентрация фосфора значительно увеличилась, но наблюдается сезонный спад концентрации общего азота, что не приводит к благоприятным условиям для образования водорослей.

Таким образом, за весь исследуемый период засорение второго речного водозабора г. Барнаула сине-зелёными водорослями не обнаружено; это объясняется тем, что при относительно высоком содержании азота низкая температура воды является ограничивающим фактором для роста водорослей, а в тёплый период содержание азота в воде не достаточно для их активного размножения.

Питьевая вода г. Барнаула проходит круглосуточную, многоступенчатую систему очистки, обеззараживания и контроля качества питьевой воды. Центральная аналитическая лаборатория предприятия ООО «Барнаульский водоканал» дает заключения о качестве только что поднятой воды, которой еще предстоит пройти стадии очистки и обеззараживания, и уже «готовой» питьевой воды. Специальный отдел лаборатории за сутки выполняет 80 микробиологических и свыше 1 тысячи химических анализов воды.

Качество питьевой воды, прошедшей все стадии очистки и обеззараживания, перед подачей в водопроводные сети города исследуется каждые 30 мин на содержание

Таблица 2

Показатели качества питьевой воды г. Барнаула (усредненные данные за 2011 г.)

Показатели	ПДК, мг/л	Концентрация, мг/л
ПАВ	0,5	<0,015
Алюминий	0,2	<0,04
Фенольный индекс	0,25	<0,1
Железо	0,3	<0,1
Марганец	0,1	<0,002
Молибден	0,25	<0,025
Мышьяк	0,05	<0,005
Хром	0,05	<0,025
Фториды	1,5	<0,1
Селен	0,01	<0,0001
Окисляемость перманганатная	5,0	0,53
Аммиак	2,0	0,05
Нитраты	45	2,8
Нитриты	3,0	0,003
Сульфаты	500	13,2
Хлориды	350	6,8

Таблица 3

Оценка неканцерогенного риска

Показатели	Средняя доза, мг/кг	Референтная доза, мг/кг	Коэффициент опасности	Критический орган, система
Алюминий	$<11 \cdot 10^{-4}$	$57 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-1}$	ЦНС
Аммиак	$<14 \cdot 10^{-4}$	$57 \cdot 10^{-3}$	$25 \cdot 10^{-3}$	Почки
Железо	$<29 \cdot 10^{-4}$	$86 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{-1}$	Кожный покров
Марганец	$<57 \cdot 10^{-6}$	$29 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-2}$	ЦНС
Молибден	$<71 \cdot 10^{-5}$	$71 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-1}$	Почки
Мышьяк	$<14 \cdot 10^{-5}$	$14 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-1}$	ЦНС
Нитраты	$8 \cdot 10^{-2}$	$13 \cdot 10^{-1}$	$62 \cdot 10^{-3}$	Печень
Нитриты	$86 \cdot 10^{-6}$	$86 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-3}$	Ж/к тракт
Окисляемость перманганатная	$14 \cdot 10^{-3}$	$14 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-1}$	Печень
ПАВ	$<43 \cdot 10^{-5}$	$14 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-2}$	Почки
Селен	$<29 \cdot 10^{-7}$	$29 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-2}$	Печень
Сульфаты	$38 \cdot 10^{-2}$	14	$26 \cdot 10^{-3}$	Ж/к тракт
Фенольный индекс	$<29 \cdot 10^{-4}$	$71 \cdot 10^{-4}$	$4 \cdot 10^{-1}$	ЦНС
Фториды	$<29 \cdot 10^{-4}$	$43 \cdot 10^{-3}$	$67 \cdot 10^{-3}$	Костный скелет
Хлориды	$19 \cdot 10^{-2}$	10	$19 \cdot 10^{-3}$	Почки
Хром	$<71 \cdot 10^{-5}$	$14 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-1}$	Ж/к тракт
Суммарный риск		НИ общий	$19 \cdot 10^{-1}$	
		НИ почки	$17 \cdot 10^{-2}$	
		НИ ЦНС	$72 \cdot 10^{-2}$	
		НИ кожный покров	$3 \cdot 10^{-1}$	
		НИ костный скелет	$67 \cdot 10^{-3}$	
		НИ печень	$17 \cdot 10^{-2}$	
		НИ ж/к тракт	$53 \cdot 10^{-2}$	

хлора, ежечасно — на мутность, и не менее двух раз в сутки вода исследуется на цветность, вкус и привкусы. В обязательном порядке проходят исследования на остатки реагентов, которые используются для очистки воды. Всего питьевая вода перед тем, как попасть в водопроводные сети, исследуется по 65 показателям.

Анализ риска здоровья населения проводился по методике [5].

В процессе анализа, производимого по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду, были проанализированы шестнадцать показателей качества питьевой воды. Воздействие данных веществ было условно разделено на шесть групп: действующие на почки; на печень; на желудочно-кишечный тракт; на центральную нервную систему; на кожный покров; на костный скелет.

Из табл. 2 видно, что ни один из показателей не превышает предельно допустимую концентрацию; из этого следует, что питьевая вода, подаваемая в город, стандартная [6].

Характеристика риска развития неканцерогенных эффектов осуществляется путем сравнения фактических уровней экспозиции с безопасными уровнями воздействия.

Характеристика риска развития неканцерогенных эффектов для отдельных веществ проводится на основе расчета коэффициента опасности по формуле (1):

$$HQ = AD/RfD, 1$$

где HQ — коэффициент опасности; AD — средняя доза, мг/кг; RfD — референтная (безопасная) доза, мг/кг.

Коэффициент опасности (HQ) — отношение воздействующей дозы (или концентрации) химического вещества к его безопасному (референтному) уровню воздействия.

Характеристика риска развития неканцерогенных эффектов при комбинированном и комплексном воздействии химических соединений проводится на основе расчета индекса опасности.

Индекс опасности для условий одновременного поступления нескольких веществ одним и тем же путем (пероральным) рассчитывается по формуле (2):

$$HI = \sum HQ_i, 2$$

где HI — индекс опасности; HQ_i — коэффициенты опасности для отдельных компонентов смеси воздействующих веществ.

Расчет индексов опасности целесообразно проводить с учетом критических органов, поражаемых исследуемыми веществами, т.к. при воздействии компонентов смеси на одни и те же органы человека наиболее вероятным типом их комбинированного действия является суммация (аддитивность) [5].

Анализ по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, поступающих с питьевой водой, приведен в табл. 3:

Из данных табл. 3 видно, что величина коэффициента опасности больше 10^{-1} у таких показателей, как окисляемость перманганатная, фенольный индекс, алюминий, железо и хром. Остальным показателям присущ минимальный неканцерогенный риск, которым можно пренебречь, и эти вещества можно исключить из первоначального списка анализируемых веществ. При употреблении питьевой воды населением г. Барнаула критическими органами (системами) являются: центральная нервная система, желудочно-кишечный тракт и кожный покров.

Заключение

Качества воды р. Оби в районе второго водозабора г. Барнаула по гидрохимическим показателям соответствует нормативам; микробиологические показатели ОКБ и ТКБ в подледный период превышают допустимые значения. Угрозы засорения вод р. Оби у второго речного водозабора г. Барнаула синезелеными водорослями нет.

Из анализа рисков здоровью населения жителей г. Барнаула следует, что приоритетными показателями загрязнения питьевой воды являются: окисляемость перманганатная, фенольный индекс, алюминий, железо и хром. Вероятность развития у человека вредных эффектов при ежедневном поступлении веществ с питьевой водой в течение жизни незначительна и такое воздействие характеризуется как допустимое. Питьевая вода, подаваемая в г. Барнаул через систему централизованного водоснабжения, является безопасной.

Литература

1. Онищенко Г.Г. Состояние питьевого водоснабжения в Российской Федерации: проблемы и пути решения // Мат. V науч. — практич. конф. Питьевые воды Сибири. Барнаул: Изд-во «Пять плюс», 2010. С. 3–23.
2. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды в Алтайском крае в 2012 году». Барнаул: Изд-во «Концепт», 2013. 144 с.
3. Салдан И.П. Проблемы питьевого водоснабжения населения Алтайского края / И.П. Салдан, О.Н. Коршунова // Мат. V науч. — практич. конф. «Питьевые воды Сибири». Барнаул: Изд-во «Пять плюс», 2010. С. 57–64.
4. СанПиН 2.1.5.980–00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод». Введ. 1–01–2001. М.: Минздрав России, 2000. 24 с.
5. Р 2.1.10.1920–04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду». — Введ. 05–03–2004. М.: Минздрав России, 2004. 340 с.
6. СанПиН 2.1.4.1074–01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества» Введ. — 01–01–2002. М.: Минздрав России, 2002. 87 с.

E.S. Yatsenko, S.V. Oshchepkov

SAFETY OF DRINKING WATER OF THE BARNAUL CITY

Water quality of the Ob River near the second water intake of the Barnaul was estimated on hydrochemical and microbiological parameters. The possibility of contamination of river water in the intake by blue-green algae was analyzed. Risks for human health after drinking the water were evaluated.

Key words: raised safety of drinking water, risks, quality of river water