

Тулина Л.М., Карпенко И.Л., Бархатова Л.А., Зеленина Л.В., Осиян С.А., Фролов А.Б.
Оренбургская государственная медицинская академия

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ФАКТОРОВ И УСЛОВИЙ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ КАЧЕСТВО ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

Данная статья посвящена актуальной проблеме современной гигиены – оценке качества питьевой воды и ее влияния на здоровье населения. В работе дана санитарно-гигиеническая характеристика источников водоснабжения, проведена сравнительная оценка качества питьевой воды после очистки на водозаборах и качества воды, непосредственно поступающей к потребителю. Установлены источники загрязнения питьевой воды и приоритетные загрязнители, оказывающие непосредственное влияние на состояние здоровья населения.

Учитывая чрезвычайную биологическую и хозяйственную ценность воды для человека, значительно возрастает роль мер, направленных на сохранение водных ресурсов, поддержание необходимой чистоты водоемов, обеспечение населения водой питьевого качества [1, 2]. В г. Оренбурге для водоснабжения населения используются воды самой крупной реки области Урал и главного ее притока Сакмары.

В данные водные объекты постоянно идет сброс отработанной воды, образующейся в результате ее использования населением и различными отраслями промышленности. Основной объем сбрасываемых загрязненных сточных вод (90,6%) поступает в водные объекты бассейна реки Урал.

В р. Урал в районе г. Орска осуществляется сброс сточных вод 9 предприятий, наиболее крупные из них – АО «Орскнефтехим», Орское отделение ЮУЖД, Орско-Халиловский металлургический комбинат и Гайский горно-обогатительный комбинат.

Далее по течению река Урал достигает г. Оренбурга, где загрязняется сточными водами городской станции аэрации, сточными водами АО «Оренбургэнерго», а также поверхностным стоком с сельскохозяйственных полей и населенных пунктов Оренбургского района. В составе сточных вод: азот аммонийный и нитритный, цинк, медь, железо общее, нефтепродукты, хлориды, сульфаты, сухой остаток и взвешенные вещества.

Проведя оценку качества поверхностных вод р. Урал и р. Сакмары [3], необходимо отметить следующее: загрязнение поверхностных вод выявлено на всех участках рек, связанных с деятельностью промышленных предприятий и городских агломераций, сельскохозяйственных и коммунальных объектов. Все водные объекты, на которых ведутся гидрохимические

наблюдения, загрязняются хлоридами и сульфатами, аммонийным и нитритным азотом, легкоокисляемыми органическими веществами по БПК-5, соединениями меди, цинка, железа, нефтепродуктами и хлорорганическими пестицидами.

Более чем в 50% отобранных проб наблюдаются превышения предельно допустимых концентраций.

Анализ обобщенных данных за 4 года (отобрано 354 пробы воды, проведено более 13 806 исследований) позволяет выделить приоритетные показатели качества воды данных водоисточников.

Как видно из таблицы 1, уровень загрязнения воды в р. Урал выше, чем в реке Сакмаре, по содержанию хлоридов в 1,7 раза ($p<0,001$), концентрации нитритов, синтетических поверхностно-активных веществ и марганца в 2 раза ($p>0,05$).

Река Сакмары характеризуется большим содержанием взвешенных веществ – в 1,6 раза, азота аммиака в 2,5 раза, нитратов в 1,4 и меди в 1,7 раза ($p>0,05$).

При сравнении наиболее важных показателей, уровень которых контролировался за весь анализируемый период с ПДК необходимо выделить такие показатели как взвешенные вещества, по которому отмечается превышение в 32 раза в р. Урал и в 52 раза в р. Сакмаре, ВПК – на 73% в р. Урал и на 79% в р. Сакмаре, ХПК – на 10% в р. Урал и на 4% в р. Сакмаре.

Установлено, что суммарное содержание веществ, нормируемых по токсикологическому признаку вредности, в воде Урала было выше на 5% и не превышало допустимый уровень. Суммарное химическое загрязнение воды в нем выше на 13,4%.

Контролирующими органами практически не ведется наблюдение за содержанием органи-

Таблица 1. Характеристика уровней загрязнения воды рек Урал и Сакмары за 2000-2003 гг. ($M \pm t$)

Показатель	ПДК	р. Урал	р. Сакмары
Взвешенные в-ва	0,25 мг/дм ³	8,00 ± 3,73	13,06 ± 5,67**
ВПК	2мгО ₂ /дм ³	3,46 ± 0,27	3,57 ± 0,39
Окисляемость	5мгО ₂ /дм ³	4,72 ± 0,25	4,42 ± 0,42
ХПК	15 мгО ₂ /дм ³	16,54 ± 0,77	15,53 ± 0,94
Жесткость	7	5,75 ± 0,16	5,58 ± 0,20
Сухой остаток	1000 мг/л	511,99 ± 13,1*	464,75 ± 16,15
Железо	0,3 мг/л	0,15 ± 0,03	0,14 ± 0,03
Хлориды	350 мг/л	92,46 ± 4,33***	54,79 ± 3,47
Сульфаты	500 мг/л	119,23 ± 7,57	110,56 ± 3,47
Азот аммиака	2,0 мг/л	0,004 ± 0,002	0,01 ± 3,47
Азот нитритов	3,3 мг/л	0,02 ± 0,01	0,01 ± 3,47
Азот нитратов	45 мг/л	5,56 ± 0,63	7,85 ± 3,47
Фтор	1,2 мг/л	0,23 ± 0,01	0,22 ± 3,47
СПАВ	0,5 мг/л	0,02 ± 0,004	0,01 ± 3,47
Нефтепродукты	0,3 мг/л	0,02 ± 0,005	0,02 ± 3,47
Медь	1 мг/л	0,006 ± 0,001	0,01 ± 0,001
Свинец	0,03 мг/л	0,001 ± 0,0004	0
Цинк	1 мг/л	0,023 ± 0,003	0,02 ± 0,004
Никель	0,02 мг/л	0,01 ± 0,001	0,01 ± 0,001
Марганец	0,1 мг/л	0,004 ± 0,001	0,002 ± 0,001
К сум. (токс)		0,87	0,83
К сум. (общ)		1,96	1,72

ческих веществ, однако по данным МГУ им. Ломоносова, в исследованных ими в 1993 г. зимних и паводковых пробах воды р. Урал идентифицировано 230 органических соединений, на 54 из которых имеются нормативы. Превышение ПДК от 1,5 до 13 раз обнаружено по 12 химическим веществам: дихлорэтилен, ацетальдегид, хлороформ, этиловый эфир, нитро-метан, циклогексан, хлорбензол, 1,3-дихлорбензол, бензальдегид, фенол, ди-фенил, ди-Н-бутилфталат. При аварийных ситуациях на промпредприятиях, расположенных выше по течению р. Урал, загрязняющие вещества достигают г. Оренбурга. В 1991 г. отмечалось до 74 ПДК по фенолу и в декабре 2001 г. до 18 ПДК по нефтепродуктам.

Более поздними исследованиями (2001 г.) кафедры экологии и природопользования ОГУ в р. Урал были обнаружены ГХЦГ – 0,7-2,3 ПДК, ДДТ -1,0-1,9 ПДК, дикофол 1,0-7,8 ПДК, нефтепродукты 1,0-1,2 ПДК. В р. Сакмаре концентрации этих же веществ были несколько выше и составляли – ГХЦГ – 1,0-2,4 ПДК, ДДТ – 1,2-2,2 ПДК, дикофол – 0,7-3,0 ПДК, нефтепродукты – 1,0-1,6 ПДК.

Таким образом, проведенный гигиенический анализ позволил установить высокий уровень химической нагрузки на водные объекты в черте г. Оренбурга. Это в свою очередь

предъявляет высокие требования к качеству очистки воды на водозаборных сооружениях.

Водоснабжение г. Оренбурга, без учета пригородных поселков, осуществляется из 17 водозаборных сооружений, часть из которых зачеканена, что приводит к смешиванию воды из разных источников. Кроме указанных общегородских водозаборов имеются 42 ведомственные водяные скважины, которые снабжают водой предприятия и часть прилегающих к ним жилых зданий.

Основное водоснабжение города осуществляют следующие наиболее крупные водозаборы: Ивановский, Новосакмарский (НСВ), Уральский подрусловый (УПВ), Открытый уральский (ОУВ), Старосакмарский (ССВ). Остальные водозаборы – заводов РТИ, НМЗ, Авиагородка, ПО «Стрела» – являются менее мощными по добыче и по количеству обслуживаемого населения.

Жители Ленинского района получают воду с Открытого уральского и Уральского подруслового водозаборов с преимущественным влиянием первого. Население Центрального района обеспечивается водой также преимущественно с Открытого Уральского водозабора и частично с Уральского подруслового и ведомственного водозабора ПО «Стрела». Водоснабжение Дзержинского района осуществляется в настоящий момент только из Ново-сакмарского водозабора. Водоснабжение Промышленного района до 2002 года осуществлялось следующими водозаборами – Старосакмарским, Уральским подрусловым, ведомственными водозаборами завода РТИ, Нефтемаслозавода, но преимущественное влияние оказывал Старосакмарский водозабор. С октября 2002 года водоснабжение Промышленного района осуществляется Ивановским водозабором, водозабором завода РТИ.

Учитывая, что население использует для потребления воду из разных источников, был проведен анализ средних уровней содержания в питьевой воде поллютантов [5] с учетом основных эксплуатирующихся в городе водозаборов за 4 года (2000-2003).

Приоритетными показателями качества питьевой воды в г. Оренбурге (таблица 2) являются общая жесткость (1,25 ПДК) и сухой остаток, среднее содержание которого составило

0,85 ПДК. Относительно высоким является содержание хлоридов, сульфатов, никеля, нитратов и марганца, по которым в воде ряда водоизаборов регистрируется превышение ПДК. Суммарное содержание веществ с санитарно-токсикологическим лимитирующим признаком вредности несколько превышало гигиенический норматив.

Наибольшая жесткость воды отмечается в воде водозаборов РТИ – 1,7 ПДК (98,4% нестандартных проб), Авиагородка – 1,6 ПДК (96,5%), ССВ -1,67 ПДК (90,4%), «Стрела» – 1,3 ПДК (83,3%), ОПНМЗ – 1,3 ПДК (81,6%) и УПВ – 1,1 ПДК (60%).

Высокие концентрации сухого остатка отмечаются в воде следующих водозаборов: «Стрела» – 0,98 ПДК, ОПНМЗ – 0,94 ПДК, Авиагородка – 0,79 ПДК. Всего за исследуемый период 19,4% проб не соответствовали допустимым нормам по содержанию сухого остатка. Наибольшее количество нестандартных проб отмечается на водозаборе РТИ – 84% и ССВ – 68%.

Наибольшие концентрации хлоридов отмечались в воде ССВ – 0,95 ПДК и водозабора РТИ – 0,78 ПДК. Среднегодовые концентрации сульфатов не превышали ПДК как в целом по городу, так и по всем водозаборам.

Содержание марганца в питьевой воде подвержено колебаниям в течение наблюдаемого периода времени, но не превышает допустимых концентраций. Наибольшая средняя концентрация марганца зарегистрирована в воде УПВ (2,2 ПДК).

При анализе среднего содержания железа в питьевой воде превышения ПДК не выявлено. Наибольшие концентрации отмечаются в воде УПВ – 0,85 ПДК.

При сравнении концентраций загрязняющих веществ на головных сооружениях водозаборов г. Оренбурга с содержанием этих веществ в воде источников обнаружено, что зачастую после водоподготовки показатели ухудшились: по жесткости в 1,5, сухому остатку в 1,7, хлоридам в 2,4, сульфатам в 1,9, нитратам в 2,2 раза, концентрация марганца возросла в 10,7 раза. Это свидетельствует об ухудшении качества воды на этапе между источником и подачей воды в распределительную сеть.

На следующем этапе для химических веществ 1-го и 2-го классов опасности, нормируемых по санитарно-токсикологическому признаку вредности, была рассчитана сумма отношений обнаруженных концентраций каждого из них к величине его ПДК.

Суммарный токсикологический показатель не превышал допустимых норм ($K_{\text{ток}} < 1$), за ис-

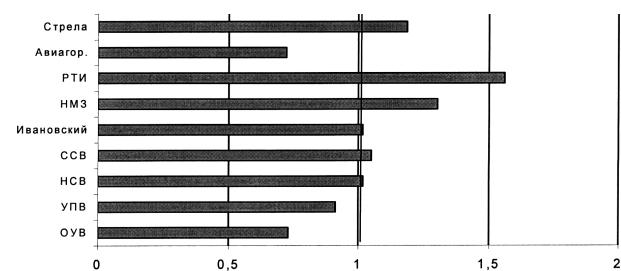


Рисунок 1. Токсический коэффициент нагрузки водозаборов

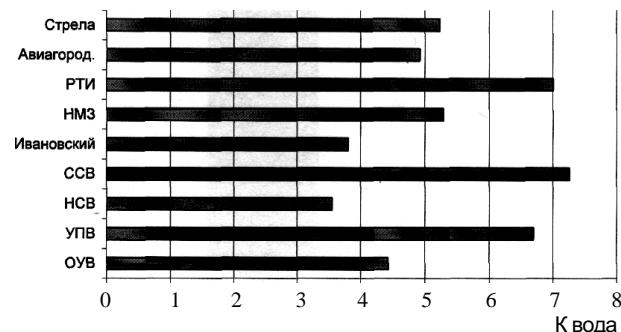


Рисунок 2. Суммарный коэффициент нагрузки ($K_{\text{вода}}$) водозаборов

Таблица 2. Характеристика уровней загрязнения питьевой воды в г. Оренбурге за 2000-2003 гг. (в долях ПДК)

Наименование	Средние значения (M)	Стандартная ошибка (т)	Ранг
Жесткость	1,25	0,07	1
Сухой остаток	0,85	0,05	2
Хлориды	0,51	0,06	3
Сульфаты	0,43	0,04	4
Оксисляемость	0,39	0,04	5
Никель	0,39	0,19	6
Нитраты	0,32	0,05	7
Марганец	0,32	0,25	8
Железо	0,18	0,65	9
Фтор	0,15	0,02	10
Мутность	0,15	0,02	11
Селен	0,14	0,06	12
Стронций	0,13	0,01	13
Кадмий	0,02	0,001	14
Цинк	0,02	0,004	15
Медь	0,01	0,001	16
Нефть	0,01	0,001	17
Свинец	0,001	0,001	18
Суммарные показатели			
Вещества 1-2 класса опасности (сан.-токс.)	1,05	0,31	
Квода	5,35	1,41	

ключением водозабора завода РТИ – 1,6, водозабора НМЗ – 1,35 и ПО «Стрела» – 1,25 (рис. 2).

Аналогичным образом был рассчитан суммарный показатель загрязнения питьевой воды – К вода (рис. 2).

Расчет суммарного коэффициента нагрузки (К вода) выявил высокое суммарное содержание химических веществ на следующих водозаборах: ССВ, УПВ, завод РТИ.

Для поддержания баланса в водоснабжении разных районов города при снижении мощности того или иного водозабора задействованы перемычки в водопроводах. В части районов города осуществляется смешанное водоснабжение из разных водозаборов. Кроме того, городская распределительная сеть не везде находится в удовлетворительном состоянии. Поэтому представлялось важным оценить качество воды непосредственно в местах водозабора в жилой зоне. Проведенный химический анализ в выбранных 5 контрольных точках в разных районах города позволил определить химическую нагрузку, учитывающую все определяемые показатели.

Результаты контроля качества питьевой воды в районах города представлены в таблице 3.

Анализ показал превышение ПДК по жесткости в Промышленном районе – 1,33 ПДК. По другим показателям превышение ПДК не зарегистрировано, но высокие показатели жесткости отмечаются в Дзержинском и Ленинском районах города; сухого остатка, никеля, сульфатов, бора и нитратов – в Промышленном районе; марганца, хлоридов, никеля, железа и нефтепродуктов – в Ленинском районе; железа, ПАВ и мутности – в Центральном районе. Кадмий, свинец, хром, барий и бериллий не обнаружены ни в одной пробе воды.

По мере увеличения антропогенной нагрузки меняется количественное содержание химических веществ в водоисточниках по сравнению с природным их содержанием, недостаточная эффективность работы барьерных сооружений для очистки питьевой воды и неудовлетворительное санитарное состояние (в некоторых местах аварийное) разводящей сети привели к тому, что содержание химических веществ увеличивается по мере продвижения питьевой воды к потребителю.

Таблица 3. Качество питьевой воды в распределительной сети (в долях ПДК, М+т)

Показатели	Центральный	Дзержинский	Ленинский	Промышленный	Достоверность различий
Жесткость	0,85±0,03	0,96±0,03	0,95±0,03	1,33±0,12	P4-2,3<0,01; P4-10,001
Минерализация	0,53±0,02	0,61±0,02	0,61±0,06	0,88±0,08	P4-2,3<0,01; P4-10,001
Мутность	0,36±0,08	0,11±0,03	0,25±0,05	0,15±0,04	P1-2,40,05
Хлориды	0,25±0,01	0,30±0,02	0,45±0,01	0,41±0,03	P3,4-1,20,001
Сульфаты	0,25±0,01	0,28±0,02	0,35±0,01	0,50±0,06	P3,4-1,20,001
Никель	0,32±0,003	0,57±0,02	0,51±0,02	0,69±0,01	P4-1,2,30,001; P2-1,40,01;
Нитраты	0,17±0,02	0,23±0,03	0,37±0,03	0,43±0,07	P3,4-1,20,001
Марганец	0,08±0,03	0	0,71±0,17	0,1±0,07	P3-1,2,40,001; P1-20,05
Бор	0,35±0,05	0,39±0,09	0,26±0,03	0,45±0,13	
Железо	0,20±0,08	0	0,26±0,08	0,1±0,01	P1,3-2<0,01
Нефтепродукты	0,21±0,05	0,24±0,06	0,35±0,1	0,19±0,08	
Ксум. воды	9,40±0,51	7,69±0,49	9,87±0,66	8,13±0,94	P1,30,001; P3-20,05

Таблица 4. Средние уровни содержания канцерогенов в питьевой воде (к ПДК)

Показатели	Центральный	Дзержинский	Ленинский	Промышленный	Достоверность различий
Тетрахлорометан	0,39±0,15	0,49±0,15	1,42±0,5	1,46±0,22	P4<0,001; P4-1,2<0,01
Хлороформ	0,13±0,05	0,22±0,09	0,03±0,002	0,16±0,04	P4-3<0,001
Никель	0,32±0,02	0,57±0,08	0,51±0,09	0,69±0,07	P2-1<0,01

Примечание: Квода канц* – суммарное загрязнение питьевой воды канцерогенами

Питьевую воду из разводящей сети районов города исследовали на содержание таких канцерогенов, как никель, кадмий, бериллий, хром, мышьяк, свинец, четыреххлористый углерод и хлороформ [4, 6]. Кадмий, бериллий, хром, мышьяк и свинец в питьевой воде не обнаружены. Уровень содержания других канцерогенов представлен в таблице 4.

Суммарный уровень загрязнения питьевой воды канцерогенами в Промышленном районе достоверно выше, чем в Центральном ($p<0,001$), из-за высокого содержания четыреххлористого углерода и никеля. Также высоко суммарное загрязнение питьевой воды канцерогенами в Ленинском районе из-за высокого содержания четыреххлористого углерода и в Дзержинском районе из-за высокого содержания никеля. Следует отметить, в разводящей сети периодически регистрируются концентрации четыреххлористого углерода, превышающие ПДК. В Промышленном районе максимально зарегистрированные концентрации составили 5-6 ПДК, в Ленинском – 3 ПДК.

Результаты настоящей работы позволяют сделать следующие выводы:

1. Загрязнение поверхностных вод р. Урал и р. Сакмары выявлено на всех участках, связанных с деятельностью промышленных предприятий и городских агломераций, сельскохозяйственных и коммунальных объектов. Данные водные объекты загрязняются химическими веществами органического и неорганического происхождения.

2. Анализ качества воды на водозаборах г. Оренбурга выявил превышение ПДК по показателю жесткости и высокое суммарное содержание веществ 1 и 2-го классов опаснос-

ти. Более низкое качество питьевой воды обнаружено на водозаборах малой мощности, по дающих воду преимущественно жителям Промышленного района.

3. Оценка качества воды в разводящей сети показала, что наиболее высокий уровень содержания химических веществ обнаруживается в Промышленном и Ленинском районах, в этих же районах отмечаются повышенные концентрации канцерогенных веществ.

4. По мере продвижения питьевой воды к потребителю по водопроводным сооружениям содержание химических веществ увеличивается.

Список использованной литературы:

1. Боев В.М., Верещагин Н.Н., Скачкова М.А., Быстрых В.В., Скачков М.В. Экология человека на урбанизированных и сельских территориях. – Оренбург, 2003. – 391 с.
2. Быстрых В.В., Боев В.М., Кириллов В.Н. Гигиеническая характеристика питьевой воды как фактора риска // Тез. докл. научно-технич. конференции «Экологическая защита городов». – М., 1996. – С. 108-110.
3. ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого водопользования и культурно-бытового водопользования».
4. Ревич Б.А. Загрязнение окружающей среды. – М.: Изд-во МНЭПУ, 2001. – 263с.
5. СанПиН 2.1.4.1074-01. «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества».
6. Худолей В.В. Канцерогены: характеристики, закономерности, механизмы действия. – СПб., 1999. – 419 с.