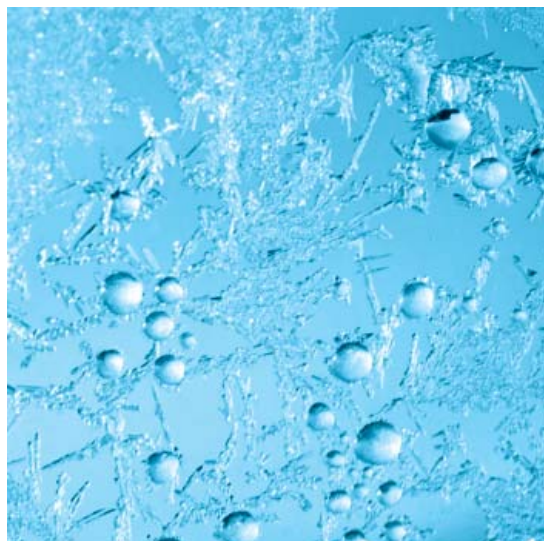


ЭКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОДЫ ИЗ СКВАЖИН И КОЛОДЦЕВ общего пользования в г. Уссурийск

Проведена сравнительная оценка качества питьевой воды из источников децентрализованного водоснабжения г. Уссурийск по химическим и микробиологическим показателям. Определена величина потенциальной опасности воды и риска для здоровья населения. Установлено, что качество питьевой воды водоисточников не соответствует санитарно-гигиеническим нормативам по отдельным показателям. Оценка качества воды показала, что вода скважинных водозаборов является менее опасной для здоровья человека, чем вода колодцев общего пользования.



Введение

Обеспечение населения России качественной питьевой водой является для многих регионов страны одной из приоритетных задач, решение которой предопределяет сохранение здоровья населения. Поскольку значительная часть рек и озер России утратили свое значение как источников питьевого водоснабжения, для этих целей в отдельных регионах используются подземные воды [1, 2]. Их широкое использование для хозяйственно-питьевых нужд ставит ряд задач, связанных с выявлением их качества, физиологической полноценности, изучением химического состава и анализом причин его изменения в процессе эксплуатации.

Современный уровень экологической опасности в городах подразумевает наличие реального риска для здоровья людей при употреблении питьевой воды. Поэтому проблема обеспечения населения питьевой водой нормативного качества и в достаточном количестве стала в настоящее время одной из главных для г. Уссурийск, использующего для хозяйственно-питьевого водоснабжения поверхностные и подземные источники.

Л.Т. Ковековдова*,
доктор биологических наук, доцент кафедры экологии, ФГАОУ ВПО Дальневосточный федеральный университет

Д.А. Ключников,
старший преподаватель кафедры естественно-научного образования, ФГАОУ ВПО Дальневосточный федеральный университет

Население г. Уссурийск Приморского края обеспечивается питьевой водой из нескольких источников: Раковского водохранилища, Славянского скважинного водозабора, одиночных эксплуатационных скважин и колодцев общего пользования (по централизованному типу охвачено 95 % населения, 5 % населения (около 8 тыс.) используют воду из децентрализованных водоисточников).

Эколого-гигиеническая оценка качества вод Раковского водохранилища регулярно проводится «Центром гигиены и эпидемиологии в Приморском крае в г. Уссурийск», качество же воды из скважин и колодцев города практически не оценивается [3].

Целью работы являлась оценка качества воды источников децентрализованного водоснабжения г. Уссурийск и потенциальной опасности её использования для здоровья людей.

* Адрес для корреспонденции: kovekovdova@mail.ru

В задачи работы входило:

- ♦ определить физико-химические свойства (показатели) вод;
- ♦ оценить качество вод по микробиологическим показателям;
- ♦ рассчитать величину потенциальной опасности вод децентрализованных источников водоснабжения для здоровья людей.

Материалы и методы исследования

Исследовано качество вод 6 колодцев общего пользования и 4 скважин, расположенных на территории г. Уссурийск за период 2010-2011 гг. (рис. 1).

Количественная оценка органолептических показателей проводилась в соответствии с ГОСТ 3351-74.

Жесткость воды, общую минерализацию (сухой остаток) определяли весовым методом по ГОСТ Р 52029-2003.

Содержание Cl^- определяли с использованием объемного метода (ПНДФ 14.1:2.111-97); SO_4^{2-} , NO_3^- , NO_2^- – фотометрическим методом на приборе КФК-2М; содержание металлов (K, Ca, Mg, Zn, Pb, Cd, Cu, Fe, Mn, Ni) – атомно-абсорбционным методом на спектрофотометре «Shimadzu» AA-6800.

Ключевые слова:

питьевая вода,
водоснабжение,
потенциальный риск

Для оценки качества воды по микробиологическим показателям определяли количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов в 1 мл, общие колиформные бактерии (ОКБ) и термотолерантные колиформные бактерии в 100 мл. Выделение бактерий и подсчет общего микробного числа (ОМЧ) проводили в соответствии с ПНДФ 14.1:2.214-06.

Величину потенциальной опасности (ПО) вычисляли по методике эколого-гигиенической оценки интегрального качества воды и риска здоровью населения [4].

Результаты и их обсуждение

Средние значения химических показателей воды скважинных водозаборов соответствовали нормативным требованиям, предъявляемым к качеству питьевой воды, за исключение содержания железа (табл. 1). Повышенные концентрации железа в воде обусловлены геохимической ситуацией в районе исследования [5].

В ходе исследования качества воды колодцев общего пользования выявили, что вода в колодце № 6 соответствовала нормативам по химическим показателям. Среднее значение концентрации свинца в отобранных пробах

Рис. 1. Карта-схема расположения источников водоснабжения.



Средние значения химических показателей в водах источников децентрализованного водоснабжения г. Уссурийск (2010–2011 гг.), мг/дм³

Источники водоснабжения	Число измерений	Показатели										
		Свинец	Никель	Кадмий	Медь	Цинк	Железо	Марганец	Нитриты	Нитраты	Хлориды	Сульфаты
Колодец № 1	10	0,020±0,005	0,04±0,01	0,0010±0,0003	0,10±0,02	0,05±0,01	0,35±0,09	0,020±0,005	2,7±0,7	41±10	130,5±32,6	65,8±16,3
Колодец № 2	10	0,020±0,005	0,08±0,02	0,0020±0,0005	н/о	0,05±0,01	0,21±0,05	0,04±0,01	2,4±0,6	32±8	24,5±6,1	86,2±21,6
Колодец № 3	9	0,010±0,002	0,010±0,002	0,0006±0,0001	0,02±0,005	4,3±1,1	0,33±0,08	0,010±0,002	1,3±0,3	24±6	57,7±14,4	16,9±4,3
Колодец № 4	10	0,050±0,010	0,04±0,01	0,0004±0,0001	0,030±0,007	1,00±0,25	0,04±0,01	0,030±0,007	0,70±0,17	1,1±0,3	32±8	13±3,2
Колодец № 5	10	0,060±0,010	0,030±0,007	0,0010±0,0003	0,060±0,015	1,80±0,45	0,23±0,06	0,020±0,005	0,20±0,05	32±8	31±07,8	22,4±5,6
Колодец № 6	10	0,010±0,002	0,030±0,007	0,0010±0,0003	0,02±0,005	1,00±0,25	0,10±0,02	0,04±0,01	0,90±0,23	2,4±0,6	60,6±15,2	73,7±18,4
Скважина № 1	8	0,030±0,007	0,0020±0,0005	0,0010±0,0003	0,70±0,18	0,60±0,15	14,5±3,6	1,50±0,37	1,70±0,42	9,5±2,4	53,7±13,4	55,6±13,9
Скважина № 2	8	0,020±0,005	0,0005±0,0001	0,0010±0,0003	0,010±0,003	1,30±0,33	1,4±0,3	0,070±0,018	н/о	3,6±0,9	15,4±3,8	39,7±9,9
Скважина № 3	8	0,030±0,007	0,0006±0,0001	0,0010±0,0003	0,030±0,007	1,00±0,25	0,60±0,15	0,0050±0,0001	н/о	1,7±0,4	24,4±6,1	48,6±12,2
Скважина № 4	8	0,010±0,003	0,0010±0,0003	0,0010±0,0003	0,020±0,005	0,80±0,005	0,60±0,15	0,030±0,007	1,2±0,3	2,7±0,7	19,4±4,8	29,9±7,5
ПДК (ГН 2.1.5.1315-03)		0,03	0,1	0,001	1	5	0,3	0,1	3,3	45	350	500

Примечание: «н/о» – не обнаружено, ниже предела обнаружения; «±» – стандартное отклонение.

питьевой воды в колодцах № 4 и 5 превышало ПДК в 1,6-2 раза, соответственно. В колодце № 2 содержание кадмия превышало ПДК в 2 раза. Небольшое превышение концентрации железа отмечено в колодце № 1 (в 1,2 раза) и № 3 (в 1,1 раза). Максимальное содержание марганца, превышающее ПДК в 4 раза, отмечено в воде колодца № 2. Во всех колодцах общего пользования концентрации нитритов, нитратов, хлоридов, сульфатов, никеля, цинка и меди за период исследования были меньше предельно допустимых уровней.

Анализ результатов исследования качества воды по органолептическим показателям в районе водозаборов г. Уссурийск показал соответствие нормативам.

Критерий «физиологической полноценности» вод определяется способностью обеспечения организма необходимыми в физиологическом отношении макро- и микроэлементами в оптимальных количествах (т.е. не только максимально допустимых, но и минимально необходимых уровней содержания их в питьевой воде) [6].

Для определения степени физиологической полноценности вод скважинных водозаборов и общественных колодцев города провели сравнительную оценку следующих показателей: общая минерализация, жесткость, содержание калия, магния, натрия, сульфатов, хлоридов (табл. 2).

Питьевая вода по показателю жесткости всех исследованных источников децентрализованного водоснабжения характеризуется как «средне жесткая», а по показателю общей минерализации – «пресная», что соответствует оптимальному содержанию физиологически полноценной питьевой воды. Значение жесткости, определенное в воде скважин № 2 и № 3, превышало оптимально допустимую норму при невысоких значениях содержания кальция и магния, что можно объяснить преобладанием временной карбонатной жесткостью, которая обусловлена присутствием наряду с кальцием, магнием и железом гидрокарбонатных анионов.

Особое значение для организма человека имеют ионы кальция и магния как основной структурный компонент в формировании опорных тканей [7, 8]. В воде всех источников децентрализованного питьевого водоснабжения концентрации магния и кальция находились в пределах физиологического оптимума.

Бактериологический анализ воды колодцев общего пользования показал, что вода из исследуемых источников не соответствовала санитарно-гигиеническим нормативам по содержанию ОМЧ, за исключением колодца

Таблица 2

Средние значения показателей, характеризующих физиологическую полноценность питьевых вод источников децентрализованного водоснабжения г. Уссурийск (2010-2011 гг.), мг/дм³

Источник водоснабжения	Число измерений	Показатели			
		Сухой остаток	Жесткость	Mg	Ca
Колодец № 1	10	641,2±160	5,8±1,4	12±03	42±10,5
Колодец № 2	10	822,5±205,6	4,4±1,1	7,1±1,8	16,9±4,2
Колодец № 3	9	590±147,5	6,8±1,6	10,4±2,6	13±3,2
Колодец № 4	10	411,2±102,8	6,4±1,6	11,0±2,8	23,4±5,8
Колодец № 5	10	687,5±171,9	4,7±1,2	11,8±2,9	73,7±18,4
Колодец № 6	10	490±122,5	5,6±1,4	10,4±2,6	18±4,5
Скважина № 1	8	578,7±144,5	5,8±1,4	16,3±4,1	45,5±11,4
Скважина № 2	8	260±65	7,4±1,8	13,2±3,3	12,8±3,2
Скважина № 3	8	390±97,5	8,5±2,1	13,5±3,4	10,5±2,6
Скважина № 4	8	401,2±100,3	6,5±1,6	11,0±2,8	19,8±4,9
ПДК (ГН 2.1.5.1315-03)		1000	7	60	10-50

Примечание: «н/о» – не обнаружено, ниже предела обнаружения; «±» - стандартное отклонение.

№ 4 и 5 (табл. 3). Это обусловлено неудовлетворительным состоянием водозаборных сооружений и недостаточной защищенностью водоносных горизонтов. Вода скважинных водозаборов соответствует гигиеническим требованиям по микробиологическим показателям.

Величина ПО воды и риска здоровью населения включает определение коэффициентов, которые характеризуют: K₁ (вклад в ПО воды 20 % или 0,2 в долях от 1) – благоприятность по физическим и органолептическим свойствам (запах, привкус, цветность, мутность, а также концентрации металлов (Zn²⁺, Cu_{общ}, Fe_{общ}, Mn_{общ}); K₂ (30 %, 0,3) – безвредность по химическому составу (NO²⁻, NO³⁻); K₃ (30 %, 0,3) – физиологическую полноценность по содержанию минеральных веществ и микроэлементов (сухой остаток, общая минерализация, жесткость, SO₄²⁻, Cl⁻, Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺); K₄ (20 %, 0,2) – безопасность в эпидемиологическом отношении (ОМЧ, ТКБ, ОКБ и др.). Количественное разнообразие показателей, выраженное через ПО питьевой воды, согласно методике эколого-гигиенической оценке интегрального качества воды и риска здоровью населения, принимается за единицу и позволяет дать их обобщенную гигиеническую оценку [4]. Чем больше содержащихся в воде загрязняющих веществ и выше их концентрация, тем ближе показатель качества (ПО) воды к единице и, следовательно, качество воды хуже, т.е. тем потенциально опаснее её употребление.

Заключение

Наибольшие средние значения ПО от употребления питьевой воды децентрализованных источников водоснабжения наблюдались в воде колодцев № 1-3, где величина ПО находилась в интервале от 0,7 до 0,8 (рис. 2). Величина ПО источников № 4 и № 6 составила 0,3-0,5, что позволяет отнести по критериям оценки качества воды к классу «условно доброкачественная питьевая вода». ПО качества воды скважинных водозаборов № 1-3 находилась в диапазоне 0,6-0,7 долей от единицы, что обусловлено несоответствием качества воды по показателям физиологической полноценности. Вода из скважины № 4 соответствовала нормативным требованиям по всем четырем критериям ее оценки.

Таким образом, химический и микробиологический анализ питьевой воды источников децентрализованного водоснабжения в г. Уссурийск показал, что вода исследованных колодцев общего пользования не соответствовала санитарно-гигиеническим нормативам по содержанию целого ряда веществ. Это обстоятельство связано с неудовлетворительным техническим состоянием колодцев и недостаточной защищенностью от поверхностных стоков в зонах антропогенной нагрузки. Потенциальная оценка качества питьевой воды (по контролируемым показателям) показала, что вода скважинных водозаборов является менее опасной для здоровья человека, чем вода колодцев общего пользования.

Таблица 3

Средние значения микробиологических показателей воды источников децентрализованного водоснабжения г. Уссурийск (2010-2011 гг.)

Показатели	Единицы измерения	Источник водоснабжения								Гигиенический норматив (СанПиН 2.1.4.11750-02)		
		Колодец № 1	Колодец № 2	Колодец № 3	Колодец № 4	Колодец № 5	Колодец № 6	Скважина № 1	Скважина № 2		Скважина № 3	Скважина № 4
ОМЧ	Число образующихся колоний бактерий в 1 мл	126	172	154	13	90	112	40	4	13	2	100
ТКБ	Число бактерий в 100 мл	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	отс.
ОКБ	Число бактерий в 100 мл	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	отс.

Примечание: «-» отсутствие.

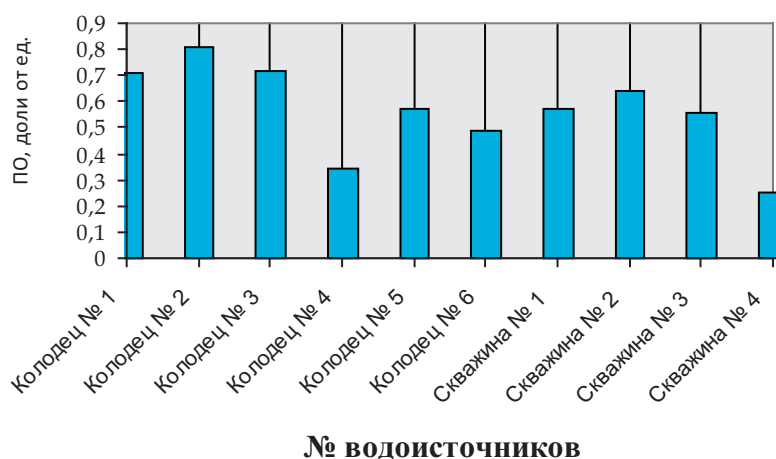


Рис. 2 Изменение величины ПО качества вод источников децентрализованного водоснабжения.

Литература

1. Онищенко Г.Г. Состояние питьевого водоснабжения населения Российской Федерации и меры по его улучшению // *Здравоохранение Российской Федерации*. 2007. № 4. С. 3–9.
2. Лопатин С.А. Современные проблемы водоснабжения мегаполисов и некоторые перспективные пути их решения / С.А. Лопатин, В.И. Нарыков, К.К. Раевский и др. // *Гигиена и санитария*. 2004. № 3. С. 19–24.
3. Проблемы обеспечения населения Приморского края питьевой водой и пути их решения. Региональная целевая программа «Обеспечение населения Приморского края питьевой водой». Владивосток: Дальнаука, 2000. 184 с.

4. Методика эколого-гигиенической оценки интегрального качества воды и риска здоровью населения. утв. Минздравом РФ 18.01.2002 г. Иваново Санкт-Петербург, 2002. 74 с.
5. Голембовская А.Н. Эксплуатационная разведка пресных подземных вод Славянского водозабора для водоснабжения северо-западного промузла г. Уссурийска, Изд-во.1978. 88 с.
6. Государственный контроль качества воды. М.: Издательство стандартов, 2001. 150 с.
7. V. F. Godko. The functional linkage between contamination of medium and chronic diseases of the population. Environment and health// EEA (European Environment Agency). Copenhagen, 2010. -Report No. 10. -210 p.
8. Информационное письмо Департамента госсанэпиднадзора Минздрава России «О списке приоритетных веществ, содержащихся в окружающей среде, и их влиянии на здоровье населения» № и/109-111 от 07.08.97 г.
9. Рахманин Ю.А. Вода. Санитарные правила, нормы и методы безопасного водопользования населения. Сборник документов. 2-е издание, переработанное и дополненное. / Ю.А. Рахманин, З.И. Жолдакова, Г.Н. Красовский. М.: «ИнтерСЭН», 2004. 768 с.
10. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. М.: Минздрав России, 2001.

L.T. Kovekovdova, D.A. Klyuchnikov

ECOLOGICAL AND HYGIENIC ASSAY OF WATER OBTAINED FROM DRILLED AND EXCAVATED WELLS OF GENERAL USE IN USSURIJSK

The gap analysis was applied to assay of the potable water collected from the sources of decentralized water supply in Ussurijsk using chemical and microbiological indicators. The estimation was made for the potential risk the water quality poses for the communal health status. It was found that the quality of the potable water from the water supply sources does not meet the sanitary and hygienic requirements expressed as separate indicators. The estimate of potential risk of using water gave the following result: the water in drilled wells is less risky to use for humans than the water taken from excavated common use wells.

Key words: drinking water, water supply, potential risk