

КАЧЕСТВО И ПОЛЕЗНОСТЬ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

С.А. Буймова, А.Г. Бубнов

Ивановский государственный химико-технологический университет

АННОТАЦИЯ

Оценены показатели качества и безопасности, а также полезные свойства родниковой воды, воды, расфасованной в ёмкости и из городской системы водопровода. Выявлено, что родниковая вода из источников, расположенных как в городах, так и сельской местности Ивановской области, в большинстве случаев не соответствует нормативным требованиям, предъявляемым к питьевой воде. Показана возможность применения интегрального показателя, описывающего эколого-гигиеническое состояние рассмотренных источников питьевой воды.

Ключевые слова: вода питьевая, качество, полезность, безопасность.

Key words: drinking water, quality, usefulness, safety.

Введение. На сегодняшний день для оценки качества вод поверхностных водоёмов разработан и применяется целый ряд комплексных показателей (химическое и биохимическое потребление кислорода (ХПК) и БПК соответственно) и др.) в т.ч. и расчётных (индекс загрязнения водотока – ИЗВ, показатель химического загрязнения – ПХЗ-10 и др.). При этом для интегральной оценки качества питьевой воды (из родников, т.е. нецентрализованных систем водоснабжения) такие показатели отсутствуют, за исключением, пожалуй, химического потребления кислорода – ХПК. Вместе с тем, нормативными документами [1, 2] предусмотрена оценка воды по показателям её химической безвредности. Отметим, что подходы к оценке качества питьевой воды приведены в [3]. Анализ качества воды из нецентрализованных систем водоснабжения чаще всего ограничивается лишь перечнем конкретных компонентов, представленных в СанПиН 2.1.4.1074-01. Однако на основе данных показателей нельзя оценить полезность воды, можно лишь отметить соответствует ли проба воды гигиеническим требованиям, безопасна ли в эпидемиологическом отношении, безвредна ли по химическому составу и т.п. В связи с этим целью работы являлась оценка полезности родниковых и других вод, используемых в питьевых целях, на основе показателей её качества.

В качестве объектов исследования были выбраны родники, расположенные на территории Ивановской области [4], а также вода негазированная, расфасованная в ёмкости предназначенная для детского питания марок «БЛУК», «СЕЛ», «АГ», «ВИН», «ФРН», и вода из городской системы водопровода до и после очистки через бытовой фильтр-кувшин марки «АК.Ф» [5]. Всего было исследовано 50 родников. Более подробные наблюдения проводились в отношении трёх источников, находящихся в городах Иваново и Кохма. По данным Территориального Центра Государственного мониторинга состояния недр «ТЦ Иваново-геомониторинг» эти родники относятся к одному водоносному горизонту, к грунтовым безнапорным водам. Для источника, расположенного в г. Кохма, глубина залегания составляет около 10 – 12 м, а для родников, находящихся в г. Иваново – до 5 м.

В последнее время вопрос качества, безопасности и полезности родниковой и бутилированной воды особенно актуален, поскольку качество водопроводной воды не всегда соответствует нормативным требованиям [6].

Основными причинами плохого качества питьевой воды, подаваемой через централизованные водопроводные сети, является неудовлетворительное санитарно-техническое состояние этих сетей и водопроводных сооружений, несвоевременное проведение ремонтов и ликвидаций аварий, использование устаревших технологий водоподготовки, неэффективных коагулянтов, в т.ч. из-за недостаточного финансирования водоканализационных хозяйств, а в некоторых случаях полное отсутствие очистных сооружений и обеззараживающих установок [6]. В связи с этим население старается использовать питьевую воду из альтернативных источников. Отметим, что особенно часто воду, расфасованную в ёмкости, используют для приготовления детского питания.

Экспериментальная часть. Отбор проб и пробоподготовка образцов родниковой и водопроводной воды производились в соответствии с ГОСТ Р 51592-2000 и ГОСТ Р 51593-2000, воды,

расфасованной в ёмкости – в соответствии с ГОСТ Р 52109-2003, ГОСТ 23268.0 и ГОСТ Р 51593-2000. Анализ исследованных образцов проводился в аккредитованной лаборатории [7]. Сравнение всех показателей бутилированной воды с гигиеническими нормативами проводилось в соответствии с СанПиН 2.1.4.1116-02. Для оценки качества родниковой воды и воды из городской системы водопровода, использовались другие нормативные величины (СанПиН 2.1.4.1175-02 и СанПиН 2.1.4.1074-01 соответственно).

Методика расчёта комплексных показателей качества вод (ИЗВ, ПХЗ-10, интегральный показатель – Иобщ, а также величины риска заболеваемости от перорального употребления воды), нами была рассмотрена ранее [4]. Кроме того ранее [8] на примере родниковой воды нами были выявлены возможности применения различных интегральных показателей, включая метод биотестового анализа, для описания качества питьевых вод.

Величина Иобщ была рассчитана согласно [11]. Данная методика рекомендована Министерством Здравоохранения РФ и включает определение 4-х компонентов:

K1 – благоприятность по физическим и органолептическим свойствам (запах, привкус, цветность, мутность, а также Fe, Mn, перманганатная окисляемость и т.д.);

K2 – безвредность по химическому составу (F⁻, NO₂⁻, NO₃⁻, NH₃ и др.);

K3 – физиологическую полноценность по содержанию минеральных веществ и микроэлементов (общая минерализация, общая жёсткость, HCO₃⁻, SO₄²⁻, Cl⁻ и др.);

K4 – безопасность в эпидемиологическом отношении (бактериологические показатели: общее микробное число и др.)

В соответствии с [11] чем больше значение компонента K3, тем более вода считается «физиологически полноценной» и, чем меньше значение комплексного показателя Иобщ, тем вода считается менее опасной при её употреблении. Отметим, что одним из недостатков данной методики является отсутствие учёта эффекта суммации действия загрязняющих веществ, присутствующих в пробах питьевой воды. На основании полученного расчётным путём значения Иобщ в дальнейшем можно оценить риски возникновения негативных эффектов и заболеваемости (желудочно-кишечного тракта, сердечно-сосудистой системы и т.д.) у индивидуума от употребления исследованных проб воды, однако в данной методике отсутствует модель прогноза возникновения онкологических заболеваний [9].

Полезность исследованных образцов воды оценивалась по вкладу компонента K3 – физиологическая полноценность в общую величину интегрального показателя Иобщ.

Широко известными и наиболее применяемыми комплексными показателями качества вод являются, в первую очередь, обобщённые химические показатели – содержание растворённого кислорода, величины биохимического и химического потребления кислорода (БПК и ХПК), общая минерализация [10]. Определение БПК в природных водах используется с целью оценки содержания биохимически подвижных органических веществ и характеристики качества воды [10]. В работе контролировалась также и величина ХПК – количество кислорода или другого окислителя в пересчёте на кислород в мг/л, необходимое для полного окисления содержащихся в пробе органических и неорганических веществ. При этом была определена перманганатная окисляемость (ХПККМnO₄), поскольку именно этот показатель нормируется в соответствии с СанПиН 2.1.4.1074-01. Кроме того, определялась величина общей минерализации (сухого остатка) характеризующая содержание в воде нелетучих растворённых веществ (главным образом минеральных) и органических веществ, температура кипения которых превышает 105 – 110 оС.

Отметим, что кроме обобщённых химических и бактериологических показателей в исследованных пробах родниковой и бутилированной воды, контролировался целый ряд химических веществ (анионов: CO₃²⁻, HCO₃⁻, Cl⁻, SO₄²⁻, NO₃⁻, NO₂⁻, F⁻; катионов: NH₄⁺, K⁺, Na⁺, Li⁺, Ag⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Pb²⁺, Zn²⁺, Cd²⁺, Al³⁺, а также общее содержание металлов: Cu, Fe, Mn, Cr, Ni).

¹ Чтобы не быть заподозренными в протектировании интересов того или иного производителя, мы здесь и далее будем приводить не торговые названия воды и фильтра, а их сокращённые названия, не зарегистрированные владельцами [5].

² Отметим, что исследования химического состава родниковой воды из источников, расположенных в городах Иваново и Кохма, проводились в течение 9 лет (2003 – 2008, 2010 – 2012 гг.).

Результаты и их обсуждение. Результаты химического анализа показали, что в источниках, расположенных в городе Иваново, рост величины растворённого кислорода наблюдался в переходный период времени года. Однако в роднике г. Кохма величина данного показателя находилась примерно на одном уровне на протяжении всего времени исследования.

Аномальный рост величин БПК5 и БПК20 для родниковой воды из всех источников наблюдался в весенний период, что может быть связано с большим количеством талых вод.

Источником поступления кислорода в воду является процесс адсорбции его из атмосферы. Потребление кислорода связано с химическими и биохимическими процессами окисления органических и некоторых неорганических веществ (Fe²⁺, Mn²⁺, NH₄⁺, NO₂⁻, H₂S, CH₄ и т.д.), а также с дыханием организмов. Дополнительно кислород также может поступать с дождевыми и снеговыми водами. Этим может объясняться рост содержания в пробах воды растворённого кислорода в переходный период времени года (весной), когда происходит интенсивное таяние снега [10]. Существует множество причин, вызывающих повышение или снижение концентрации в воде растворённого кислорода. Например, скорость потребления кислорода увеличивается с повышением количества организмов, содержащихся в воде. Растворимость кислорода возрастает с уменьшением температуры и минерализации, с увеличением атмосферного давления и т.д. Именно в весенние месяцы было зафиксировано снижение величины общей минерализации и, соответственно, рост концентрации растворённого кислорода в родниковой воде [10].

Почти на протяжении всего времени исследования наблюдалось повышенное значение величины ХПК/МnO₄, при этом для всех исследованных родников прослеживалась сезонная зависимость изменения данного показателя [10]. Отметим, что суммарное содержание органических и неорганических веществ было значительно выше (примерно в 1,4 – 2,3 раза) в воде из источника г. Иваново, расположенного на урбанизированной территории, в зоне повышенной антропогенной нагрузки (район городского бассейна), по сравнению с источниками находящимися в г. Кохма и парковой зоне г. Иваново, хотя и в этих родниках на протяжении всего периода исследований наблюдалась повышенные значения перманганатной окисляемости, а значит и содержание различного рода загрязняющих веществ (ЗВ).

Отметим, что в [11] приведены величины показателей качества воды поверхностных водоёмов с различной степенью загрязнённости. Однако в основу данной классификации положены самые жесткие ПДК – рыбохозяйственные, которые разработаны применительно к низшему звену водной экосистемы – одноклеточным инфузориям, и риски для водного биоценоза неадекватны рискам для человека. Поэтому проводить ранжирование качества родниковых вод по данной классификации – нецелесообразно.

Согласно [12] для комплексной оценки качества природных вод можно использовать отношение БПК/ХПК. Если оно < 0,5 это означает, что в воде содержатся не разлагаемые или трудно разлагаемые вещества. Если БПК/ХПК находится в интервале 0,2 – 0,4, то разложение имеет место при определённых условиях, а если отношение БПК/ХПК < 0,2 – это означает, что токсичные вещества содержатся в такой концентрации, при которой неизвестно, разрушаются ли они вообще или происходит их адсорбция.

Результаты наших измерений показали, что в период с октября по февраль для родников № 1 и № 3 отношение БПК5/ХПК было менее 0,2, а для источника № 2 оно находилось в интервале от 0,2 до 0,4, что говорит о наличии в родниковой воде трудно окисляемых веществ. Однако в апреле и мае во всех исследованных родниках наблюдалась тенденция к резкому увеличению соотношения БПК5/ХПК за счёт роста БПК5. Поэтому данный показатель является необъективным.

За весь период исследований величина сухого остатка была значительно ниже (примерно в 3 раза) в воде из источника № 3, расположенного в зоне пониженной антропогенной нагрузки (парке отдыха «Харинка»), по сравнению с родниками №№ 1 и 2, находящимися в г. Иваново и г. Кохма. Отметим, что по степени минерализации подземные воды делят на 5 основных классов [13]. В соответствии с этой классификацией, исследованные родники можно отнести к пресным водам.

Кроме обобщённых химических показателей в качестве интегрального можно использовать и микробиологический показатель – общее микробное число (ОМЧ), который характеризует общую бактериологическую обсеменённость исследуемой пробы и указывает на возможное наличие патогенных микроорганизмов, которые могут быть возбудителями инфекционных заболеваний, связанных, в первую очередь, с расстройством пищеварительной системы [10]. Результаты анализа показали, что вода из исследуемых родников не соответствует санитарно-гигиеническим нормативам по величине ОМЧ.

Для источников № 1 и № 2, расположенных в г. Иваново и г.

Кохма, величины ОМЧ находились примерно на одном уровне, однако значение ОМЧ для воды из родника № 3 (находящегося в парке «Харинка» г. Иваново), было немного выше (примерно в 1,3 раза). Это может быть связано с биохимическими процессами окисления, происходящими в результате гниения опавшей листвы, хвои и т.д., находящейся на территории лесного массива. И в период таяния снега вместе с талыми водами путём инфильтрации различные бактерии и микроорганизмы могут поступать в родниковые воды.

Наличие бактерий в родниковой воде трёх исследованных источников указывает на слабую защищённость этих вод от загрязнений, связанных с антропогенной деятельностью человека. Этот факт подтверждают и большинство остальных контролируемых показателей качества воды.

Химический и микробиологический анализ проб родниковой воды из источников, расположенных на территории Ивановской области, показал, что из 50 обследованных источников всего лишь 12 (что составляет 24 %) соответствовали всем нормативным требованиям, предъявляемым к качеству питьевой воды, а в остальных 38 родниках (76 % исследованных проб) было обнаружено наличие различного рода загрязнителей. Из 50 обследованных родников 20 находились на урбанизированной территории (в городах) и 30 – в сельской местности Ивановской области. При этом в зоне повышенной антропогенной нагрузки (в городах) загрязнёнными в той или иной степени оказались 17 из 20, что составило 85 %, а в зоне пониженного антропогенного влияния (в сельской местности) – 21 из 30, что составило 70 % (рис. 1а).

Как и следовало ожидать, наиболее загрязнёнными (где величины превышения значений санитарно-гигиенических нормативов содержания загрязнителей достигали максимум по 11 компонентам) оказались источники, расположенные в городах Ивановской области. В большинстве случаев наблюдались превышения нормативного содержания по следующим показателям качества (компоненты представлены в порядке снижения концентраций): ОМЧ (до 30,0 N), содержанию K⁺ (до 4 – 20 ПДК), Li⁺ (до 7,0 ПДК), величине ХПК/МnO₄ (до 6,0 N), общей жёсткости (до 5,0 ПДК), общей минерализации (сухому остатку) и содержанию Молибд (до 3,5 ПДК), содержанию СПАВ (до 3,0 ПДК), Zn²⁺ и Feобщ, Niобщ (до 2,0 N), Na⁺ (до 1,6 ПДК), NO₃⁻ (до 1,5 ПДК) и NH₄⁺ (до 1,3 ПДК).

Ряд значений показателей качества некоторых образцов воды из родников, расположенных на территории городов и сельской местности Ивановской области, представлен в табл. (в качестве примера выбраны наиболее и наименее загрязнённые источники).

Химический состав некоторых образцов родниковых вод в Ивановской области

Показатель	Место расположения родника					ПДК _{гиг.} (норматив) ³
	г. Иваново ¹	г. Кохма ²	г. Родники ²	г. Юрвецк ²	Сельская местность ²	
ОБЩЕПРИЕМЛЕМЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ						
pH, ед. pH	7,40 ± 0,02	7,05 ± 0,01	7,30 ± 0,02	7,15 ± 0,01	7,34 ± 0,02	(6,0 – 9,0)
ХПК ₅ , мг/л	20,0 ± 5,0	16,0 ± 4,0	■	0,25 ± 0,75	3,6 ± 1,0	(5,0)
Жёсткость, мг-экв/л	11,0 ± 0,3	14,4 ± 0,7	10,0 ± 0,3	3,5 ± 0,1	5,3 ± 0,2	(7,0)
Общая минерализация (сухого остатка), мг/л	1560 ± 80	1960 ± 100	714 ± 36	120 ± 10	200 ± 15	(1000)
СПАВ, мг/л	0,4 ± 0,1	0,6 ± 0,1	Н.О. ⁴	Н.О.	0,030 ± 4·10 ⁻⁴	0,5
НЕОРГАНИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА						
Хлориды (Cl ⁻), мг/л	100 ± 10	140 ± 14	186 ± 20	31 ± 5	55 ± 8	350
Сульфаты (SO ₄ ²⁻), мг/л	120 ± 12	84 ± 10	110 ± 11	34 ± 7	123 ± 12	500
Нитраты (NO ₃ ⁻), мг/л	70 ± 11	85 ± 13	0,10 ± 0,01	14,0 ± 1,5	3,6 ± 0,5	45
Нитриты (NO ₂ ⁻), мг/л	0,40 ± 0,02	0,02 ± 0,01	0,03 ± 0,01	0,78 ± 0,4	0,15 ± 0,01	3,3
Ион аммония (NH ₄ ⁺), мг/л	0,70 ± 0,03	1,00 ± 0,05	2,5 ± 0,1	0,01 ± 6·10 ⁻⁴	0,35 ± 0,02	2,0
МЕТАЛЛЫ						
Железо (Fe _{общ}), мг/л	0,54 ± 0,15	0,45 ± 0,07	0,13 ± 0,04	0,04 ± 0,02	0,10 ± 0,02	0,3
Марганец (Mn _{общ}), мг/л	0,4 ± 0,1	0,34 ± 0,10	0,12 ± 0,04	0,04 ± 0,01	0,03 ± 0,01	0,1
Свинец (Pb ²⁺), мг/л	0,04 ± 0,01	0,03 ± 0,01	5·10 ⁻² ± 2·10 ⁻²	0,010 ± 3·10 ⁻³	1,5·10 ⁻³ ± 5·10 ⁻⁴	0,03
Хром (Cr _{общ}), мг/л	0,016 ± 5·10 ⁻³	0,017 ± 5·10 ⁻³	4·10 ⁻² ± 1·10 ⁻²	6·10 ⁻² ± 2·10 ⁻²	3·10 ⁻² ± 1·10 ⁻²	0,05
Алюминий (Al ³⁺), мг/л	0,03 ± 0,01	2,0·10 ⁻² ± 5·10 ⁻³	Н.О.	Н.О.	Н.О.	0,5
Медь (Cu ²⁺), мг/л	2,0 ± 0,5	0,6 ± 0,2	0,016 ± 4·10 ⁻²	0,03 ± 6·10 ⁻²	0,020 ± 5·10 ⁻²	1,0
Цинк (Zn ²⁺), мг/л	5,0 ± 1,3	1,7 ± 0,3	4,3 ± 1,0	1,0 ± 0,4	0,6 ± 0,2	5,0
МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ						
Количество М.Ф.А.М. (ОМЧ) ⁵ в 1 мл.	800 ± 50	635 ± 32	75 ± 15	■	8 ± 5	(50)

Примечание: поскольку для некоторых исследованных образцов родниковой воды отбор проб и анализ проводился один раз в месяц¹, а для других – один раз в квартал², то в табл. представлены максимальные значения обнаруженных показателей, а для родников, находящихся в сельской местности, приведены средние значения.

³ поскольку в большинстве случаев воду из родников используют для питьевых целей, то для оценки качества анализируемых образцов воды нами были использованы предельно допустимые концентрации содержания веществ в воде (ПДК_{пнт}) в соответствии с СанПиН 2.1.4.1074-01.

⁴ Н/О – не обнаружено.

⁵ количество мезофильных аэробных и факультативных анаэробных микроорганизмов (общее микробное число).

⁶ серым цветом отмечены значения показателей качества, превышающие ПДК или норматив.

³ Поскольку содержание калия в питьевой воде не нормируется, для сравнительной оценки было использовано значение ПДК_{кр.х.} [11].

Таким образом, в пробах родниковых вод, отобранных из источников, расположенных на территории Ивановской области, было наиболее распространено превышение значений нормативов по величине общей жёсткости (21 из 50 родников), ОМЧ (11), общей минерализации (10), величины ХПКМnO4 (8), содержания Mnобщ и NO3- (7), Li+ и Feобщ (6), NH4+ (5), СПАВ (4), а также Na+, Zn2+ и

Niобщ (3). В двух родниках была обнаружена повышенная концентрация Cd2+, и K+, кроме этого встречались единичные загрязнения Pb2+, Al3+, Crобщ, Seобщ и Asобщ (рис. 1б). Уровни загрязнения для родников, расположенных в городах и сельской местности Ивановской области, по показателям качества, которые превышали нормативные значения, представлены на рис. 2

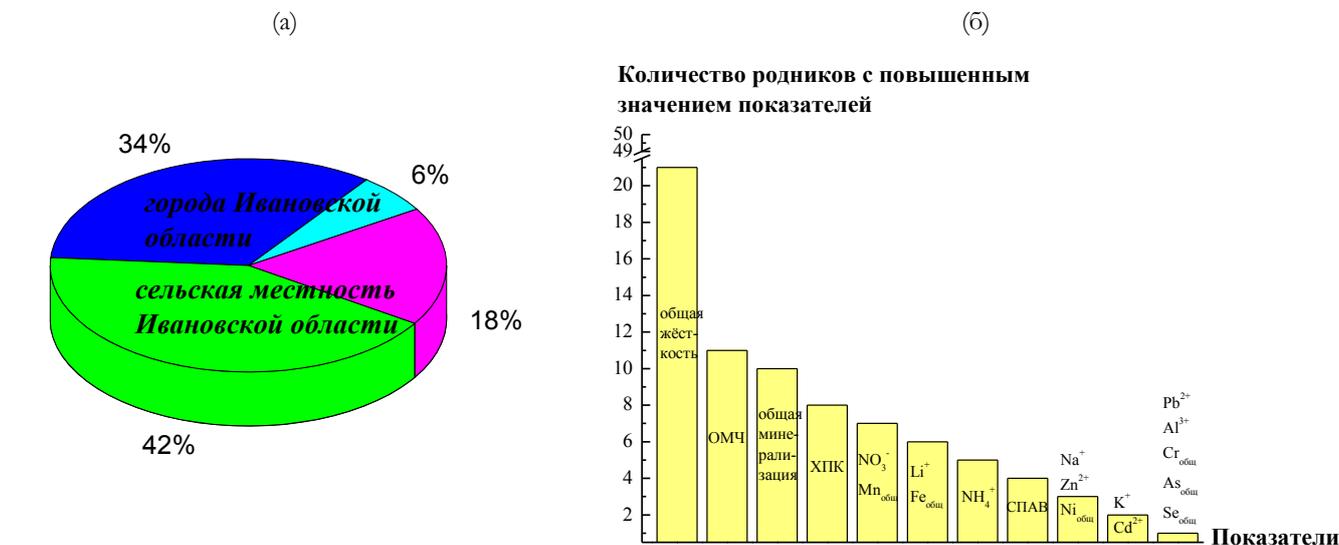


Рис. 1. Уровни загрязнения родниковых вод в Ивановской области

- загрязнённые источники, расположенные в городах (17 шт.);
- «чистые» источники, расположенные в городах (3 шт.);
- загрязнённые родники, находящиеся в сельской местности (21 шт.);
- «чистые» родники, находящиеся в сельской местности (9 шт.)

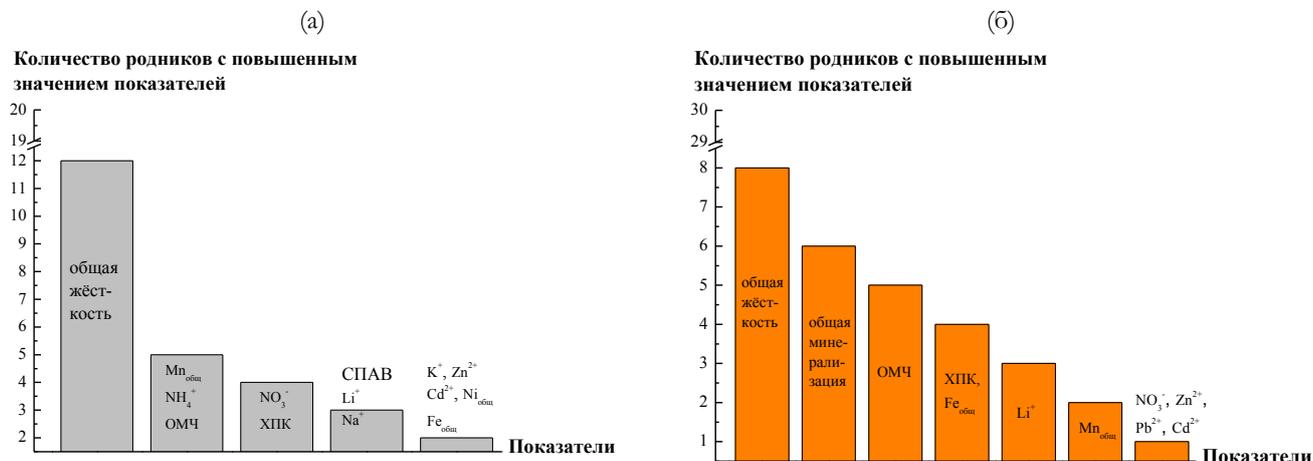


Рис. 2. Уровни загрязнения родниковых вод из источников, расположенных в городах (а) и сельской местности (б) Ивановской области

Следовательно, несмотря на то, что в родниках, расположенных в зоне пониженной антропогенной нагрузки (в сельской местности), присутствуют различного рода поллютанты, эти источники значительно меньше подвержены загрязнению, чем родники, находящиеся на урбанизированной территории (в городах).

Отметим, что полученные нами данные о химическом составе родниковой воды на территории Ивановской области не противоречат информации о присутствии различных поллютантов в подземных водах данного региона, представленной на официальном сайте Территориального Центра Государственного мониторинга состояния недр «ТЦ Иваново-геомониторинг» [14].

Проведённый химический анализ проб воды, расфасованной в ёмкости, показал, что все исследованные образцы удовлетворяют нормативным требованиям по определяемым нами показателям качества и могут быть рекомендованы для использования в приготовлении всех видов детского питания и напитков [5]. Пробы воды из системы водопровода после очистки с использованием

бытовых фильтров-кувшинов «Ак.Ф» и «Бар.» полностью соответствовали требованиям нормативной документации, предъявляемым к качеству воды питьевого назначения.

На основе полученных данных химического состава образцов родниковой воды нами ранее [4] были рассчитаны комплексные показатели качества ИЗВ, ПХЗ-10 и др. и рассмотрена возможность их применения для описания качества питьевых вод. Было показано, что интегральные расчётные показатели качества вод (каждый в отдельности) лучше не применять индивидуально для описания уровня загрязнения и ранжирования по качеству родниковой воды, применяемой в питьевых целях, поскольку данные показатели разработаны и используются для оценки качества поверхностных вод.

Вода питьевая, расфасованная в ёмкости, предназначенная для детского питания марки «БЛУК» → «А», «Вин», «Сел» → «ФРН» → водопроводная вода после очистки через бытовые фильтры «Ак.Ф» и «Бар.» → вода из городской системы водопровода [5].

Отметим, что подобный подход рекомендован в [15], а его краткое описание представлено в [5]. На основании полученного расчётным путём значения $I_{\text{общ}}$ можно оценить риски возникновения негативных эффектов и заболеваемости (желудочно-кишечного тракта, сердечно-сосудистой системы и т.д.) населения от употребления исследованных проб воды. Однако, как отмечено в [16], подход, изложенный в [15], не содержит модель прогноза возникновения

онкологических заболеваний. Вместе с тем, кроме «безопасности», методика [15] позволяет оценить «физиологическую полноценность» (или «полезность») исследованных образцов воды питьевой.

Результаты расчётов величины интегрального показателя качества (потенциальной опасности) исследованных проб родниковой воды представлены на рис. 3, 4.

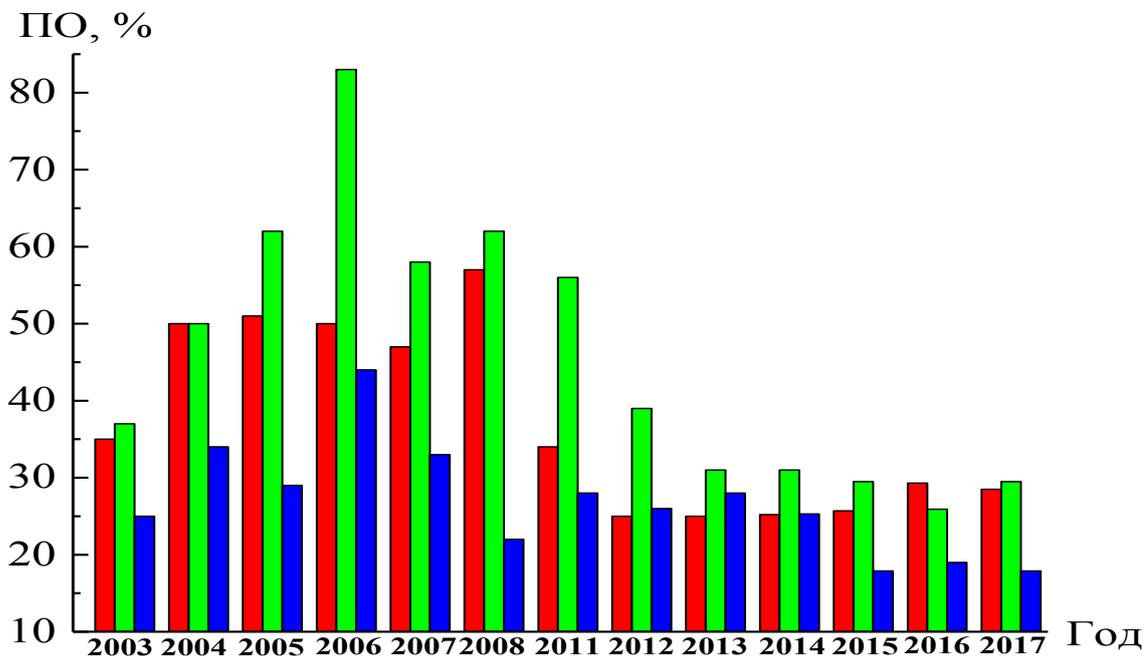


Рис. 3. Динамика усреднённых значений потенциальной опасности воды для родников, расположенных на территории г. Иваново и г. Кохма (Ивановская область, период наблюдений 2003 – 2017 гг.)

г. Иваново (район городского бассейна);
 г. Кохма;
 г. Иваново (парк «Харинка»).

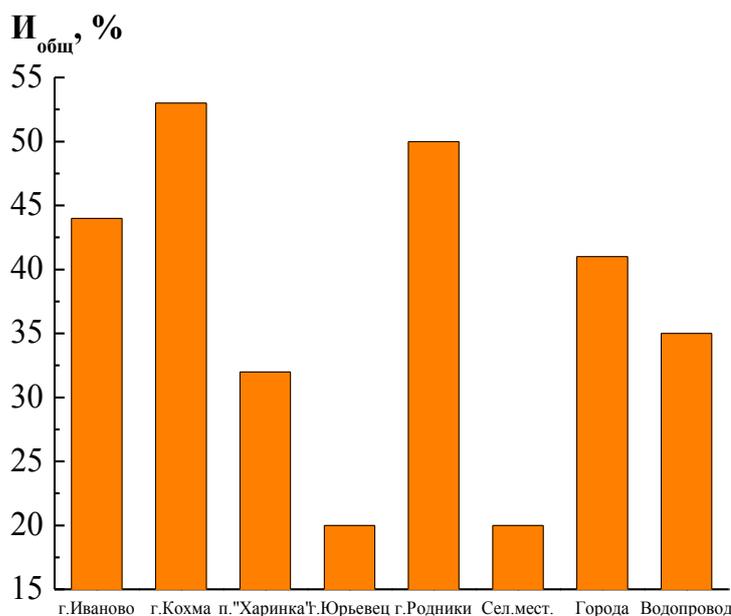


Рис. 4. Усреднённые значения величины интегрального показателя качества воды ($I_{\text{общ}}$) для родников, находящихся на территории Ивановской области. Период наблюдений 2003 – 2017 гг.

Анализ динамики величины Иобщ для родников №№ 1 – 3 показал, что максимальная величина данного показателя была характерна для родника № 2, а наименьшая – для источника № 3 (рис. 3). При этом для воды из родников №№ 2 и 3 максимальная величина Иобщ наблюдалась в 2006 г. (рис. 3). В родниках, расположенных в других городах Ивановской области (рис. 4), величина Иобщ изменялась от 20 % (для наименее загрязненного в г. Юрьевец) до 50 % (для наиболее загрязненного в г. Родники). При этом источники, находящиеся в сельской местности Ивановской области, обладали в 2 раза лучшим качеством (рис. 4). Кроме того, отмечено, что Иобщ от перорального употребления водопроводной воды г. Иваново (в некипячёном виде) составила 35 % (рис. 4). Таким образом, оказалось, что водопроводная вода г. Иваново по значению величины Иобщ примерно в 1,2 раза «лучше», чем родниковая из источников, расположенных на территории городов Ивановской области и примерно в 1,8 раз «хуже», чем из родников, находящихся в сельской местности (рис. 3).

Отметим, что интегральный показатель качества (Иобщ) является относительной величиной и может быть использован, в большинстве случаев, для сравнительной характеристики нескольких исследуемых образцов питьевой воды. В целом анализ показал, что родниковая вода лишь из 12 источников полностью соответствует гигиеническим требованиям, предъявляемым к качеству воды питьевой, безопасна в

эпидемическом отношении и безвредна по химическому составу.

Заключение. Выявлено, что в соответствии с методикой [15], наиболее благоприятной по химическому составу является вода питьевая высшей категории качества «БЛук», предназначенная для приготовления всех видов детского питания и напитков [5], при этом наибольшее значение компонента «физиологическая полноценность» (или «полезность») было характерно для воды, предназначенной для детского питания, марки «ФрН» [5].

Сравнивая полученные путём расчёта и сопоставления значений интегрального показателя качества Иобщ исследованных проб питьевой воды можно отметить, что вода, расфасованная в ёмкости, оказалась значительно «лучше» родниковой по показателям «безопасности» и «полезности», за исключением природных источников, расположенных в сельской местности Ивановской области.

Таким образом, показана возможность эколого-гигиенической оценки качества питьевой воды с использованием интегрального показателя её качества, учитывающего её полезность, которая может быть использована для сравнительной характеристики качества нескольких исследуемых образцов питьевой воды различного происхождения.

Список использованной литературы:

1. МР 2.1.4.0032-11 «Интегральная оценка питьевой воды централизованных систем водоснабжения по показателям химической безвредности».
2. МР 2.1.10.0031-11 «Комплексная оценка риска возникновения бактериальных кишечных инфекций, передаваемых водным путем».
3. Онищенко, Г.Г. Бенчмаркинг качества питьевой воды: научное издание / Г.Г. Онищенко, Ю.А. Рахманин, Ф.В. Кармазинов, В.А. Грачёв, Е.Д. Нефедова; Междунар. эколог. обществ. орг. "Greenlight", Водоканал СПб. – СПб.: Новый журнал. – 2010. – 463 с.
4. Бубнов, А.Г. Методы интегральной оценки соответствия качества родниковых вод / А.Г. Бубнов, С.А. Буймова // Методы оценки соответствия. – 2012. – № 9. – С. 25 – 33.
5. Буймова, С.А. Оценка соответствия питьевой воды, предназначенной для детского питания / С.А. Буймова, А.Г. Бубнов // Методы оценки соответствия. – 2012. – № 8. – С. 21 – 26.
6. Шешеня, Н.А. Мониторинг источников водоснабжения населения питьевой водой / Н.А. Шешеня // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. – 2012. – № 2 (50). – С. 14 – 26.
7. Буймова, С.А. Полезность как показатель качества питьевой воды / С.А. Буймова // Стандарты и качество. – 2013. – № 1. – С. 96 – 97.
8. Буймова, С.А. Обоснование первоочередных мер для обеспечения безопасности населения от употребления родниковых вод / С.А. Буймова, А.Г. Бубнов, М.В. Богомолов, Ю.Н. Моисеев // Технологии техносферной безопасности: интернет-журнал. – Вып. 2 (43). – Апрель 2012. – 10 с. – <http://ipb.mos.ru/ttb/2012-2>. – 0421100050/0033.
9. Бубнов, А.Г. Уровни загрязнения родниковых вод Ивановской области и интегральные показатели их качества / А.Г. Бубнов, С.А. Буймова, В.В. Костров, А.П. Кузряниновская // Известия ВУЗов. Сер. Химия и химическая технология. Т. 49. – 2006. – Вып. 8. – С. 86 – 92.
10. Буймова, С.А. Комплексная оценка качества родниковых вод на примере Ивановской области / Буймова С.А., Бубнов А.Г. // Иван. гос. хим. - технол. ун-т, Иваново. – 463 с.
11. Фомин, Г.С. Вода. Контроль химической, бактериальной и радиационной безопасности по международным стандартам: энциклопедический справочник / Г.С. Фомин. – М.: Изд-во «Протектор», 1995. – 624 с.
12. Кортэ, Ф. Экологическая химия / под ред. Ф. Кортэ; пер. с нем. – М.: Мир, 1996. – 234с.
13. Тугай, А.М. Водоснабжение из подземных источников: Справочник / А.М. Тугай, И.Т. Прокопчук. – Киев: Урожай, 1990. – 263 с.
14. <http://geocentr-msk.ru/content/view/171/40> – официальный сайт Территориального Центра Государственного мониторинга состояния недр «ТЦ Иваново-геомониторинг».
15. Методика эколого-гигиенической оценки интегрального качества воды и риска здоровью населения. Рекомендована Минздравом РФ. – Иваново – Санкт-Петербург, 2002. – 18 с.
16. Buiumova, S.A. Environmental Risk Assessment of Spring Water Use / S.A. Buiumova, A.G. Bubnov // European researcher. – 2012. – Vol. (25). – № 7. – P. 1019 – 1029.