

УДК 628.161.1(575.2)
DOI: 10.36979/1694-500X-2023-23-12-139-150

РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ГИГИЕНИЧЕСКИХ НОРМАТИВОВ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ ПО СОДЕРЖАНИЮ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ПИТЬЕВОЙ ВОДЕ

М.В. Волковская

Аннотация. Проведена сравнительная оценка текущего состояния гигиенического нормирования качества питьевой воды в Кыргызской Республике в плане обеспечения химической безопасности. Исследованы нормативные документы, которые в настоящее время устанавливают требования к содержанию химических веществ в питьевой воде централизованного и нецентрализованного водоснабжения. Проведено сравнение гигиенических нормативов по содержанию химических веществ в питьевой воде Кыргызской Республики с международными нормативами (Всемирной организации здравоохранения и Европейского союза) и нормативами развитых стран мира (России, США, Китая и Японии). Установлен ряд проблем в гигиеническом нормировании качества питьевой воды в Кыргызстане и предложены варианты их решения. Сделан вывод, что в целом регулирование качества питьевой воды в Кыргызской Республике соответствует общемировому единому принципу, однако количество, перечень и нормативные значения показателей, рекомендуемых для нормирования международными организациями и контролируемых в разных странах существенно различаются. Таким образом, разработка новых гигиенических нормативов в Кыргызской Республике с учетом национального и международного опыта регулирования качества питьевой воды является крайне необходимой.

Ключевые слова: питьевая вода; гигиеническое нормирование; химические вещества; качество воды; методы исследования; критерии выбора показателей; Кыргызская Республика.

КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫН ГИГИЕНАЛЫК ЧЕНЕМДИК АКТЫЛАРЫН ОПТИМАЛДАШТЫРУУ УЧУН ИЧҮҮЧҮ СУУНУН КУРАМЫНДА ХИМИЯЛЫК ЗАТТАРДЫН КАМТЫЛЫШЫ БОЮНЧА СУНУШТАР

М.В. Волковская

Аннотация. Макалада химиялык коопсуздукту камсыз кылуу жаатында Кыргыз Республикасында ичүүчү суунун сапатын гигиеналык ченемдөөнүн учурдагы абалына салыштырмалуу баа берилди. Азыркы учурда Кыргыз Республикасында борборлоштурулган жана борборлоштурулбаган ичүүчү суудагы химиялык заттардын камтылышына талаптарды белгилеген ченемдик документтер изилдөөгө алынган. Кыргыз Республикасынын ичүүчү суусунда химиялык заттардын болушу боюнча гигиеналык ченемдерин эл аралык (Дүйнөлүк саламаттык сактоо уюму жана Европа бирлиги) жана дүйнөнүн өнүккөн өлкөлөрүнүн (Россия, АКШ, Кытай жана Япония) ченемдери менен салыштыруу жүргүзүлдү. Кыргызстанда ичүүчү суунун сапатын гигиеналык ченемдөөдө бир катар көйгөйлөр белгиленген жана аларды чечүү жолдору сунушталган. Жалпысынан алганда, Кыргыз Республикасында ичүүчү суунун сапатын жөнгө салуу жалпы дүйнөлүк бирдиктүү принципке ылайык келет, бирок эл аралык уюмдар тарабынан ченемдөө үчүн сунушталган жана ар кайсы өлкөлөрдө контролдоуну көрсөткүчтөрдүн саны, тизмеси жана ченемдик маанилери олуттуу айырмаланат деген тыянак чыгарылды. Ошентип, ичүүчү суунун сапатын жөнгө салуунун улуттук жана эл аралык тажрыйбасын эске алуу менен Кыргыз Республикасында жаңы гигиеналык ченемдерди иштеп чыгуу абдан зарыл болуп саналат.

Түйүндүү сөздөр: ичүүчү суу; гигиеналык ченемдөө; химиялык заттар; суунун сапаты; изилдөө методдору; көрсөткүчтөрдү тандоо критерийлери; Кыргыз Республикасы.

RECOMMENDATIONS FOR OPTIMIZATION OF HYGIENIC STANDARDS OF THE KYRGYZ REPUBLIC ON THE CONTENT OF CHEMICALS IN DRINKING WATER

M.V. Volkovskaia

Abstract. A comparative assessment of the current state of hygienic regulation of drinking water quality in the Kyrgyz Republic in terms of ensuring chemical safety has been carried out. The normative documents that currently establish requirements for the content of chemicals in drinking water of centralized and non-centralized water supply in the Kyrgyz Republic have been studied. The comparison of hygienic standards for the content of chemicals in drinking water of the Kyrgyz Republic with international standards (the World Health Organization and the European Union) and standards of developed countries (Russia, the USA, China and Japan) was carried out. A number of problems have been identified in the hygienic regulation of drinking water quality in the Kyrgyz Republic and solutions have been proposed. It is concluded that, in general, the regulation of drinking water quality in the Kyrgyz Republic corresponds to a worldwide uniform principle, however, the number, list and normative values of indicators recommended for rationing by international organizations and controlled in different countries differ significantly. Thus, the development of new hygienic standards in the Kyrgyz Republic, taking into account national and international experience in regulating the quality of drinking water, is extremely necessary.

Keywords: drinking water; hygienic regulation; chemicals; water quality; study methods; criteria for selection indicators; Kyrgyz Republic.

Введение. Качественная питьевая вода, являющаяся залогом здоровья населения, независимо от ее происхождения и поступления, природная или после обработки, должна соответствовать требованиям утвержденных государственных стандартов, санитарных правил, норм и гигиенических нормативов по совокупности показателей, характеризующих ее безопасность в эпидемическом и радиационном отношении, безвредность по химическому составу и имеющую благоприятные органолептические свойства [1, 2]. В настоящее время в Кыргызской Республике (КР) требования к содержанию химических веществ в питьевой воде централизованного и нецентрализованного водоснабжения устанавливаются двумя нормативными документами. Это Технический регламент «О безопасности питьевой воды» [1], являющийся основным нормативным документом, и Гигиенические нормативы «Предельно допустимые концентрации химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования» [3]. Технический регламент «О безопасности питьевой воды» (далее ТР) действует как Закон Кыргызской Республики № 34 от 30 мая 2011 г. в редакции Закона КР № 67 от 28 апреля 2017 года [1]. Распространяется на питьевую воду из централизованных, нецентрализованных, автономных систем водоснабжения, систем водоснабжения на транспорте, общих и внутридомовых распределительных систем; воду, используемую в производстве пищевых продуктов, находящуюся в цистернах, диспенсерах и другой таре (бочки, ведра, фляги). Безопасность питьевой воды по химическому составу определяется ее соответствием нормативам по:

- обобщенным показателям (6 показателей, включая нефтепродукты, анионоактивные поверхностно-активные вещества);
- содержанию неорганических и органических веществ, наиболее часто встречающихся в природных водах на территории Кыргызской Республики, а также веществ антропогенного происхождения, получивших глобальное распространение (46 показателей);
- содержанию вредных химических веществ, поступающих и образующихся в воде в процессе ее обработки в системе водоснабжения (10 показателей, включая остаточное количество алюминий- и железосодержащих коагулянтов).

ТР КР также включает в себя нормативы по микробиологическим, паразитологическим, радиологическим, органолептическим, обобщенным физическим показателям. В данном документе указан перечень показателей, приоритетных для контроля качества питьевой воды в КР, который при необходимости может быть дополнен.

Документ Гигиенические нормативы «Предельно допустимые концентрации химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования» (далее ГН) утвержден Постановлением Правительства КР от 11 апреля 2016 года № 201 [3]. Распространяется на воду подземных и поверхностных источников, используемых для централизованного и нецентрализованного водоснабжения населения, рекреационного и культурно-бытового водопользования, а также питьевую воду и воду в системах горячего водоснабжения. В этом документе представлены предельно допустимые концентрации 1391 химического вещества.

Основные принципы гигиенического нормирования качества питьевой воды в КР практически полностью соответствуют общемировому подходу регулирования качества воды, заключающемуся в обеспечении безопасности, безвредности и приемлемости питьевой воды для потребителя. Нормативные документы имеют много общего и традиционно включают в себя нормативы по микробиологическим, паразитологическим, радиологическим, обобщенным физико-химическим и органолептическим показателям, содержанию неорганических и органических химических веществ, реагентов, используемых для водоподготовки, в том числе для дезинфекции воды, продуктов, образующихся в воде в процессе дезинфекции. Несмотря на единый принцип регулирования качества питьевой воды, количество и перечень показателей, рекомендуемых для регулирования в питьевой воде международными организациями и контролируемых в питьевой воде в разных странах, значительно различаются. Существенно различаются и нормативные величины определяемых показателей. Перечень нормируемых показателей и нормативные значения постоянно дополняются и изменяются (как в сторону уменьшения, так и в сторону увеличения), что может быть связано с появлением новых надежных и достоверных данных о действии веществ, новых чувствительных методов определения содержания веществ и возможностей технологий, применяемых для очистки воды [4].

Так, например, в таблице 1 показано число регламентируемых химических показателей в стандартах качества питьевой воды международных организаций и отдельных стран мира. Важно отметить, что из всего мирового сообщества наибольшее число химических показателей для контроля качества питьевой воды включено в нормативную базу России [4–12].

Несмотря на определенные успехи, достигнутые в гигиеническом нормировании качества питьевой воды, в КР существует ряд проблем. Наиболее существенной проблемой является наличие различий в предельно допустимых концентрациях многих химических веществ, представленных в двух действующих нормативных документах, распространяющихся на питьевую воду, что приводит к возникновению вопросов при выборе норматива и, как следствие, к неоднозначной оценке качества

Таблица 1 – Сравнение количества нормируемых химических показателей, представленных в национальных, зарубежных и международных нормативных документах по регулированию качества питьевой воды [4–12]

Страна/Сообщество/Организация	Количество нормируемых химических показателей
Европейский союз	46 (включая индикаторные)
Япония	49
США	Около 90
ВОЗ (рекомендует)	91 (дополнительно представлен перечень 25 веществ, которые не встречаются в питьевой воде, а также перечень 70 химических веществ, в отношении которых нормативные величины установлены не были, 10 из которых являются показателями приемлемости)
Китай	98
Австралия	Более 200
Кыргызстан	Около 1419
Россия	1822 (включая 9 обобщенных)

питьевой воды. Поэтому крайне необходима разработка новых стандартов качества питьевой воды в КР на основе имеющегося национального и с учетом современного международного опыта регулирования качества питьевой воды.

Цель исследования. Сравнить гигиенические нормативы по содержанию химических веществ в питьевой воде, принятые в КР, с международными и зарубежными нормативами для решения вопроса о необходимости и возможности оптимизации

Материалы и методы. Материалами исследования являлись нормативные документы в области регулирования качества питьевой воды международных организаций: Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), Европейского союза (ЕС) и отдельных стран мира – Кыргызстана, России, США, Китая и Японии; литературные данные по гармонизации гигиенических нормативов содержания химических веществ в питьевой воде; вопросы, возникающие при проведении санитарно-эпидемиологической экспертизы результатов качества питьевой воды централизованной и нецентрализованной систем водоснабжения. Использованы общелогические методы исследования: анализ, синтез, индукция, сравнение, обобщение, абстрагирование, аналогия.

Результаты исследования. Проведенный анализ национальных нормативных документов, регламентирующих качество питьевой воды, их сравнение с зарубежными и международными гигиеническими стандартами, а также экспертиза результатов лабораторных исследований питьевой воды, выполненных рядом испытательных лабораторий¹ КР за 2021 год [13–16], позволили определить следующие основные проблемы гигиенического нормирования качества питьевой воды централизованного и нецентрализованного водоснабжения в Кыргызской Республике:

1. Отсутствие определения оценки качества питьевой воды в нормативных документах. Можно рекомендовать к внесению в качестве поправки в Закон КР «О питьевой воде» № 33 от 25 марта 1999 года [2] следующее определение оценки качества питьевой воды: «Питьевая вода, горячая вода считается соответствующей установленным требованиям в случае, если уровни показателей качества воды не превышают нормативов более, чем на величину допустимой ошибки метода определения», которое дано в Федеральном законе Российской Федерации «О водоснабжении и водоотведении» № 416-ФЗ от 7 декабря 2011 года [17].

2. Чрезвычайно малое значение ПДК кадмия, установленное в ТР КР, которое невозможно определить современными методами анализа. Данное значение ПДК кадмия, равное 0,0005 мкг/л, существенно меньше нижнего предела обнаружения самых чувствительных современных методов анализа. Так, нижний предел обнаружения кадмия методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой составляет 0,1 мкг/л (¹¹¹Cd) и 0,5 мкг/л (¹¹⁴Cd) [18], метода атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой – 0,1 мкг/л [16, 19], методом пламенной атомно-абсорбционной спектрометрии – 2 мкг/л [5]. Можно обратить внимание на величину ПДК кадмия, утвержденную в ГН КР (0,001 мг/л или 1 мкг/л), которая является более достоверной и находится в соответствии с нормативами этого показателя, принятых в других странах. Например, такое же значение установлено в нормативе Российской Федерации (РФ) [6]. Данные ПДК кадмия являются наиболее строгими по сравнению с нормативами ВОЗ (0,003 мг/л), стран ЕС (0,005 мг/л), Японии (0,003 мг/л), Китая (0,005 мг/л) и США (0,005 мг/л) [5, 7–10].

3. Наличие различий в величинах ПДК многих химических веществ, представленных в двух нормативных документах, регламентирующих качество питьевой воды. Это наиболее значимая проблема, приводящая к субъективному выбору норматива и, следовательно, к неоднозначной оценке качества воды. Из химических веществ, наиболее часто встречающихся в питьевой воде, 16 имеют существенно различающиеся нормативы, 3 – различное нормирование в нормативных документах

¹ Санитарно-гигиенические лаборатории Иссык-Атинского, Джеты-Отгузского районных, Межрайонного Нарынского Центров профилактики заболеваний и государственного санитарно-эпидемиологического надзора при Министерстве здравоохранения КР; ГП «Центральная лаборатория» при Государственном комитете промышленности, энергетики и недропользования КР.

Кыргызской Республики. Сравнение ПДК данных показателей с зарубежными и международными нормативами [1, 3, 5–10] представлено в таблице 2. Данные, приведенные в таблице 2, подтверждают необходимость разработки новых гигиенических нормативов в КР, объединяющих национальный и международный опыт регулирования качества питьевой воды. Вдобавок, на примере 20 проанализированных химических показателей можно увидеть различия в установленном перечне нормируемых химических показателей, а также принятых для них нормативных значений в разных странах и ВОЗ.

Целесообразность пересмотра нормативов для таких химических веществ, как алюминий, аммиак, железо, марганец, сульфаты, хлориды, цинк, обусловлена влиянием этих веществ на органолептические свойства воды. ПДК алюминия, установленное в стандартах КР составляет 0,2 и 0,5 мг/л. Однако по данным ВОЗ присутствие алюминия в концентрации, превышающей 0,1–0,2 мг/л нередко приводит к появлению в воде флоккулированного осадка гидроксида алюминия и изменению цвета воды под воздействием железа, причем содержание алюминия в питьевой воде не более 0,1–0,2 мг/л при использовании коагулянтов на станциях по очистке воды является практически достижимым уровнем [5]. В России, странах Европейского союза, Японии, Китае норматив по алюминию снижен до 0,2 мг/л, в США – до 0,05–0,2 мг/л. Содержание аммиака в питьевой воде в КР допускается 2,57 и 1,93 мг/л (или в пересчете по азоту 2,0 и 1,5 мг/л), что превышает пороговую концентрацию запаха аммиака, равную приблизительно 1,5 мг/л (при щелочном показателе pH). Помимо того, что аммиак может создавать проблемы со вкусом и запахом, нужно учесть и то, что он также вызывает образование нитритов в системах распределения, приводит в непригодность фильтры, удаляющие марганец и, наконец, вступает в реакцию с хлором, приводя к уменьшению концентрации свободного хлора и образованию хлораминнов, тем самым снижая эффективность дезинфекции [5]. В Директиве ЕС и стандарте Китая нормативное значение аммиака снижено до 0,5 мг/л и 0,64 мг/л соответственно. ПДК железа в стандартах КР равна 0,3 мг/л, но допускается и 1 мг/л, хотя, согласно данным ВОЗ, железо при концентрации более 0,3 мг/л оставляет пятна на белье и загрязняет водопроводную арматуру [5]. В странах ЕС норматив по железу снижен до 0,2 мг/л. Нормативные значения для марганца в КР составляют 0,05 и 0,1 мг/л, при этом нужно принять во внимание, что марганец при концентрации свыше 0,1 мг/л уже придает нежелательный вкус напиткам и загрязняет санитарный фаянс и белье, а при концентрации 0,2 мг/л зачастую образует налет, который может сходить в виде черного осадка [5]. В странах ЕС, Японии и США ПДК марганца снижена до 0,05 мг/л. Ухудшение вкуса воды наблюдается при концентрациях хлоридов выше 200–250 мг/л, сульфатов – выше 250 мг/л, также высокая концентрация сульфатов способна оказывать слабительное воздействие [5]. В нормативах КР для хлоридов установлены ПДК 250 и 350 мг/л, для сульфатов – 250 и 500 мг/л. В то же время в Японии норматив по хлоридам снижен до 200 мг/л, в странах ЕС и США – до 250 мг/л. Норматив по сульфатам 250 мг/л установлен в странах ЕС, США и Китае (для централизованного водоснабжения). Цинк придает воде нежелательный терпкий вкус при пороговой концентрации вкуса, равной примерно 4 мг/л (для сульфата цинка), а вода, содержащая цинк в концентрации выше 3–5 мг/л, может иметь переливчатый цвет и покрываться масляной пленкой при кипячении [5]. В КР для цинка установлены ПДК 1 и 5 мг/л, в то же время в Японии и Китае этот норматив снижен до 1 мг/л.

Необходимость изменения норматива для нитритов (0,5 и 3,3 мг/л) связана с тем, что величина ПДК 3 мг/л, согласно ВОЗ, допускает лишь кратковременное воздействие и установлена в целях защиты находящихся на искусственном вскармливании детей грудного возраста от метгемоглобинемии [5]. В Японии и странах ЕС нормативное значение нитритов снижено до 0,13 мг/л и 0,5 мг/л соответственно.

Относительно нормирования хрома следующая ситуация. В КР установлен норматив по хрому (III) (0,05 и 0,5 мг/л) и хрому (VI) (0,05 мг/л). Хром (III) является необходимым питательным веществом, однако надлежащих токсикологических исследований, которые могли бы стать основой для определения уровня, не вызывающего видимых неблагоприятных изменений, не проводилось.

Таблица 2 – Сравнение национальных и международных нормативов (ПДК) по регулированию качества питьевой воды на примере 19 химических веществ, имеющих разные нормативные значения или различное нормирование в Кыргызской Республике [12]

Вещества	Нормативы, мг/л, не более									
	КР ¹⁾		ВОЗ ²⁾	РФ ³⁾	ЕС ⁴⁾	Япония ⁵⁾	Китай ⁶⁾	США ⁷⁾ MCLG/MCL		
	ТР	ГН								
Алюминий	0,5	0,2 (0,5)	0,1/0,2* (практически достижимый уровень при применении коагулянтов, сведение к минимуму флокулированных осадков)	0,2	0,2	0,2	0,05-0,2****			
Аммиак	2,0 по N (2,57 по NH ₄ ⁺) ^{в)}	1,5 по N (1,93 по NH ₄ ⁺) ^{в)}	1,5 по NH ₄ ⁺ (пороговая концентрация запаха)	1,5 по NH ₄ ⁺ 2,0** по NH ₄ ⁺	0,5 по NH ₄ ⁺	-	-			
Бензол	0,01	0,001	0,01	0,001	0,001	0,01	0/0,005			
Бор	0,1	0,5	2,4	0,5	1,0	0,5	-			
Железо	0,3	0,3 (1,0)	0,3 (показатель приемлемости)	0,3	0,3	0,3 0,5****	0,3****			
Кадмий	0,0005 мкг/л	0,001	0,003	0,001	0,005	0,003	0,005/0,005			
Марганец	0,05	0,1	0,1 (показатель приемлемости)	0,1	0,05	0,05 0,3****	0,05****			
Молибден	0,25	0,07	0,07 (санитарная норма)	0,07	-	0,07	-			
Нитриты (по NO ₂ ⁻)	0,5	3,3	3	3,0	0,5	0,04 по N (0,13 по NO ₂ ⁻) ^{в)}	1 по N **** (3,3 по NO ₂ ⁻) *****)			
Сульфаты	250	500	250 (показатель приемлемости)	500	250 – вода не должна быть агрессивной	-	250 300****			
Тетрахлорметан	-	0,002	0,004	0,002	-	0,002	0/0,005			
Уран	0,030	0,015	0,03	0,015	-	-	0/0,03			
Хлориды	250	350	200 (показатель приемлемости)	350	250	200	250 300****			

Продолжение таблицы 2.

Вещества	Нормативы, мг/л, не более									
	КР ¹⁾		ВОЗ ²⁾	РФ ³⁾	ЕС ⁴⁾	Япония ⁵⁾	Китай ⁶⁾	США ⁷⁾ MCLG/MCL	КР ¹⁾	
	ТР	ГН								
Хром (Ш)	0,05	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-
Хром (VI)	-	0,05	-	-	-	0,05	-	0,05	-	-
Хром (суммарно)	-	-	0,05	0,05	0,05	-	-	-	0,1/0,1	-
Хлороформ (Трихлорметан)	0,2	0,1	0,3	0,06	-	0,06	-	0,06	-	-
Цианиды	0,035	0,07	-	0,07	0,05	0,01	-	0,05	0,2/0,2	-
Цинк	5,0	1	3 (показатель приемлемости)	5,0	-	1,0	-	1,0	5****	-
Тригалометаны ⁸⁾	0,1 (суммарно)	-	$\sum C_i / ПДК_i$ меньше 1	-	0,1 (суммарно)	0,1 (суммарно)	$\sum C_i / ПДК_i$ меньше 1	- ⁹⁾ 0,08	-	-

Примечание: ¹⁾Для Кыргызской Республики представлены нормативы по ТР (Закон КР №34 от 30 мая 2011 года «Технический регламент «О безопасности питьевой воды» в редакции Закона КР № 67 от 28 апреля 2017 года) и ГН (Гигиенические нормативы «Предельно допустимые концентрации химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования», утвержденные Постановлением Правительства КР от 11 апреля 2016 года №201). Величина, указанная в скобках, может быть установлена по согласованию с главным государственным санитарным врачом соответствующей территории для конкретной системы водоснабжения; ²⁾Нормативы ВОЗ взяты из «Руководства по обеспечению качества питьевой воды. 4-е издание, Женева: Всемирная организация здравоохранения; 2017 г. Величины с пометкой «показатель приемлемости» и «санитарная норма» не являются установленными нормативами; * – не более 0,1 мг/л на крупных станциях по очистке воды и не более 0,2 мг/л на небольших станциях; ³⁾Для Российской Федерации представлены нормативы по СанПин 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания», введенных в действие с 1 марта 2021 г. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ № 2 от 28 января 2021 года. ** – величина для воды питьевой системы централизованного водоснабжения; ⁴⁾ Нормативы для Европейского Союза взяты из Council Directive 98/83/EC of 3 November 1998 on the quality of water intended for human consumption; ⁵⁾Нормативы для Японии взяты из Water Supply in Japan 2017. Published by Japan Water Works Association. Sep. 2018; ⁶⁾Нормативы для Китая представлены по GB 5749-2006 National Standard of the People's Republic of China. Standards for Drinking Water Quality, implemented on 2007-07-01. *** – величина для воды питьевой системы малого централизованного водоснабжения; ⁷⁾Нормативы для США взяты из National Primary and Secondary Drinking Water Regulations, EPA, 2009. Стандарт MCLG, который не обязателен, но его желательно придерживаться (максимальный уровень загрязнения питьевой воды, при котором не встречалось бы никакого известного или неблагоприятного воздействия на здоровье людей, учитывая адекватный уровень безопасности), стандарт MCL – максимально допустимый уровень загрязнения питьевой воды, которая поставляется любому пользователю общественной водопроводной сети; **** – дополнительный стандарт (Secondary Drinking Water Regulations) [4]; ⁸⁾Тригалометаны: хлороформ, бромоформ, дибромхлорметан, бромдихлорметан, бромдихлорметан; ⁹⁾Нормируются отдельные вещества: бромдихлорметан (0 мг/л), бромоформ (0 мг/л), дибромхлорметан (0,06 мг/л); ⁹⁾Величины, рассчитанные в соответствии с ГОСТ 33045-2014 [20]; ^{2),6)} $\sum C_i / ПДК_i$, где C_i – концентрация вещества.

Напротив, хром (VI) относится к канцерогенным и генотоксичным для человека веществам. Впервые нормативная величина для шестивалентного хрома была предложена ВОЗ в 1958 г. по соображениям санитарной безопасности, однако позднее она была заменена на рекомендательную величину общего содержания хрома любой валентности условно из-за неопределенности токсикологических данных и ввиду трудностей, возникающих при попытках провести анализ на наличие только его шестивалентной формы [5]. Данного подхода придерживаются Россия, страны ЕС и США.

4. Ставший уже недостаточным перечень нормируемых показателей, характеризующих содержание химических веществ в питьевой воде, который необходимо дополнить в связи с появлением новых данных о действии веществ, современных методов определения содержания веществ, новых технологий очистки воды.

Например, для экспресс-оценки общей минерализации (общего солесодержания) воды можно рекомендовать внесение таких показателей, как удельная электропроводность, общее содержание растворенных твердых веществ, которые определяются простым, оперативным кондуктометрическим методом измерения как в лабораторных, так и в полевых условиях. Удельная электропроводность питьевой воды нормируется в странах ЕС (2500 мкСм/см – вода не должна быть агрессивной, в Директиве 98/83/ЕС; значение 400 мкСм/см, как ориентировочный уровень, предлагалось в ранее действовавшей Директиве 80/778/ЕЕС [21]). Содержание растворенных твердых веществ в качестве норматива установлено в США (500 мг/л). Согласно ВОЗ вкусовые качества воды, в которой общее содержание растворенных твердых веществ ниже 600 мг/л, обычно считаются хорошими; при значениях этого показателя превышающих 1000 мг/л, питьевая вода становится все более неприятной на вкус. В КР «общая минерализация» нормируется по параметру «сухой остаток» (1000 мг/л в ТР), который определяется затратным по времени гравиметрическим методом и только в лабораторных условиях [22].

Очень важно установление норматива для такого показателя, как общий органический углерод (ООУ), являющийся точным индикатором суммарного содержания органических веществ в воде. Это обусловлено тем, что при обеззараживании питьевой воды методом хлорирования, в процессе водоподготовки образуются токсичные побочные продукты – галогенсодержащие соединения, большую часть из которых составляют тригалометаны: хлороформ, бромдихлорметан, дибромхлорметан, бромоформ, а также 1,2-дихлорэтан, тетрахлорметан. Данные вещества появляются в результате взаимодействия соединений активного хлора с органическими веществами природного происхождения и обладают канцерогенными, мутагенными и иммунотоксическими свойствами, поражая в организме человека прежде всего центральную нервную систему, систему крови и эндокринную систему, почки, печень, поджелудочную железу, создавая тем самым угрозу для здоровья человека в случае постоянного присутствия в питьевой воде в концентрациях, превышающих ПДК. Наиболее рациональным методом уменьшения данных побочных продуктов хлорирования является снижение содержания их органических предшественников на стадиях очистки воды до хлорирования [23, 24]. В КР в настоящее время и ранее, содержание ООУ регламентируется только для воды, расфасованной в емкости, для воды централизованного и нецентрализованного водоснабжения данный норматив не установлен [1, 3, 25]. Согласно Техническому регламенту Евразийского Экономического Союза «О безопасности упакованной питьевой воды, включая природную минеральную воду», вступившему в силу на территории КР с 1 января 2019 года, в различных типах бутилированных питьевых вод (обработанной, природной, купажированной и искусственно минерализованной) допускается содержание ООУ не более 10 мг/л, в питьевой воде для детского питания – не более 5 мг/л [25]. В мировой практике нормативные значения для общего органического углерода уже установлены в Японии (3 мг/л), Китае (5 мг/л) и России (5 мг/л), а также в странах Европейского Союза (где ООУ представлен в качестве индикаторного показателя, правда, без утвержденного количественного значения, но с указанием на отсутствие аномальных изменений его уровня в воде для источников производительностью более 10000 м³) [6–9].

Следует отметить, что нормируемый в КР показатель – перманганатная окисляемость (5,0/7,0 мгО₂/л в ТР), лишь косвенно характеризует содержание органических соединений в воде, так

как в величину показателя могут входить бромиды, йодиды, нитриты, некоторые оксиды металлов и кислородсодержащие соединения серы, которые образуются в результате химических взаимодействий. Поэтому перманганатная окисляемость, по сравнению с ООУ, не отражает истинного содержания органических веществ в воде, снижая тем самым свою информативность и представление об образовании побочных продуктов водоподготовки. В то время как инструментальный метод определения ООУ характеризуется прямым способом определения и высокой достоверностью результатов [26].

5. Противоречивость и недостаточность в нормировании токсичных побочных продуктов дезинфекции воды методом хлорирования. В мире наиболее часто контролируются следующие побочные продукты дезинфекции воды методом хлорирования: хлороформ, бромоформ, бромдихлорметан, дибромхлорметан, тетрахлорметан и суммарное количество тригалометанов [4].

В Кыргызской Республике:

- регламентируются тригалометаны суммарно (хлороформ, бромоформ, дибромхлорметан, бромдихлорметан), как и в странах ЕС, Японии, США, и только в ТР, где не указан перечень нормируемых тригалометанов, а дается ссылка на Директиву 98/83/ЕС, что весьма неудобно. Наименьшее нормативное значение (0,080 мг/л MCL) принято в США, в остальных странах – 0,1 мг/л;
- установлен норматив на хлороформ (0,2 мг/л в ТР и 0,1 мг/л в ГН), являющийся наиболее распространенным тригалометаном и основным побочным продуктом дезинфекции [5], но есть различие;
- наблюдается противоречие в величинах ПДК тригалометанов суммарно и хлороформа: ПДК хлороформа должно быть меньше 0,1 мг/л. Так, значение норматива для хлороформа снижено в России, Японии и Китае до 0,06 мг/л;
- норматив по тетрахлорметану 0,002 мг/л регламентируется только в ГН и совпадает с нормативами этого показателя, установленными в России, Японии, Китае (0,002 мг/л), также близок к нормативам ВОЗ (0,004 мг/л) и США (0 мг/л MCLG/ 0,005 мг/л MCL). В ЕС тетрахлорметан не нормируется;
- очень важно внесение в нормативную базу КР 1,2-дихлорэтана (токсичного побочного продукта, образующегося при хлорировании воды), нормативы для которого установлены ВОЗ и в Китае (0,03 мг/л), более строгие в РФ и странах ЕС (0,003 мг/л), а также США (0 мг/л MCLG / 0,005 мг/л MCL);
- важно рассмотреть к внедрению другой подход в нормировании содержания тригалометанов, а именно, рекомендацию ВОЗ: «Сумма отношений концентрации каждого из этих соединений к соответствующей нормативной величине не должна превышать единицу». Такого подхода придерживается, например, Китай [9], а также Россия, применяя в качестве комплексного показателя токсичности для бутилированной воды [27].

Выводы.

1. Регулирование качества питьевой воды в КР осуществляется по общемировому единому принципу, заключающемуся в обеспечении безопасности, безвредности и приемлемости питьевой воды для потребителя. Национальные, зарубежные и международные нормативные документы имеют много общего и включают в себя нормативы по микробиологическим, паразитологическим, обобщенным, химическим, радиологическим показателям, однако количество, перечень и нормативные значения показателей, рекомендуемых для определения и контролируемых в питьевой воде, существенно различаются.

2. В гигиеническом нормировании качества питьевой воды КР в настоящее время есть ряд проблем, поэтому необходима разработка новой нормативной базы на основе национального и с учетом международного опыта регулирования качества питьевой воды, которая заключается в проведении ревизии существующих нормативов с последующей отменой неработающих, противоречащих друг другу нормативных актов и контроле новых принимаемых норм [4].

3. При выборе показателей необходимо руководствоваться следующими критериями: вероятностью присутствия в воде, обоснованными данными о влиянии на здоровье, возможностью практического определения достоверных величин существующими методами, обязательным включением в перечень контролируемых показателей продуктов трансформации дезинфицирующих средств и образующихся под их влиянием веществ, которые поступают в воду в процессе водоподготовки и транспортирования [4].

4. При разработке новых гигиенических нормативов качества питьевой воды в КР можно использовать следующий международный опыт нормирования:

- а) Авторитетные документы международного уровня:
 - Руководство ВОЗ «Руководство по контролю качества питьевой воды» (4-е изд., 2017) [5] – самые значимые рекомендательные нормативы, на основе которых каждая страна разрабатывает собственные стандарты с учетом местных или национальных экологических, культурных, экономических, социальных и прочих особенностей питьевого водоснабжения;
 - Директива Европейского совета 98/83/ЕС [7], прошедшая серьезную экспертную оценку;
- б) Нормативные базы развитых стран: России, Китая, Японии, США;
- с) Недавний опыт в России по гармонизации ранее действовавших там нормативов качества питьевой воды (СанПин 2.1.4.1074-01 [28] и ГН 2.1.5.1315-03 [29]) с требованиями международных организаций и стандартами развитых стран, представленный в литературных источниках [4, 26].

Благодарность. Работа выполнена в рамках проекта: «Исследование географических особенностей распределения качества водных ресурсов Кыргызской Республики в целях обеспечения питьевой водой населения» при поддержке Синьцзянского института экологии и географии Китайской академии наук.

Поступила: 03.07.2023; рецензирована: 15.07.2023; принята: 19.07.2023.

Литература

1. Закон Кыргызской Республики № 34 от 30 мая 2011 года «Технический регламент «О безопасности питьевой воды» в редакции Закона КР № 67 от 28 апреля 2017 года. URL: <http://cbd.minjust.gov.kg/act/view/ru-ru/203278?cl=ru-ru> (дата обращения: 10.03.2023).
2. Закон Кыргызской Республики № 33 от 25 марта 1999 года «О питьевой воде» (в редакции Законов КР от 29 сентября 2000 года № 81, 28 июня 2003 года № 118, 20 июля 2009 года № 240, 12 ноября 2011 года № 206, 10 октября 2012 года № 170, 18 июля 2014 года № 144). URL: <http://cbd.minjust.gov.kg/act/view/ru-ru/200?cl=ru-ru> (дата обращения: 10.03.2023).
3. Гигиенические нормативы «Предельно допустимые концентрации химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования» (утверждены Постановлением Правительства Кыргызской Республики от 11 апреля 2016 года № 201). URL: <http://cbd.minjust.gov.kg/act/view/ru-ru/11956?cl=ru-ru> (дата обращения: 30.03.2023).
4. Крийт В.Е. Гармонизация гигиенических нормативов содержания химических веществ в питьевой воде: актуальность и основные акценты / В.Е. Крийт, Ю.Н. Сладкова, О.В. Волчкова, В.В. Смирнов, В.Ю. Ананьев, И.З. Мустафина // Здоровье населения и среда обитания. 2019. № 12 (321). С. 23–29. DOI: <http://doi.org/1035627/2219-5238/2019-321-12-23-29>.
5. Руководство по обеспечению качества питьевой воды. 4-е изд. [Guidelines for drinking water quality-4th ed.]. Женева: Всемирная организация здравоохранения; 2017 г. Лицензия: CCBY-NC-SA 3.01GO. 604 с. URL: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/255762> (дата обращения: 15.04.2023).
6. СанПин 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». Введены в действие с 1 марта 2021 года Постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28 января 2021 года № 2, URL: https://www.rosпотребнадзор.ru/files/news/GN_sreda%20obitaniya_compressed.pdf (дата обращения: 15.03.2023).

7. Council Directive 98/83/EC of 3 November 1998 on the quality of water intended for human consumption, OJEC. 1998, L330:32-54, URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:01998L0083-20151027&from=EN> (дата обращения: 25.02.2023).
8. Water Supply in Japan 2017. Published by Japan Water Works Association, Sep.2018, 12 p. URL: http://www.jwwa.or.jp/jigyoku/kaigai_file/2017WaterSupplyInJapan.pdf (дата обращения: 01.03.2023).
9. National Standard of the People's Republic of China. GB 5749-2006 Standards for Drinking Water Quality. Implemented on 2007-07-01. URL: https://www.aqsiq.net/pdf/China_GB_5749-2006_Standards_for_Drinking_Water_Quality.pdf (дата обращения: 01.03.2023).
10. National Primary and Secondary Drinking Water Regulations, EPA, 2009, URL: https://www.epa.gov/sites/default/files/2016-06/documents/npwdr_complete_table.pdf (дата обращения: 20.04.2023).
11. Australian Drinking Water Guidelines, 6, 2011. Version 3.7 updated January 2022. National Health Research Council, URL: <https://www.nhmrc.gov.au/about-us/publications/australian-drinking-water-guidelines#block-views-block-file-attachments-content-block-1> (дата обращения: 20.04.2023).
12. Волковская М.В. Оптимизация гигиенических нормативов Кыргызской Республики по содержанию химических веществ в питьевой воде: актуальность и основные акценты / М.В. Волковская // Матер. между. научн.-практич. конф.: «Проблемы географии, геологии, экологии и окружающей среды Центральной Азии», посв. памяти д-ра геолого-минер. наук, проф. Сакиева Кадырбека Сатыбалдыновича, 15 апреля, 2022 г., Бишкек, 2022. С. 17–34.
13. Протокол лабораторных исследований питьевой воды № 90 от 3 мая 2021 г., выдан Санитарно-гигиенической лабораторией Ысык-Атинского районного Центра профилактики заболеваний и государственного санитарно-эпидемиологического надзора при Министерстве здравоохранения Кыргызской Республики.
14. Протокол лабораторных исследований воды № 89 от 19 апреля 2021 г., выдан Санитарно-гигиенической лабораторией Межрайонного Нарынского Центра профилактики заболеваний и государственного санитарно-эпидемиологического надзора при Министерстве здравоохранения Кыргызской Республики.
15. Протокол лабораторных исследований питьевой воды № 101 от 16 апреля 2021 г., выдан Санитарно-гигиенической лабораторией Джеты-Огузского районного Центра профилактики заболеваний и государственного санитарно-эпидемиологического надзора при Министерстве здравоохранения Кыргызской Республики.
16. Протокол испытаний воды № 112-г от 10 июня 2021 г., выдан ГП «Центральная лаборатория» при Государственном комитете промышленности, энергетики и недропользования Кыргызской Республики.
17. Федеральный закон Российской Федерации № 416-ФЗ от 7 декабря 2011 года «О водоснабжении и водоотведении» в редакции от 1 мая 2022 года (ст. 23 (п. 4), ст. 24 (п. 5)). URL: <http://ivo.garant.ru/#/document/70103066/paragraph/351:0>, <http://ivo.garant.ru/#/document/70103066/paragraph/364:0> (дата обращения: 10.03.2023).
18. ГОСТ ISO 17294-2-2019. Качество воды. Применение масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой. Часть 2. Определение некоторых элементов, включая изотопы урана. URL: <https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:iso:17294:-2:ed-2:v1:en> (дата обращения: 10.05.2023).
19. ГОСТ 31870–2012. Вода питьевая. Определение содержания элементов методами атомной спектроскопии. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293785/4293785549.pdf> (дата обращения: 10.05.2023).
20. ГОСТ 33045-2014. Вода. Методы определения азотсодержащих веществ. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293766/4293766954.pdf> (дата обращения: 15.05.2023).
21. Council Directive 80/778/EEC of 15 July 1980 relating to the quality of water intended for human consumption, OJEC. 1980, L229:11–15. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:01998L0083-20151027&from=EN> (дата обращения: 25.02.2023).
22. ГОСТ 18164–72. Вода питьевая. Метод определения содержания сухого остатка. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data/176/17629.pdf> (дата обращения: 15.04.2023).
23. Бахир В.М. Дезинфекция питьевой воды: проблемы и решения / В.М. Бахир // Питьевая вода. 2003. № 1. С. 13–20.
24. Зайцева Н.В. Опыт установления доказывания вреда здоровью населения вследствие употребления питьевой воды, содержащей продукты гиперхлорирования / Н.В. Зайцева, И.В. Май, С.В. Клейн, Э.В. Седусова // Здоровье населения и среда обитания. 2015. № 12 (273). С. 16–19. URL: [https://cyberleninka.ru/article/n/opyt-ustanovleniya-i-dokazyvaniya-vreda-zdorovyu-naseleniya-vsledstvie-potrebleniya-pitievoy-vody-soderzhashey-produkty](https://cyberleninka.ru/article/n/opyt-ustanovleniya-i-dokazyvaniya-vreda-zdorovyu-naseleniya-vsledstvie-potrebleniya-pitievoy-vody-soderzhashey-produkty-giperhlorirovaniya) (дата обращения: 25.03.2023).

25. ТР ЕАЭС 044/2017. Технический регламент Евразийского экономического союза «О безопасности упакованной питьевой воды, включая природную минеральную воду». URL: https://docs.eaeunion.org/docs/ru-ru/01414757/cncd_05092017_45 (дата обращения: 25.06.2023).
26. Кузьмина Е.В. Органический углерод: вопросы гигиенического регламентирования и гармонизации / Е.В. Кузьмина, Е.О. Кузнецов, Н.В. Смагина, Т.В. Слышкина, Р.Л. Акрамов, Л.А. Брусницина, Г.Б. Ницак // Гигиена и санитария. 2013. Т. 92. № 6. С. 60–64. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/organicheskiy-uglerod-voprosy-gigienicheskogo-reglamentirovaniya-i-garmonizatsii> (дата обращения: 15.04.2023).
27. СанПин 2.1.4.1116–02. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству питьевой воды, расфасованной в емкости. Контроль качества (с изменениями от 25 февраля 2010 г., 28 июня 2010 г.). URL: <https://files.stroyinf.ru/Data1/41/41662/index.htm> (дата обращения: 15.05.2023).
28. СанПин 2.1.4.1074–01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения (с изменениями от 07.04.2009, 25.02.2010, 28.06.2010). URL: <https://files.stroyinf.ru/Data1/9/9742/index.htm> (дата обращения: 15.03.2023).
29. ГН 2.1.5.1315–03. Предельно-допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (с изменениями от 28.09.2007, 16.09.2013, 30.08.2016, 13.07.2017). URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294815/4294815336.pdf> (дата обращения: 15.03.2023).