



Болахан В.Н., Субботина Т.И., Кривцов А.В., Сороколетова Е.Ф., Ищук Ю.В.

История контроля качества воды в России. К 150-летию первой земской санитарной станции и 100-летию создания Государственной санитарно-эпидемиологической службы Российской Федерации (обзор литературы)

ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации, 194044, Санкт-Петербург, Россия

Целью настоящего исследования явилось изучение истории контроля качества воды в России в связи с 150-летием создания первой земской санитарной станции и 100-летием издания Декрета Совета Народных Комиссаров «О санитарных органах республики». Проведён исторический ретроспективный анализ публикаций с использованием базы данных Российской научной электронной библиотеки eLibrary.Ru, интегрированной с Российским индексом научного цитирования (РИНЦ), а также материалов из фондов научной библиотеки Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова.

Представлены данные о создании первой в России Пермской земской санитарной станции и проведении в ней оригинальных научных исследований по использованию химических и бактериологических методов контроля качества воды. Показаны достижения отечественных учёных в области установления зон санитарной охраны водоисточников и роли нефтяных загрязнений рек. Определено значение изданного в 1922 г. Декрета Совета Народных Комиссаров «О санитарных органах республики» в законодательном регулировании качества питьевой воды. Изучена деятельность органов санитарной службы Красной армии по обеспечению адекватного водообеспечения в целях сохранения боеспособности войск в период Великой Отечественной войны. Представлен перечень нормативных документов, регламентирующих качество питьевой воды с 1945 по 2021 г., проведён анализ новых современных методов контроля её качества, основными требованиями к которым являются экспрессность, воспроизводимость, доступность.

Заключение. Создание первой земской санитарной станции и Государственной санитарно-эпидемиологической службы в России послужило основой развития методов контроля качества питьевой воды, прошедшего путь от первоначальных способов оценки органолептических показателей до использования количественных нормативов и создания инновационных высокотехнологичных методов.

Ключевые слова: обзор; питьевая вода; контроль качества воды; методы контроля; земская санитарная станция; Государственная санитарно-эпидемиологическая служба

Для цитирования: Болахан В.Н., Субботина Т.И., Кривцов А.В., Сороколетова Е.Ф., Ищук Ю.В. История контроля качества воды в России. К 150-летию первой земской санитарной станции и 100-летию создания Государственной санитарно-эпидемиологической службы Российской Федерации (обзор литературы). *Гигиена и санитария*. 2023; 102(1): 93–98. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2023-102-1-93-98> <https://elibrary.ru/wiatwk>

Для корреспонденции: Субботина Татьяна Ивановна, доктор мед. наук, ст. науч. сотр. НИО (питания и водоснабжения) Научно-исследовательского центра ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ, 194044, Санкт-Петербург. E-mail: Subbotina-vmeda.subbotina@yandex.ru

Участие авторов: Болахан В.Н. — концепция и дизайн исследования, сбор материала, написание текста; Субботина Т.И. — сбор материала и обработка данных, написание текста; Кривцов А.В. — редактирование, сбор материала; Сороколетова Е.Ф. — редактирование; Ищук Ю.В. — сбор материала, дизайн исследования. Все соавторы — утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Финансирование. Исследование не имело финансовой поддержки.

Поступила: 14.06.2022 / Принята к печати: 08.12.2022 / Опубликовано: 15.02.2023

Vasiliy N. Bolechan, Tat'yana I. Subbotina, Andrey V. Krivtsov, Yelena F. Sorokoletova, Yuliya V. Ishchuk

Historical aspects of water quality control in Russia. To the 150th anniversary of the first Zemstvo sanitary station and the 100th anniversary of the establishment of the State sanitary epidemiological service (literature review)

Military Medical Academy named after S.M. Kirov of the Ministry of Defense of the Russian Federation, Saint Petersburg, 194044, Russian Federation

The purpose of this study was to investigate the history of water quality control in Russia in connection with the 150th anniversary of the establishment of the first Zemstvo sanitary station and the 100th anniversary of the publication of the Decree of the Council of People's Commissars "On sanitary authorities of the Republic". A historical retrospective analysis of publications was carried out using the database of the Russian Scientific Electronic Library eLibrary.Ru, integrated with the Russian Science Citation Index (RSCI), and reports from the collections of the scientific library of the Military Medical Academy named after S.M. Kirov.

The data on the creation of the first Perm Zemstvo sanitary station in Russia and the conduct of original scientific research on the use of chemical and bacteriological methods of water quality control in it are presented. The achievements of Russian scientists in the field of establishing sanitary protection zones of water sources and the role of oil pollution of rivers are shown. The significance of the Decree of the Council of People's Commissars "On sanitary bodies of the Republic" issued in 1922 in the legislative regulation of drinking water quality is determined. The activity of the bodies of the sanitary service of the Red Army to ensure adequate water supply in order to preserve the combat capability of the troops during the Great Patriotic War has been studied. A list of regulatory documents determining the quality of drinking water from 1945 to 2021 is presented, an analysis of new modern methods of quality control is carried out, the main requirements for which are expressiveness, reproducibility, accessibility.

Conclusion. *The creation of the first Zemstvo sanitary station and the State Sanitary Service in Russia served as the basis for the development of methods for monitoring the quality of drinking water, which went from the initial methods of assessing organoleptic indicators to the use of quantitative standards and the creation of innovative high-tech methods for studying it.*

Keywords: *review; drinking water; water quality control; control methods; zemstvo sanitary station; state sanitary service*

For citation: Bolechan V.N., Subbotina T.I., Krivtsov A.V., Sorokoletova Ye.F., Ishchuk Yu.V. Historical aspects of water quality control in Russia. To the 150th anniversary of the first Zemstvo sanitary station and the 100th anniversary of the establishment of the State sanitary epidemiological service (literature review). *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2023; 102(1): 93-98. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2023-102-1-93-98> <https://elibrary.ru/wiatwk> (In Russian)

For correspondence: *Tat'yana I. Subbotina*, MD, PhD, DSci., senior researcher (nutrition and water supply), Military Medical Academy named after S.M. Kirov of the Ministry of Defense of the Russian Federation, Saint Petersburg, 194044, Russian Federation. E-mail: Subbotina-vmeda.subbotina@yandex.ru

Information about authors:

Bolechan V.N., <https://orcid.org/0000-0002-2627-5534>

Subbotina T.I., <https://orcid.org/0000-0002-3217-8191>

Krivtsov A.V., <https://orcid.org/0000-0001-5919-2850>

Sorokoletova Ye.F., <https://orcid.org/0000-0002-9645-3391>

Ishchuk Yu.V., <https://orcid.org/0000-0002-8716-3528>

Contribution: *Bolechan V.N.* – research concept and design, material collection, text writing; *Subbotina T.I.* – material collection and data processing, text writing; *Krivtsov A.V.* – editing, material collection; *Sorokoletova E.F.* – editing; *Ishchuk Yu.V.* – material collection, research design. *All authors* are responsible for the integrity of all parts of the manuscript and approval of the manuscript final version

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgement. The study had no sponsorship.

Received: June 14, 2022 / Accepted: December 8, 2022 / Published: February 15, 2023

Проблема обеспечения населения качественной питьевой водой в XXI веке рассматривается как элемент национальной безопасности России [1, 2]. Неудовлетворительное качество воды может формировать до 80% всех болезней, являться причиной дополнительных случаев смертности, приводить к поражению центральной нервной системы, внутренних органов, кожи, слизистых оболочек, кровеносной, костной, иммунной систем, нарушений гормонального, жирового и углеводного обмена [3]. Экономический ущерб вследствие негативного влияния загрязнения питьевых вод на здоровье населения значителен и составил, например, в 2014 г. более 50 млрд рублей [4]. Для гарантированного обеспечения безвредности и безопасности питьевой воды, являющейся вторым по значимости фактором окружающей среды, необходим объективный контроль показателей её качества [5].

Первоначально контроль качества воды носил эмпирический характер преимущественной оценкой органолептических свойств – вкуса, запаха, мутности и цветности. Любое отклонение этих свойств от присущих чистой воде вызывало защитную реакцию в виде отказа от использования сомнительной воды, что было особенно важно в местах массового скопления людей в период войн, когда адекватное водоснабжение личного состава определяло сохранение боеспособности войск. Войны неизбежно сопровождались в прошлом возникновением опустошительных эпидемий – «спутников войны», уносивших больше жертв, чем применение боевого оружия. Во время Русско-турецкой войны 1853–1856 гг. Н.И. Пирогов обратил внимание на развитие заразных болезней, которым «потворствует» наряду с другими неблагоприятными факторами использование воды из «бухт со стоячей водой» [6, 7]. Пользование водой из колодцев, вырытых вблизи госпитальных барачков, явилось основной причиной эпидемий холеры, охватившей 28 000 человек во французской и английской армиях, воевавших под Севастополем в 1855–1856 гг. Русская армия во время войны с Турцией 1877–1878 гг. потеряла от брюшного тифа 97 513 человек, а от оружия – 34 742 человека. В годы Первой мировой войны водоснабжение войск приобрело особое значение по причине невиданной ранее массовости армий, высокой концентрации войск и позиционного характера войны, применения отравляющих веществ, в том числе и для отравления колодцев и подземных вод. В период Первой мировой войны французская армия имела 134 000 случаев заболевания брюшным тифом, русская – 97 500 (и 31 000 случаев холеры), что было обусловлено недостатками системы обеспечения доброкачественной питьевой водой.

Оценка органолептических показателей утратила основное значение к концу XIX века. В 1883 г. Р. Кох выделил чистую культуру холерного вибриона и доказал этиологиче-

скую связь между содержанием вибриона в воде и развитием эпидемии среди населения Египта. Это открытие послужило началом перехода к новому этапу оценки качества питьевой воды (КПВ) с использованием бактериологического, а впоследствии химического методов.

Русским гигиенистам в отличие от европейских учёных приходилось учитывать большое разнообразие климатических зон, санитарное состояние страны, культурный уровень и заболеваемость населения. Сегодня можно говорить о русском направлении в гигиене, представителями которого явились М.Я. Мудров, Я.А. Чистович, А.П. Доброславин, Ф.Ф. Эрисман, Г.В. Хлопин, А.Н. Сысин, Ю.А. Рахманин и многие другие. 150 лет назад впервые в России была создана экспериментальная гигиеническая лаборатория А.П. Доброславина, впервые было издано «Руководство по гигиене» Ф.Ф. Эрисмана, организована кафедра гигиены при медицинском факультете Киевского университета под руководством В.А. Субботина.

Знаменательным событием явилось создание 150 лет назад первой Пермской земской санитарной станции в России, существенный вклад в организацию которой внёс Н.И. Пирогов. Будучи известным прежде всего выдающимися трудами в области военно-полевой хирургии и прикладной анатомии, Н.И. Пирогов внёс большой вклад в развитие профилактической медицины, считая, что «будущее принадлежит медицине предохранительной». В переписке с Пермским губернским земством, решившим строить свою деятельность по предупреждению широко распространённых в губернии инфекций на профилактических началах, Н.И. Пирогов одобрил и поддержал учреждение (в 1872 г., впервые в России) санитарной комиссии и должности санитарного врача. Санитарные организации появлялись и успешно развивались в других губерниях России. Следует учесть, что деятельность эта осуществлялась в 1870–1872 гг., через 10 лет после освобождения крестьян, когда в России земское и городское самоуправление только делали первые шаги. Примечательно, что в 1886–1890 гг. в Пермской земской санитарной станции работал в качестве лаборанта-химика сосланный за студенческие связи с социал-демократами в Санкт-Петербурге Г.В. Хлопин, будущий известный учёный-гигиенист.

Ещё работая на Пермской санитарной станции, Г.В. Хлопин опубликовал научные работы «Сравнительная оценка бактериологического и химического способа исследования воды в санитарном отношении», «По поводу анализов вод, сделанных в Пермской земской санитарной станции». По всем этим вопросам были произведены опыты с соответствующими физико-химическими анализами и сделаны важные в практическом отношении выводы [8, 9]. Следует отметить, что физико-химическое исследование воды, по мнению

учёного, должно иметь определяющее значение в санитарной практике. Работа «К вопросу о значении окисляемости, показателя изменчивости кислорода и количества бактерий для санитарной оценки воды», написанная Г.В. Хлопиным в 1892 г., получила развитие в его докторской диссертации, выполненной под руководством Ф.Ф. Эрисмана [10].

Во время работы в Юрьевском университете в 1902 г. Г.В. Хлопин участвовал в работе руководимой профессором Военно-медицинской академии С.В. Шидловским особой комиссии, созданной для выяснения степени вреда, причиняемого загрязнением реки Волги нефтью. Проведя эксперименты с бакинской нефтью, Г.В. Хлопин пришёл к выводу, что имеющиеся в ней азотистые основания не ядовиты для теплокровных животных и мало ядовиты для рыб, а вред флоре и фауне наносится углеводородами нефти и их производными [11].

Являясь основателем экспериментального направления в гигиене, Г.В. Хлопин определил всю дальнейшую исследовательскую деятельность в деле обеззараживания воды и разработки методов контроля её качества. В 1914–1916 гг., будучи в командировке в Евпатории, Г.В. Хлопин разрабатывает актуальные до настоящего времени методы установления зон санитарной охраны питьевых и лечебных водоемов — прообразов зон санитарной охраны современного водопровода [12, 13]. Г.В. Хлопиным были изданы два тома учебника «Основы гигиены», подготовлены учебные пособия «Химические методы исследования питьевых и сточных вод», «Методы санитарных исследований. Анализ питьевых, сточных и минеральных вод», явившиеся основой санитарного законодательства [14, 15].

Значительный шаг в создании санитарного контроля КПВ был сделан в послереволюционный период. Сто лет назад, в сентябре 1922 г., был издан Декрет Совета Народных Комиссаров «О санитарных органах республики», а также принят ряд правительственных постановлений: о создании зон санитарной охраны водоемов, о спуске сточных вод в водоёмы с большой самоочищающейся способностью, постоянном химическом и бактериологическом контроле хозяйственно-питьевых вод, санитарном надзоре за работой предприятий водоснабжения и канализации.

В 20–30-х годах XX века было положено начало научно обоснованному нормированию показателей КПВ и наметился переход к новому, не потерявшему своего значения до настоящего времени принципу оценки качества питьевой воды по показателям безопасности, безвредности и приемлемости для потребителя. Опубликованные в 2014 г. Ю.А. Рахманиным и соавт. результаты анализа столетней истории законодательного регулирования качества питьевой воды показали, что в России этому вопросу уделялось большое внимание [16]. Под руководством А.Н. Сысина в 1937 г. был создан и в 1939 г. утверждён «Временный стандарт качества воды, подаваемой в сеть хозяйственно-питьевых водопроводов». Этот стандарт был первым не только в нашей стране, но и в Европе и предусматривал необходимость определения как сапрофитной микрофлоры, так и кишечной палочки, а также включал нормативы органолептических показателей.

Существенные изменения в совершенствовании контроля КПВ в России произошли с началом образования КА (Красной армии), когда появилась система организации полевого водоснабжения [17]. В КА был принят на снабжение набор Каменского, содержащий все необходимые реактивы в виде точно дозированных таблеток. При помощи указанного набора можно было получить представление о качестве воды. Но поскольку в полевых условиях из-за недостатка времени не всегда удобно пользоваться указанным набором, приходилось давать заключение на основании органолептической оценки пробы воды, подробного осмотра водоёма и окружающей местности. В руководящих документах межвоенного периода были сформулированы рекомендации войскам по поиску, добыче питьевой воды, а также требования к её качеству. К началу Великой Отечественной войны медицинская служба получила не только теоретический

базис и эмпирические научные знания, но и соответствующее лабораторное и техническое оснащение, нормативную документацию и квалифицированные медицинские кадры, способные решать поставленные задачи в жёстких условиях военного времени. Это позволило впервые в истории войн обеспечить отсутствие массовых инфекционных заболеваний в частях действующей армии.

В самом начале Великой Отечественной войны был создан гигиенический отдел Противоэпидемического управления Военно-санитарного управления КА, возглавлявшего санитарно-гигиеническую службу. Ф.Г. Кротков был руководителем гигиенической службы Красной армии. Во время войны под его руководством впервые в составе медико-санитарной службы была создана специализированная гигиеническая организация, располагавшая подвижными лабораторными средствами. В результате многочисленных исследований были разработаны гигиенические нормативы и основы санитарно-гигиенического обеспечения войск при расположении на месте и в полевой обстановке. В учебном пособии «Элементы полевой гигиены для командира Красной Армии», изданном в 1941 г., изложены основные вопросы водоснабжения, санитарные нормы потребления и качества воды [18]. Уже в 1941 г. были разработаны и направлены в войска «Наставление по полевому водоснабжению войск» и «Военно-санитарный справочник», регламентирующие вопросы качества воды, нормы её потребления, разведку, очистку, хранение и перевозку, создание водных пунктов и полевых водопроводов [19, 20]. Были разработаны разнообразные изделия табельного оснащения войск: гигиенические лаборатории и укладки, полевые наборы для исследования воды и пищевых продуктов, индикационные наборы, укладки для определения доз хлора и коагулянта.

В годы Великой Отечественной войны санитарный контроль осуществляли рабочие органы — СЭО (санитарно-эпидемиологические отряды округов и армий), СЭЛ (санитарно-эпидемиологические лаборатории фронта), в войсках — медицинские работники, в соединениях — санитарные взводы медсанбатов (МСБ), состоявшие из шести человек и оснащённые дивизионным специальным набором (ДСН). СЭО, как и СЭЛ, были оснащены базовыми и подвижными гигиеническими лабораториями [21, 22]. В подвижных лабораториях было выполнено 40% от общего количества анализов, в базовых — 60%. Воду исследовали на прозрачность, цветность, запах, вкус, активную реакцию, окисляемость, хлориды, нитриты, нитраты, аммиак, сульфаты, общую жёсткость, наличие железа, коли-титр, наличие тяжёлых металлов и алкалоидов.

В сфере внимания гигиенистов находилось в первую очередь колодезное водоснабжение, составлявшее 96% всех источников питьевой воды. Оценка пригодности водоемов проводилась на основе санитарно-топографических данных о его окружении, санитарно-эпидемиологических и санитарно-технических данных с исследованием качества воды либо непосредственно у водоема, либо (при отсутствии соответствующего лабораторного оборудования) путём отбора пробы воды с последующим её анализом в лаборатории. Поскольку в условиях войны каждый водоем источник, независимо от лабораторных исследований, должен всегда считаться сомнительным, Ф.Г. Кротков требовал «обязательного хлорирования всех колодцев в населённых пунктах, вне зависимости от результатов физико-химических исследований воды в них».

Полученный в период Великой Отечественной войны опыт контроля КПВ был успешно использован при проведении летом 1945 г. Маньчжурской стратегической наступательной операции, что в немалой степени способствовало её успеху.

В послевоенные годы регулирование и оценка КПВ получили дальнейшее развитие. Утверждённый в 1945 г. ГОСТ 2874–45 «Вода питьевая. Нормы качества» содержал 17 показателей, в том числе нормативы свинца, мышьяка, фтора, меди, цинка, фенолсодержащих соединений, железа, марганца, жёсткости и остаточного активного хлора.

ГОСТ 2874–54 включал 18 показателей, в ГОСТ 2874–73 число обязательных для контроля показателей было расширено до 32. ГОСТ 2874–82, в котором была изменена химическая индексация для металлов, имеющих переменную валентность, и введён контроль по валовому содержанию их в воде, включал 29 показателей. Отечественная система водоснабжения населения имела более высокий статус, чем, например, аналогичная система США, где до 1974 г. стандарты КПВ на водопроводы вообще не распространялись. В 80-е годы XX века были разработаны гигиенические основы дистилляционного опреснения воды для хозяйственно-питьевого водоснабжения, разработаны принципы водоснабжения космических аппаратов и морского флота [23].

В 1996 г. были утверждены СанПиН 2.1.4.559–96 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества», включавшие 56 приоритетных показателей для санитарного контроля качества питьевой воды, а в 2001 г. – 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».

В XXI веке в связи с расширением спектра водных загрязнений возникла необходимость оценки нормативов содержания в воде новых химических и радиоактивных компонентов. В настоящее время продолжается разработка новых нормативов приоритетных водных загрязнений, выполняется периодический пересмотр нормативов при появлении новых научных данных о биологическом действии веществ, проводится гармонизация нормативных величин и оценка возможности введения в практику ещё одного критерия благоприятности условий водопользования населения – биоэнергетического состояния воды, предусматривающего установление ряда не только минимально необходимых уровней биогенных элементов, но и оптимальных параметров их содержания в питьевой воде. Эти критерии нашли отражение в Руководстве ВОЗ, нормативных документах Российской Федерации (СанПиН 2.1.4.1116–02 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды, расфасованной в ёмкости. Контроль качества») и Таможенного союза [24].

Новым этапом контроля КПВ стало введение в действие с 1 марта 2021 г. обобщённых санитарных правил и норм СанПиН 2.1.3684–21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий». В этом документе были изменены предельно допустимые значения для ряда параметров и выделена как самостоятельное понятие техническая вода, которую нельзя использовать для питья и приготовления пищи.

Актуальными направлениями стали разработка, обоснование и внедрение метода интегральной оценки вероятного риска для здоровья населения при совокупном воздействии и химических веществ, и микробиологических агентов, содержащихся в питьевой воде [25].

В связи с появлением ранее неизвестных химических соединений всё больше внимания уделяется поиску новых интегральных способов их обнаружения, в том числе методу биотестирования, позволяющему устанавливать степень токсичности исследуемого образца. Биотестирование, основанное на регистрации изменения общебиологических показателей, даёт возможность диагностировать вредное токсическое действие химических факторов и экстраполировать результаты, полученные на биологических моделях, на организм человека. Показано, что чувствительность ряда биотестов позволяет выявить присутствие токсиканта на уровне ПДК и ниже, на уровне порога хронического действия [26].

Оригинальным подходом к обеспечению населения Российской Федерации качественной питьевой водой является применение в системе нормирования методологии бенчмаркинга, опирающейся на широкую информационную базу для аналитического сравнения элементов, которые составляют такие системы и влияют на отрасль питьевого водоснабжения в группах стран, отдельных странах, а также на деятельность некоторых предприятий ВКХ. В частности, для России в качестве эталонного объекта выбран ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» [27].

В настоящее время во всём мире происходит переход от опасность-ориентированного к риск-ориентированному подходу при организации водоохранной деятельности и контроле качества воды. В 2016 г. вышло Постановление Правительства Российской Федерации № 806 «О применении риск-ориентированного подхода при организации отдельных видов государственного контроля (надзора)», что позволило предприятиям, предоставляющим услуги водоснабжения, использовать новый подход к организации производственного контроля качества питьевой воды с учётом риска для здоровья населения [28, 29].

Актуальной задачей военной-медицинской службы Вооружённых Сил (ВС) при защите интересов Российской Федерации (РФ) и поддержании готовности к отражению любых видов агрессии и угроз является решение задач адекватного водоснабжения военнослужащих и населения [30]. Контроль КПВ приобретает в этих условиях приоритетное значение. В настоящее время в ВС РФ проводится внедрение новых методик, основными критериями которых являются экспрессность, воспроизводимость, простота в исполнении. Такие методики позволяют объективизировать медицинский контроль КПВ, повышают его достоверность [31].

Действующие в настоящее время нормативные документы устанавливают показатели качества питьевой воды, методы их определения, процедуру отбора и хранения проб воды. Методики химического анализа, аттестованные и зарегистрированные Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии, методические указания, утверждённые Минздравом России, позволяют оперативно определять показатели качества воды и корректно осуществлять её поэтапное санитарное тестирование. При этом можно существенно сократить время исследований и связанные с этим трудовые затраты с помощью современных инновационных методов контроля качества воды. Актуальны методы фотометрии в комбинации с готовыми тестами, индикаторные тест-полоски и наборы для определения на уровне ПДК дезинфектантов и вредных химических веществ. Для учёта общего микробного числа, колиформных бактерий (БГКП – бактерий группы кишечной палочки), *E. coli*, других микроорганизмов весьма перспективны ускоренные методы анализа с использованием петрифильмов, иммунохроматографических экспресс-тестов, готовых селективных и индикаторных питательных сред [32].

Заключение

Регулирование качества питьевой воды прошло значительный и сложный путь развития. В первые десятилетия XX века был совершён переход к разработке и использованию количественных нормативов КПВ, что вывело на новый уровень оценку пригодности воды для питьевых целей. Дальнейшее развитие контроль КПВ получил в годы Великой Отечественной войны, послевоенный и последующие периоды, когда возникла необходимость изучения новых, неизвестных ранее химических и радиоактивных загрязнений и нормирования показателей их содержания. В настоящее время осуществляется поиск новых высокотехнологичных методов контроля КПВ, внедрение которых даёт возможность предупредить «водный голод», сохранить для настоящего и будущих поколений величайшее богатство России – качественную пресную питьевую воду.

Литература

1. Рахманин Ю.А., Малышева А.Г. Концепция развития государственной системы химико-аналитического мониторинга окружающей среды. *Гигиена и санитария*. 2013; 92(6): 4–9.
2. Нарыков М.И., Лизунов В.И., Бокарев М.А. *Гигиена водоснабжения*. СПб.: СпецЛит; 2011.
3. Эльпинер Л.И. Медико-экологические аспекты кризиса водоснабжения. *Гигиена и санитария*. 2013; 92(6): 38–44.
4. Клейн С.В., Вековшинина С.А., Сбоев А.С. Приоритетные факторы риска питьевой воды и связанный с этим экономический ущерб. *Гигиена и санитария*. 2016; 95(1): 10–4.
5. Рахманин Ю.А., Розенталь О.М. О повышении достоверности гигиенической оценки качества воды природных источников питьевого водоснабжения. *Гигиена и санитария*. 2021; 100(11): 1198–202. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-11-1198-1202>
6. Пирогов Н.И. *Начала общей военно-полевой хирургии*. Дрезден: Printing house of E. Blochman and son; 1865.
7. Кротков Ф.Г. Н.И. Пирогов и гигиеническая наука в России. В кн.: *Труды Пироговских чтений*. М.: Медицина; 1986.
8. Хлопин Г.В. Сравнительная оценка бактериологического и химического способов исследований воды в санитарном отношении. *Вестник Общественной гигиены*. 1889; (12): 96–110.
9. Хлопин Г.В. По поводу анализов вод, сделанных в Пермской санитарной станции. В кн.: *Сборник работ Пермской земской санитарной станции*. Пермь; 1889: 117–21.
10. Хлопин Г.В. К вопросу о значении окисляемости, показателя изменчивости кислорода и количества бактерий для санитарной оценки воды. *Врач*. 1893; (2): 328–30.
11. Хлопин Г.В. Азотистые основания бакинской нефти, их химический состав и физиологические свойства. В кн.: *Сборник работ гигиенической лаборатории Юрьевского университета*. Юрьев; 1902: 178–203.
12. Горбанев С.А., Никуленков А.М., Еремин Г.Б., Башкетова Н.С., Бадаева Е.А., Ломтев А.Ю. Проблемы проектирования и санитарно-эпидемиологической экспертизы проектов зон санитарной охраны подземных источников водоснабжения. *Гигиена и санитария*. 2018; 97(12): 1152–6. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-12-1152-1156>
13. Жолдакова З.И., Синицина О.О., Турбинский В.В. О корректировке требований к зонам санитарной охраны источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения населения. *Гигиена и санитария*. 2021; 100(11): 1192–7. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-11-1192-1197>
14. Хлопин Г.В. *Методы санитарных исследований. Анализ питьевых, сточных и минеральных вод*. Ленинград; 1928.
15. Хлопин Г.В. *Химические методы исследования питьевых и сточных вод. Практическое руководство для врачей, слушателей медицинских курсов и студентов*. СПб.; 2013.
16. Рахманин Ю.А., Красовский Г.Н., Егорова Н.А., Михайлова Р.И. 100 лет законодательного регулирования качества питьевой воды. Ретроспектива, современное состояние и перспективы. *Гигиена и санитария*. 2014; 93(2): 5–18.
17. Прямыцин В.Н., Чертов В.В. «В боевой обстановке войска зачастую готовы пить любую воду». История водоснабжения в отечественных Вооруженных силах. *Военно-исторический журнал*. 2019; (1): 12–9.
18. Волжинский В.А., Лифшиц М.С., Прохоров Г.В. *Элементы полевой гигиены для командира Красной Армии*. Ленинград: Медгиз; 1941.
19. *Наставление по полевому водоснабжению войск*. М.: Воениздат; 1941.
20. *Военно-санитарный справочник*. М.: Медгиз; 1941.
21. Кротков В.Ф. Военная гигиена в Отечественную войну. *Военно-медицинский журнал*. 1945; (1): 48–52.
22. Вавилин П.А., Гусев М.И. Санитарно-гигиеническая служба Советской Армии в годы Великой Отечественной войны. *Гигиена и санитария*. 1985; 64(4): 4–5.
23. Новикова Ю.А., Фридман К.Б., Федоров В.Н., Ковшов А.А., Тихонова Н.А., Мясников И.О. К вопросу оценки качества питьевой воды систем централизованного водоснабжения в современных условиях. *Гигиена и санитария*. 2020; 99(6): 563–8. <https://doi.org/10.33029/0016-9900-2020-99-6-563-568>
24. Рахманин Ю.А., Стехин А.А., Яковлева Г.В. Оценка качества питьевой воды по структурно-энергетическим показателям. *Гигиена и санитария*. 2012; 91(4): 87–94.
25. Рахманин Ю.А., Мельцер А.В., Киселев А.В., Ерастова Н.В. Гигиеническое обоснование управленческих решений с использованием интегральной оценки питьевой воды по показателям химической безвредности и эпидемиологической безопасности. *Гигиена и санитария*. 2017; 96(4): 302–5. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-4-302-305>
26. Измайлова Н.Л., Ляшенко О.А., Антонов И.В. *Биотестирование и биоиндикация состояния водных объектов*. СПб.; 2014.
27. Онищенко Г.Г., Рахманин Ю.А., Кармазинов Ф.В., Грачев В.А., Нефедова Е.Д. Бенчмаркинг качества питьевой воды. СПб.: *Новый журнал*; 2010.
28. Розенталь О.М., Александровская Л.Н. Риск-ориентированный подход к оценке качества воды источников питьевого водоснабжения. *Гигиена и санитария*. 2019; 98(5): 563–9. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-5-563-569>
29. Синицина О.О., Турбинский В.В. О научном гигиеническом обеспечении водной стратегии Российской Федерации (обзор литературы). *Гигиена и санитария*. 2021; 100(9): 923–8. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-9-923-928>
30. Тришкин Д.В., Фисун А.А., Крюков Е.В., Вертий Б.Д. Военная медицина и современные войны: опыт истории и прогнозы, что ждать и к чему готовиться. В кн.: *Состояние и перспективы развития современной науки по направлению «Биотехнические системы и технологии»*. Сборник статей III Всероссийской научно-технической конференции. Анапа; 2021: 8–16.
31. Бокарев М.А., Лопатин С.А., Кузнецов С.М. Правовые основы медицинского контроля за водообеспечением населения (войск). *Известия Российской военно-медицинской академии*. 2019; 38(4): 73–80.
32. Соколов Д.М., Кашинцев И.В., Соколов М.С., Кантор Л.И., Мельнички И.А., Труханов Н.В. Качество питьевой воды и инновационные методы контроля (проблемно-аналитический обзор). *Водоснабжение и санитарная техника*. 2010; (8): 15–25.

References

1. Rakhmanin Yu.A., Malysheva A.G. The concept of the development of the state of chemical-analytical environmental monitoring. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian Journal)*. 2013; 92(6): 4–9. (in Russian)
2. Narykov M.I., Lizunov V.I., Bokarev M.A. *Hygiene of Water Supply [Gigiena vodosnabzheniya]*. St. Petersburg: SpetsLit; 2011. (in Russian)
3. El'piner L.I. Medical and environmental aspects of the drinking water supply crisis. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian Journal)*. 2013; 92(6): 38–44. (in Russian)
4. Kleyn S.V., Vekovshina S.A., Sboev A.S. Priority risk factors of drinking water and the related with it economical loss. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian Journal)*. 2016; 95(1): 10–4. (in Russian)
5. Rakhmanin Yu.A., Rozental' O.M. On elevating the reliability of the hygienic assessment of water quality of natural sources of drinking water supply. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian Journal)*. 2021; 100(11): 1198–202. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-11-1198-1202> (in Russian)
6. Pirogov N.I. *Beginnings of General Military Field Surgery [Nachala obshchey voenno-polevoy khirurgii]*. Dresden: Printing house of E. Blochman and son; 1865. (in Russian)
7. Krotkov F.G. N.I. Pirogov and Hygienic Science in Russia [N.I. Pirogov i gigienicheskaya nauka v Rossii]. Moscow: Meditsina; 1986. (in Russian)
8. Khlopin G.V. Comparative evaluation of bacteriological and chemical methods of water research in sanitary terms. *Vestnik Obshchestvennoy gigieny*. 1889; (12): 96–110. (in Russian)
9. Khlopin G.V. Concerning the analyzes of waters made in the Perm sanitary station. In: *Collection of Works of the Perm Zemstvo Sanitary Station [Sbornik rabot Permskoy zemskoy sanitarnoy stantsii]*. Perm'; 1889: 117–21. (in Russian)
10. Khlopin G.V. To the question of the significance of oxidizability, the index of oxygen variability and the number of bacteria for the sanitary assessment of water. *Vrach*. 1893; (2): 328–30. (in Russian)
11. Khlopin G.V. Nitrogen bases of Baku oil, their chemical composition and physiological properties. In: *Collection of Works of the Hygienic Laboratory of Yuryev University [Sbornik rabot gigienicheskoy laboratorii Yur'evskogo universiteta]*. Yur'ev; 1902: 178–203. (in Russian)
12. Gorbanev S.A., Nikulenkov A.M., Eremin G.B., Bashketova N.S., Badaeva E.A., Lomtev A.Yu. Problems of designing and sanitary-epidemiologic expertise of projects of sanitary protection zones of underground water supply sources. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian Journal)*. 2018; 97(12): 1152–6. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-12-1152-1156> (in Russian)
13. Zholdakova Z.I., Sinitsina O.O., Turbinskiy V.V. About adjustment of requirements to zones of sanitary protection of sources of the centralized economic and drinking water supply of the population. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian Journal)*. 2021; 100(11): 1192–7. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-11-1192-1197> (in Russian)
14. Khlopin G.V. *Analysis of Drinking, Waste and Mineral Waters [Metody sanitarnykh issledovaniy. Analiz pit'evykh, stochnykh i mineral'nykh vod]*. Leningrad; 1928. (in Russian)
15. Khlopin G.V. *Chemical Methods for Studying Drinking and Waste Waters. A Practical Guide for Physicians, Students of Medical Courses and Students [Khimicheskie metody issledovaniya pit'evykh i stochnykh vod. Prakticheskoe rukovodstvo dlya vrachey, slushateley meditsinskikh kursov i studentov]*. St. Petersburg; 2013. (in Russian)
16. Rakhmanin Yu.A., Krasovskiy G.N., Egorova N.A., Mikhaylova R.I. 100 years of drinking water regulation. Retrospective review, current situation and prospects. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian Journal)*. 2014; 93(2): 5–18. (in Russian)
17. Pryamitsin V.N., Chertov V.V. «In a combat situation, troops are often ready to drink any water». History of water supply in the domestic Armed Forces. *Voенно-istoricheskii zhurnal*. 2019; (1): 12–9. (in Russian)
18. Volzhinskiy V.A., Lifshits M.S., Prokhorov G.V. *Elements of Field Hygiene for the Commander of the Red Army [Elementy polevoy gigieny dlya komandira Krasnoy Armii]*. Leningrad: Medgiz; 1941. (in Russian)
19. *Manual on the Field Water Supply of Troops [Nastavlenie po polevomu vodosnabzheniyu voysk]*. Moscow: Voениzdat; 1941. (in Russian)
20. *Military Sanitary Directory [Voенно-sanitarnyy spravochnik]*. Moscow: Medgiz; 1941. (in Russian)

21. Krotkov V.F. Military hygiene in World War II. *Voенно-meditsinskiy zhurnal*. 1945; (1): 48–52. (in Russian)
22. Vavilin P.A., Gusev M.I. Sanitary and hygienic service of the Soviet Army during the Great Patriotic War. *Gigiєna i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 1985; 64(4): 4–5. (in Russian)
23. Novikova Yu.A., Fridman K.B., Fedorov V.N., Kovshov A.A., Tikhonova N.A., Myasnikov I.O. About the question of the assessment of the drinking water quality in centralized water systems in the current conditions. *Gigiєna i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2020; 99(6): 563–8. <https://doi.org/10.33029/0016-9900-2020-99-6-563-568> (in Russian)
24. Rakhmanin Yu.A., Stekhin A.A., Yakovleva G.V. Structure-energy indices assessment of the quality of drinking water. *Gigiєna i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2012; 91(4): 87–94. (in Russian)
25. Rakhmanin Yu.A., Mel'tser A.V., Kiselev A.V., Erastova N.V. Hygienic substantiation of management decisions with the use of the integral assessment of drinking water on indices of chemical harmlessness and epidemiological safety. *Gigiєna i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2017; 96(4): 302–5. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-4-302-305> (in Russian)
26. Izmaylova N.L., Lyashenko O.A., Antonov I.V. *Biotesting and Bioindexation of the State of Water Bodies [Biotestirovaniє i bioindeksatsiya sostoyaniya vodnykh ob"ektov]*. St. Petersburg; 2014. (in Russian)
27. Onishchenko G.G., Rakhmanin Yu.A., Karmazinov F.V., Grachev V.A., Nefedova E.D. *Drinking Water Quality Benchmarking [Benchmarking kachestva pit'evoy vody]*. St. Petersburg: Novyy zhurnal; 2010. (in Russian)
28. Rozental' O.M., Aleksandrovsкая L.N. *Risk-Based Approach to Water Quality Assessment of Drinking Water Supply Sources. Gigiєna i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2019; 98(5): 563–9. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-5-563-569> (in Russian)
29. Sinitsina O.O., Turbinskiy V.V. On the hygienic scientific provision of the water strategy of the Russian Federation. *Gigiєna i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2021; 100(9): 923–8. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-9-923-928> (in Russian)
30. Trishkin D.V., Fisun A.Ya., Kryukov E.V., Vertiy B.D. Military medicine and modern warfare: experience of history and forecasts, what to expect and what to prepare for. In: *Status and Prospects for the Development of Modern Science in the Direction of «Biotechnical Systems and Technologies»*. Collection of Articles of the III All-Russian Scientific and Technical Conference [Sostoyaniє i perspektivy razvitiya sovremennoy nauki po napravleniyu «Biotekhnicheskie sistemy i tekhnologii». Sbornik statey III Vserossiyskoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii]. Anapa; 2021: 8–16. (in Russian)
31. Bokarev M.A., Lopatin S.A., Kuznetsov S.M. Legal framework for medical monitoring of water supply population (troops). *Izvestiya Rossiyskoy voenno-meditsinskoy akademii*. 2019; 38(4): 73–80. (in Russian)
32. Sokolov D.M., Kashintsev I.V., Sokolov M.S., Kantor L.I., Mel'nitskiy I.A., Trukhanov N.V. Drinking water quality and innovative methods of control (problem-analytical review). *Vodosnabzhenie i sanitarnaya tekhnika*. 2010; (8): 15–25. (in Russian)