



Научная статья

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СИСТЕМ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В ЗОНАХ ВЛИЯНИЯ КРУПНЫХ АГРОПРОМЫШЛЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ С ОЦЕНКОЙ РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ

**Т.К. Валеев¹, Р.А. Сулейманов¹, Э.Р. Шайхлисламова^{1,2}, Л.А. Рафикова¹,
Н.Х. Давлетнуров³, И.И. Хисамиев⁴, З.Б. Бактыбаева^{1,5}, Р.А. Даукаев¹,
М.Р. Яхина¹, А.Р. Рахимова¹**

¹Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека, Российская Федерация, 450106, г. Уфа, ул. Степана Кувыкина, 94

²Башкирский государственный медицинский университет, Российская Федерация, 450008, г. Уфа, ул. Ленина, 3

³Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Республике Башкортостан, Российская Федерация, 450054, г. Уфа, ул. Рихарда Зорге, 58

⁴Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Башкортостан, Российская Федерация, 450054, г. Уфа, ул. Шафиева, 7

⁵Уфимский университет науки и технологий, Российская Федерация, 450076, г. Уфа, ул. Заки Валиди, 32

Объектами исследования являлись отдельные территории Республики Башкортостан, прилегающие к зонам размещения крупных агропромышленных комплексов, вода водоисточников, используемая населением для хозяйственно-питьевых, культурно-бытовых и рекреационных целей, санитарно-эпидемиологические показатели качества воды, характеризующие загрязнение водоисточников, показатели уровня риска для здоровья населения, ассоциированные с качеством питьевых вод.

Осуществлена гигиеническая оценка, включая оценку риска здоровью, систем водопользования населения в зонах влияния крупных агропромышленных комплексов как базы для обоснования мероприятий по обеспечению гигиенической безопасности граждан (на примере Республики Башкортостан).

© Валеев Т.К., Сулейманов Р.А., Шайхлисламова Э.Р., Рафикова Л.А., Давлетнуров Н.Х., Хисамиев И.И., Бактыбаева З.Б., Даукаев Р.А., Яхина М.Р., Рахимова А.Р., 2025

Валеев Тимур Камилевич – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела комплексных проблем гигиены и экологии человека (e-mail: valeevtk2011@mail.ru; тел.: 8 (347) 255-46-21; ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7801-2675>).

Сулейманов Рафаил Анварович – доктор медицинских наук, главный научный сотрудник отдела комплексных проблем гигиены и экологии человека (e-mail: rafs52@mail.ru; тел.: 8 (347) 255-46-21; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4134-5828>).

Шайхлисламова Эльмира Радиковна – кандидат медицинских наук, доцент, директор (e-mail: shajkh.ehlmira@yandex.ru; тел.: 8 (347) 255-19-57; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6127-7703>).

Рафикова Линара Альфировна – заведующий клинико-диагностической лабораторией (e-mail: linara.s@mail.ru; тел.: 8 (347) 255-57-39; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7355-9556>).

Давлетнуров Наил Хамзинович – заместитель начальника отдела организации деятельности и социально-гигиенического мониторинга (e-mail: Davletnurov_NKh@02.rosпотреbnadzor.ru; тел.: 8 (347) 229-90-50; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9534-0240>).

Хисамиев Ильнур Ильясович – заместитель главного врача (e-mail: fguz@02.rosпотреbnadzor.ru; тел.: 8 (347) 237-42-48; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9024-8725>).

Бактыбаева Зульфья Булатовна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела комплексных проблем гигиены и экологии человека; доцент кафедры биологии и экологии (e-mail: baktybaeva@mail.ru; тел.: 8 (347) 255-46-21; ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1249-7328>).

Даукаев Рустем Аскарлович – кандидат биологических наук, заведующий химико-аналитическим отделом (e-mail: ufa.lab@yandex.ru; тел.: 8 (347) 255-19-12; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0421-4802>).

Яхина Маргарита Радиковна – кандидат биологических наук, доцент, старший научный сотрудник отдела медицины труда (e-mail: zmr3313@yandex.ru; тел.: 8 (347) 255-57-21; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2692-372X>).

Рахимова Альбина Рамилевна – младший научный сотрудник отдела комплексных проблем гигиены и экологии человека (e-mail: alshina.faizullina@yandex.ru; тел.: 8 (347) 255-46-21; ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-9963-6222>).

Выполнена санитарно-гигиеническая оценка состояния водных ресурсов, расположенных вблизи объектов сельского хозяйства: воды поверхностных водоемов, подземных водоисточников нецентрализованного водоснабжения (из скважин, родников, колодцев) и централизованных систем водоснабжения. Выявлены и охарактеризованы существующие санитарно-гигиенические проблемы водопользования, обоснована необходимость организации и проведения комплекса мероприятий по предупреждению и снижению риска для здоровья населения. Определены основные источники и причины поступления вредных химических веществ и патогенных микроорганизмов в водные объекты в районах размещения животноводческих, птицеводческих и растениеводческих комплексов. Обоснован перечень приоритетных показателей, рекомендуемых для контроля воды различных видов водоисточников. Определены гигиенические критерии, характеризующие уровень неблагоприятного влияния воды для здоровья населения.

Установлено, что несоответствие качества воды нормативным требованиям на исследуемых территориях определяет повышенные значения рисков здоровью и может способствовать развитию неинфекционных и инфекционных заболеваний населения. На основании полученных результатов разработаны гигиенические рекомендации и адресные меры, направленные на снижение техногенной нагрузки на водные объекты территорий с развитой сельскохозяйственной промышленностью. Полученные данные предложены к внедрению в деятельность учреждений, органов и организаций, осуществляющих государственный санитарно-эпидемиологический и экологический надзор за состоянием воды водных объектов на территориях размещения предприятий агропромышленного комплекса.

Ключевые слова: подземные и поверхностные воды, вода централизованных систем питьевого водоснабжения, водопользование, загрязнение водоисточников, санитарно-гигиеническая оценка, риск здоровью населения, сельскохозяйственные территории.

На фоне возрастания антропогенных нагрузок на окружающую среду и связанного с этим повышения уровней риска для жизни и здоровья граждан особое внимание уделяется решению санитарно-гигиенических проблем, направленных на улучшение условий и качества среды обитания. К инструментам решения относятся восстановление гидрхимических характеристик водных систем, снижение доли загрязненных сточных вод, отводимых в реки, повышение качества питьевого водоснабжения населения¹. Качество воды подземных и поверхностных источников питьевого водоснабжения занимает одно из значимых мест в сохранении здоровья, снижении уровня смертности и увеличении продолжительности жизни населения [1–3].

Деятельность предприятий, входящих в состав агропромышленного комплекса (АПК), оказывает значительное воздействие на качественный состав воды поверхностных и подземных водоисточников, используемых населением для питьевого водоснабжения, культурно-бытового и рекреационного водопользования. С сельскохозяйственных производственных территорий в водные системы попадают сточные воды с повышенным содержанием растворенных органических веществ, пестицидов, хлоридов, сульфатов, соединений азота, микроэлементов, в том числе токсичных тяжелых металлов. Как показывают исследования ряда авторов, на этих территориях регистрируется значительный уровень загрязненности поверхностных и подземных водных объектов [4–9].

Значимым фактором является широкомасштабное применение пестицидных препаратов. Ежегодно растет производство пестицидов, а также объемы их применения. По информации Российского союза производителей химических средств защиты растений и данным Минсельхоза, с 2016 по 2022 г. доля российских средств защиты растений на рынке увеличилась с 45 до 70 %². Пестициды, выступая биологически высокоактивными соединениями, способны к циркуляции в окружающей среде (воде и почве), что зачастую служит причинами нарушения органолептических свойств воды (запах, окраска, пенообразование, мутность), приводит к загрязнению поверхностных и подземных вод солями тяжелых металлов, способствует повышению бактериальной обсемененности водных объектов за счет стимуляции роста микроорганизмов, а также снижает способность процессов самоочищения акваторий [10–14].

Интенсивное использование азотных удобрений в системах возделывания сельскохозяйственных культур является крупнейшим источником антропогенного загрязнения подземных и поверхностных вод азотом во всем мире. Чрезмерное использование азотсодержащих удобрений (синтетических и / или натуральных) наносит особый ущерб, поскольку большая часть азота, который не усваивается растениями, превращается в нитраты, легко вымывающиеся из почвы в водотоки и подземные воды [15, 16].

Наиболее высокому риску подвержено здоровье сельского населения, использующего в каче-

¹ О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации: Указ Президента Российской Федерации от 28 февраля 2024 года № 145 [Электронный ресурс] // Президент России. – URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/50358> (дата обращения: 11.09.2024).

² За пять лет доля российских средств защиты растений увеличилась с 45 до 70 % [Электронный ресурс] // Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. – 06.04.2022. – URL: <https://mcx.gov.ru/press-service/news/za-pyat-let-dolya-rossiyskikh-sredstv-zashchity-rasteniy-velichilas-s-45-do-70/> (дата обращения: 15.09.2024); За пять лет доля российских средств защиты растений увеличилась с 45 до 70 % [Электронный ресурс] // Деловой квадрат. – 07.04.2022. – URL: <https://www.d-kvadrat.ru/novosti/20052> (дата обращения: 15.09.2024).

стве хозяйственно-питьевых нужд нецентрализованные водоисточники (поверхностные водоемы, родники, скважины и колодцы). Такие источники, в отличие от централизованных, являются менее защищенными от воздействия антропогенных и природных факторов. Для значительной части таких водоисточников не обеспечивается соблюдение санитарно-эпидемиологического режима, отсутствует должный лабораторный контроль качества воды, что не может гарантировать безопасность их использования, безвредность по химическому составу.

Перечисленные проблемы водопользования актуальны и для Республики Башкортостан (РБ), являющейся ведущим сельскохозяйственным регионом Российской Федерации. Располагая 3,4 % (7,069 млн га, из которых 3636,7 тыс. га приходится на пашню) сельхозугодий России, республика производит 3,2 % всей ее сельхозпродукции [17]. Широкое развитие агропромышленного сектора в Башкортостане, включающего практически весь спектр сельскохозяйственных отраслей – животноводство (скотоводство, свиноводство, овцеводство, коневодство, птицеводство), растениеводство (возделывание зерновых, зернобобовых, масличных и сахароносных культур, картофелеводство, овощеводство), обуславливает повышенную техногенную нагрузку на водоисточники, расположенные в зонах бассейнов рек Волги, Камы, Белой и Урала.

Цель исследования – гигиеническая оценка с оценкой рисков здоровью систем водопользования населения в зонах влияния крупных агропромышленных комплексов как базы для обоснования мероприятий по обеспечению гигиенической безопасности граждан (на примере Республики Башкортостан).

Материалы и методы. Исследования проведены на отдельных селитебных территориях РБ, прилегающих к крупным АПК с различными отраслями сельскохозяйственной промышленности: в Стерлитамакском районе (животноводство, птицеводство и растениеводство открытого грунта), Уфимском районе (птицеводство и растениеводство защищенного и открытого грунтов), Альшеевском, Бураевском, Давлекановском, Кармаскалинском, Туймазинском, Чекмагушевском и Чишминском районах (растениеводство открытого грунта).

Объектами исследования санитарно-гигиенического состояния поверхностных водных объектов, используемых населением главным образом для культурно-бытовых и рекреационных целей, являлись отдельные участки (створы) водных артерий, расположенные вблизи размещения предприятий отрасли (табл. 1). Створы наблюдения были выбраны выше и ниже места сброса сточных вод с сельскохозяйственных объектов. Отбор проб проводился в различные периоды года в соответствии с ГОСТ³.

Экспозицию населения оценивали по данным испытательного центра ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека» (за 2021–2023 гг.) и ФГБУ «Башкирское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» (за 2007–2020 гг.). Рассмотрены параметры по 21 показателю воды из колодцев, скважин и родников, расположенных в сельских населенных пунктах. Общий объем исследований составил более 13 тысяч единиц.

Для санитарно-гигиенической характеристики состояния подземных вод, используемых населением в качестве нецентрализованных источников питьевого водоснабжения, были отобраны и проанализированы пробы (табл. 2).

Таблица 1

Пункты наблюдения за качеством воды поверхностных водных объектов

№ п/п	Наименование водного объекта	Наименование пункта (створа) наблюдения
1	р. Калмашка	Чишминский район, вблизи сельскохозяйственных угодий
2	оз. Лебяжье	Уфимский район, вблизи полевого хозяйства
3	оз. Сосновое	Уфимский район, вблизи тепличного комплекса
4	оз. Солдатское	Уфимский район, территория сельскохозяйственных угодий
5	пруд Авдонский	Уфимский район, вблизи птицефабрики
6	р. Асава	Стерлитамакский район, вблизи свиноводческого комплекса
7	р. Куганак	Стерлитамакский район, вблизи свиноводческого комплекса
8	р. Ямансаз	Стерлитамакский район, на границе полевого хозяйства
9	р. Белая	Стерлитамакский район, вблизи сельскохозяйственных угодий
10	р. Меселька	Стерлитамакский район, вблизи сельскохозяйственных угодий
11	р. Дема	Альшеевский район, вблизи полевого хозяйства
12	оз. Аслыкуль	Давлекановский район, вблизи земельных участков (пашни)
13	р. Мияки	Миякинский район, вблизи сельскохозяйственных угодий
14	р. Чермасан	Чекмагушевский район, вблизи полевого хозяйства

³ ГОСТ Р 59024-2020. Вода. Общие требования к отбору проб (изд. с изм. № 1) / утв. и введ. в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 10 сентября 2020 г. № 640-ст [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200175475> (дата обращения: 07.09.2024).

Т а б л и ц а 2

Пункты наблюдения за качеством воды подземных водоисточников на сельскохозяйственных территориях РБ

№ п/п	Наименование населенного пункта	Наименование водоисточника
1	Уфимский район, п. Авдон, в 3 км от птицефабрики	Шахтный колодец
2	Уфимский район, п. Авдон, в 2 км от птицефабрики	Шахтный колодец
3	Уфимский район, садово-огородное товарищество	Скважина
4	Уфимский район, коттеджный поселок «Цветы Башкирии»	Колодец
5	Уфимский район, п. Алексеевка, вблизи тепличного хозяйства	Скважина
6	Уфимский район, с. Бачурино, вблизи пашни полевого хозяйства	Скважина
7	Уфимский район, п. Зубово, вблизи пашни полевого хозяйства	Колодец
8	Чишминский район, п. Чишмы, вблизи АПК	Скважина
9	Чишминский район, п. Чишмы, вблизи пашни полевого хозяйства	Скважина
10	Чишминский район, п. Чишмы, вблизи плодопитомника	Скважина
11	Чишминский район, д. Новоабдуллино, вблизи пашни	Шахтный колодец
12	Чишминский район, д. Санжаровка, вблизи пашни	Скважина
13	Кармаскалинский район, д. Новомусино, вблизи коллективного хозяйства	Скважина
14	Ишимевский район, с. Верхнеманчарово, вблизи фермы по выращиванию винограда	Частный колодец
15	Бураевский район, с. Бураево, вблизи птицефабрики	Скважина
16	Туймазинский район, вблизи тепличного комбината	Скважина
17	Иглинский район, с. Карамалы, вблизи АПК животноводства и овощеводства	Родник
18	Стерлитамакский район, д. Ишпарово, вблизи пашни	Общественный колодец
19	Стерлитамакский район, с. Рошинский, вблизи свинокомплекса «Рошинский»	Колодец
20	Стерлитамакский район, с. Кантюковка, вблизи пашни	Скважина
21	Стерлитамакский район, с. Наумовка, вблизи пашни	Скважина
22	Стерлитамакский район, д. Буриказан, вблизи пашни	Родник
23	Стерлитамакский район, с. Заливное, вблизи пашни	Скважина
24	Стерлитамакский район, д. Южное, вблизи пашни	Колодец
25	Стерлитамакский район, п. Первомайский, вблизи пашни	Скважина
26	Стерлитамакский район, д. Бегеняшское, вблизи пашни	Скважина

Оценка загрязнения подземных вод проводилась по 32 приоритетным показателям. Общий объем исследований составил около 11 200 единиц. Дополнительно проанализированы результаты лабораторных исследований, полученные ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в РБ», в рамках проведения социально-гигиенического мониторинга (СГМ).

Оценка качества воды из централизованных систем хозяйственно-питьевого водоснабжения населенных пунктов осуществлялась по 51 показателю по данным лабораторий ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в РБ», «Башкоммунводоканал», ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека». Общий объем проанализированных показателей качества питьевой воды составил 14 600 единиц.

Для оценки степени эпидемиологической безопасности воды на исследуемых территориях отобраны и проанализированы пробы по восьми микробиологическим показателям: общее микробное число ($22 \pm 1,0$ С°), общее микробное число ($37 \pm 1,0$ С°), общие (обобщенные) колиформные бактерии, энтерококки, споры сульфитредуцирующих клостридий, бактерии вида *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, возбудители кишечных инфекций. Общий объем проанализированных показателей составил 1810 единиц.

Качество воды и состояние водоисточников оценивалось согласно нормативно-правовым актам санитарного законодательства СанПиН 1.2.3685-21⁴ и СанПиН 2.1.3684-21⁵. Расчет, оценка, анализ и интерпретация показателей канцерогенного и не-

⁴ СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания (с изменениями на 30 декабря 2022 года) / утв. постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28 января 2021 года № 2 [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115> (дата обращения: 11.09.2024).

⁵ СанПиН 2.1.3684-21. Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению населения, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий (с изменениями на 14 февраля 2022 года) / утв. постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28 января 2021 года № 3 [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573536177> (дата обращения: 11.09.2024).

канцерогенного рисков для здоровья населения, ассоциированных с качеством воды, проводились в соответствии с утвержденной методологией (Р 2.1.10.3968-23)⁶. Оценка экспозиции химических веществ с питьевой водой выполнена для сценария перорального пути поступления в организм для населения взрослой возрастной категории. Для расчета воздействующих доз были использованы рекомендуемые стандартные значения физиологических констант взрослого человека (масса тела – 70 кг, величина водопотребления – 2 л/сут, продолжительность воздействия – 30 лет (для неканцерогенного риска) и 70 лет (для канцерогенного риска)). Общий объем проанализированных показателей составил около 32 тысяч единиц.

Статистическая обработка результатов исследования проведена в программе Microsoft Excel с применением методов описательной статистики.

Результаты и их обсуждение. Установлено, что основными источниками антропогенной нагрузки на водные системы исследуемых территорий республики являются сельскохозяйственные угодья (пастбища, пашни), предприятия птицеводства и животноводства (помещения для содержания птиц и скота, отстойники сточных вод, жижеборники и навозохранилища), склады минеральных удобрений и пестицидов, а также сельские населенные пункты, коттеджные и дачные садово-огородные агломерации.

Результаты исследования показали, что приоритетными показателями химического загрязнения

воды поверхностных водных объектов (водотоков и водоемов), не соответствующими гигиеническим требованиям безопасности, являются: железо, марганец, никель, ртуть, сульфаты и нефтепродукты (табл. 3).

Превышение гигиенического норматива (ПДК) для воды водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования выявлено по содержанию в воде ртути (до 8,8 ПДК), никеля (до 5,5 ПДК), нефтепродуктов (до 3,7 ПДК), марганца (до 2,1 ПДК), сульфатов (до 1,6 ПДК), железа (до 1,5 ПДК). Концентрация в воде открытых водоемов пестицидов, аммонийного азота, нитратов, нитритов, сероводорода, хлоридов, фенолов, цинка, меди, кадмия, свинца, хрома, мышьяка и др. определялась в пределах установленных гигиенических нормативов.

Наиболее распространенным показателем химического загрязнения воды поверхностных водоемов на изучаемых сельскохозяйственных территориях является высокое содержание ртути. Максимальные значения концентраций данного токсиканта обнаружены в воде рек Куганак (до 4,2 ПДК), Чермасан (до 2,8 ПДК), Меселька (до 1,2 ПДК) и озер Солдатское (до 8,8 ПДК), Аслыкуль (до 2,0 ПДК), Сосновое (до 1,4 ПДК). В пробах воды из рек Дема, Белая и Мияки содержание ртути не определялось.

Отмечено повышенное содержание никеля. Так, в воде реки Асава в отдельные периоды наблюдения концентрация никеля достигала 0,11 мг/л, что превышает ПДК в 5,5 раза, реки Калмашка и озера

Т а б л и ц а 3

Приоритетные показатели качества поверхностных вод сельскохозяйственных территорий РБ

Пункт отбора	Концентрации показателей, мг/л								
	нитраты	азот нитритный	нефте-продукты	хлориды	сульфаты	железо общее	никель	марганец	ртуть
ПДК _в , мг/л	45	3,0	0,1	350	500	0,3	0,02	0,1	0,0005
р. Белая	1,83 ± 0,10	0,02 ± 0,003	0,08 ± 0,006	279,6 ± 38,3	46,9 ± 7,4	0,43 ± 0,10	0,011 ± 0,002	0,20 ± 0,03	-
р. Дема	8,48 ± 0,90	0,009 ± 0,0008	0,32 ± 0,06	37,2 ± 3,6	321 ± 15,4	0,34 ± 0,08	0,014 ± 0,02	0,04 ± 0,01	-
р. Калмашка	5,7 ± 0,60	0,014 ± 0,002	-	22,0 ± 3,5	143 ± 14	0,10 ± 0,02	0,095 ± 0,027	0,090 ± 0,025	0,0001 ± 0,00004
оз. Лебяжье	9,4 ± 0,90	0,011 ± 0,003	-	87,9 ± 7,9	247 ± 25	0,059 ± 0,01	0,070 ± 0,019	0,010 ± 0,003	0,0006 ± 0,0001
оз. Сосновое	-	< 0,003	-	88,6 ± 8,0	208 ± 21	0,25 ± 0,05	0,093 ± 0,026	0,018 ± 0,005	0,0007 ± 0,0001
оз. Солдатское	6,1 ± 0,70	< 0,003	-	17,7 ± 2,8	205 ± 21	0,075 ± 0,02	0,095 ± 0,027	0,053 ± 0,015	0,0044 ± 0,0007
о. Аслыкуль	0,13 ± 0,02	0,004 ± 0,0009	0,13 ± 0,02	52,9 ± 9,2	779 ± 52,1	0,028 ± 0,004	0,005 ± 0,001	0,028 ± 0,007	0,0010 ± 0,0003
п. Авдонский	-	-	-	34,7 ± 3,8	94 ± 9	0,062 ± 0,017	0,014 ± 0,004	0,010 ± 0,003	0,0001 ± 0,00004
р. Асава	-	-	-	19,1 ± 3,1	123 ± 12	0,15 ± 0,03	0,11 ± 0,02	0,12 ± 0,02	0,0005 ± 0,0001
р. Куганак выше по теч.	-	-	-	33,3 ± 3,7	81 ± 8	0,078 ± 0,022	0,010 ± 0,003	0,11 ± 0,02	0,0010 ± 0,0002
р. Куганак ниже по теч.	-	-	-	34,7 ± 3,8	300 ± 30	0,092 ± 0,026	0,010 ± 0,003	0,12 ± 0,02	0,0021 ± 0,0003
р. Ямансаз	-	-	-	10 ± 1,9	258 ± 26	0,19 ± 0,04	0,017 ± 0,005	0,21 ± 0,04	0,0001 ± 0,00004
р. Меселька	-	-	-	13,5 ± 2,2	155 ± 15	0,21 ± 0,04	0,010 ± 0,003	0,15 ± 0,03	0,0006 ± 0,0001
р. Мияки	14,9 ± 2,8	0,02 ± 0,003	0,37 ± 0,07	16,5 ± 3,3	148,6 ± 17	0,46 ± 0,10	0,009 ± 0,002	-	-
р. Чермасан	8,07 ± 0,80	0,015 ± 0,008	0,19 ± 0,02	32,5 ± 7,6	345,6 ± 21	0,092 ± 0,01	0,008 ± 0,001	0,182 ± 0,02	0,0014 ± 0,0003

Примечание: «-» – нет данных.

⁶ Р 2.1.10.3968-23. Руководство по оценке риска здоровью населения при воздействии химических веществ, загрязняющих среду обитания. – М.: Роспотребнадзор, 2023.

Солдатское – 0,095 мг/л (4,7 ПДК), озера Сосновое – 0,093 мг/л (4,6 ПДК), озера Лебяжье – 0,070 мг/л (3,5 ПДК).

Для исследуемых водных объектов характерно и повышенное содержание марганца. Наибольшие концентрации обнаружены в реках Белая и Ямансаз (2,0–2,1 ПДК), Чермасан (1,80 ПДК) и Меселька (1,5 ПДК).

В водах р. Мияки зарегистрировано превышение гигиенического норматива нефтепродуктов в 3,7 раза, р. Дема – 3,2 раза, р. Чермасан – 1,9 раза, оз. Аслыкуль – 1,3 раза. В исследуемых створах р. Белая среднее многолетнее содержание нефтепродуктов находилось на уровне, не превышающим ПДК. На других акваториях определить содержание нефтепродуктов не представлялось возможным.

Несоответствие проб воды по содержанию железа были определены в трех водных объектах – р. Мияки (до 1,5 ПДК), р. Белая (до 1,4 ПДК), р. Дема (до 1,1 ПДК).

В воде оз. Аслыкуль отмечено повышенное содержание в воде сульфатов: концентрация этого показателя превышала гигиенический норматив с кратностью до 1,6 раза. На участках (створах) наблюдения других акваторий превышение ПДК сульфатов в воде не было зафиксировано.

Оценка возможных неканцерогенных и канцерогенных эффектов для здоровья населения, связанных с пероральной, ингаляционной и кожной экспозицией химических веществ из воды открытых водоемов, свидетельствует о незначительном риске и характеризуется минимальными и допустимыми уровнями ($HI < 3,0$; $CR < 1,0E-05$).

Результаты оценки санитарно-эпидемиологической безопасности показали, что в отдельных поверхностных водоемах выявлено несоответствие проб воды по ряду микробиологических показателей. Так, в пробах воды р. Калмашки обнаружены обобщенные колиформные бактерии (ОКБ) – до 720 КОЕ/100см³, энтерококки – до 18 КОЕ/100см³; в р. Куганак – ОКБ (до 1140 КОЕ/100см³), энтерококки (до 11 КОЕ/100см³), *Escherichia coli* (до 170 КОЕ/100см³); в оз. Лебяжьем – ОКБ (до 610 КОЕ/100см³), *Escherichia coli* (до 130 КОЕ/100см³), возбудители кишечных инфекций бактериальной природы; в оз. Сосновом – ОКБ (до 590 КОЕ/100см³), энтерококки (до 16 КОЕ/100см³); в оз. Солдатском – ОКБ (до 780 КОЕ/100см³).

Результаты проведенного исследования свидетельствуют, что поверхностные водотоки и водоемы, расположенные на территориях сельскохозяйственной деятельности РБ, подвержены значительной антропогенной нагрузке, выражающейся химическим и бактериологическим загрязнением воды.

Загрязнение открытых водоемов солями тяжелых металлов и сульфатами на исследуемых территориях может быть связано с поступлением сточных вод от предприятий животноводства и птицеводства, складированием навоза и помета на территориях ферм и полевых хозяйств, а также с интенсивным применением удобрений и пестицидов.

Выявленное высокое содержание ртути в воде водоемов также может быть объяснено тем, что на этих территориях длительное время использовались пестициды (фунгициды и гербициды), содержащие соединения ртути⁷ [13, 18].

Кроме того, нельзя исключить тот факт, что на отдельных исследуемых сельскохозяйственных территориях РБ водные объекты расположены достаточно близко к производственным объектам предприятий нефтедобычи (в Чишминском, Давлекановском, Чекимагушевском и др. районах), нефтепереработки и нефтехимии (в Уфимском и Стерлитамакском районах), вследствие чего они могут быть подвержены дополнительному влиянию сбросов (выбросов) и отходов, содержащих большой спектр растворимых и нерастворимых загрязнителей, в том числе нефтепродукты, сульфаты и тяжелые металлы. Как показали результаты наблюдений, степень загрязнения поверхностных водных акваторий на таких территориях несколько выше и зависит от расстояния расположения объектов нефтяной и нефтехимической промышленности и является наиболее значимой в радиусе до 5 км.

Выявленные высокие уровни бактериологической обсемененности исследуемых водных объектов являются индикаторами значительного загрязнения воды органическими соединениями и различными формами азота. Обнаруженные патогенные и потенциально патогенные бактерии: *Escherichia coli*, возбудители кишечных инфекций, энтерококки – являются микробиологическими показателями фекального загрязнения воды.

Загрязнение изученных водных объектов патогенными и потенциально патогенными бактериями может быть вызвано попаданием в водоемы сточных вод птицеводческих и животноводческих комплексов, смывами с полевых площадей больших объемов навоза и помета. Также, по данным зарубежных и отечественных исследований, высокому бактериальному загрязнению водоемов способствуют пестицидные препараты, которые, попадая в водоисточники, оказывают влияние на микробное сообщество, стимулируя рост одних групп микроорганизмов и подавляя размножение других [11, 18–24].

Таким образом, на основании результатов исследований можно сделать вывод, что вода поверхностных водоисточников, расположенных на отдельных сельскохозяйственных территориях республики, не

⁷ Борисенко Н.Ф., Кучак Ю.А. Влияние ртутьорганических пестицидов на окружающую среду и здоровье населения // Гигиена и санитария. – 1989. – № 12. – С. 65–69.

соответствует эколого-гигиеническим и санитарно-эпидемиологическим требованиям, что является небезопасным для культурно-бытового и рекреационного водопользования жителями и может способствовать риску развития инфекционных и неинфекционных заболеваний населения.

Оценка состояния воды водоисточников хозяйственно-питьевого водопользования. Хозяйственно-питьевое водопользование жителей населенных пунктов основных исследуемых территорий осуществляется преимущественно за счет водоисточников нецентрализованного водоснабжения (колодцев, скважин и родников). Питьевой водой централизованных систем водоснабжения изучаемых сельскохозяйственных территорий частично обеспечено население Уфимского (п. Авдон, с. Алексеевка и п. Зубово), Стерлитамакского (с. Роцинский), Чишминского (п. Чишмы), Бураевского (с. Бураево), Иглинского (с. Иглино) районов РБ.

Для оценки безопасности качества воды, используемой населением сельскохозяйственных регионов в качестве нецентрализованного питьевого водоснабжения, проведены санитарно-эпидемиологические исследования состояния подземных водоисточников (воды из колодцев, скважин и родников) на отдельных территориях РБ.

Результаты комплексной оценки качества подземных водоисточников свидетельствуют, что вода из колодцев, скважин и родников на отдельных сельскохозяйственных территориях республики в большинстве случаев не соответствует санитарно-гигиеническим и санитарно-эпидемиологическим требованиям (табл. 4).

Как показали результаты исследований, основными загрязнителями питьевых вод, превышающими санитарно-гигиенические нормативы, на исследуемых территориях являются: нитраты (до 7,2 ПДК), железо (до 5,0 ПДК), никель (до 4,6 ПДК), ртуть (до 4,0 ПДК) и марганец (до 4,0 ПДК). Кроме того, в пробах ряда водоисточников определяется высокая концентрация кальция (до 2,4 ПДК) и магния (до 1,6 ПДК), за счет чего вода обладает повышенной жесткостью (превышение нормы до 2 раз). Содержание в воде подземных водоисточников аммиака, аммонийного азота, нитритов, пестицидов, сероводорода, сульфатов, фенолов, хлоридов, цинка, меди, свинца, кадмия, хрома, мышьяка, стронция, кобальта, кремния и нефтепродуктов находилось в пределах установленных гигиенических требований. При анализе микробиологических показателей качества воды отдельных водоисточников установлено несоответствие по показателям: ОМЧ (до 1000 КОЕ/см³), наличию ОКБ, спор сульфитредуцирующих кластридий, *E. coli*, *Citrobakter spp.* и возбудителей кишечных инфекций.

Наиболее распространенным загрязнителем подземных водоисточников на исследуемых сельских территориях являются нитраты. Так, высокое содержание нитратов выявлено в 10 подземных во-

доисточниках: скважинах, расположенных в с. Бураево (до 7,2 ПДК), д. Новомусино (до 4,3 ПДК), д. Бегеняшское (до 3,8 ПДК), п. Чишмы в районе ОПХ (до 2,3 ПДК), окраине г. Туймазы (до 1,6 ПДК), д. Санжаровка (до 1,5 ПДК); в колодцах – д. Новоабдуллино (до 2,9 ПДК) и д. Верхнеманчарово (до 2,3 ПДК); в родниках – с. Карамалы (до 2,2 ПДК) и д. Буриказган (до 1,3 ПДК).

На второй позиции к неблагоприятным факторам относится загрязнение воды тяжелыми металлами (никелем, ртутью, железом, марганцем). Превышение гигиенических норм по никелю зарегистрировано в воде общественного колодца д. Ишпарсово (до 4,6 ПДК), скважины п. Чишмы в районе плодового питомника (до 3,3 ПДК), колодца частного домохозяйства с. Роцинский (до 3,2 ПДК), скважин п. Алексеевский, в районе свх. «Цветы Башкирии» (до 2,9 ПДК) и д. Бачурино (до 2,8 ПДК), шахтного колодца п. Авдон (до 2,4 ПДК).

Повышенное содержание ртути обнаружено в п. Алексеевка (до 4,0 ПДК), д. Бачурино (до 3,0 ПДК), д. Ишпарсово, с. Роцинский, свх. «Цветы Башкирии» (до 2,0 ПДК), п. Авдон (до 1,8 ПДК).

К территориям с повышенным загрязнением воды нецентрализованных водоисточников железом относятся: д. Южное (до 5,0 ПДК), д. Зубово (до 3,5 ПДК), свх. «Цветы Башкирии» (до 2,8 ПДК), д. Ишпарсово (до 2,7 ПДК), д. Новомусино (до 2,2 ПДК), п. Первомайский (до 1,8 ПДК), д. Новоабдуллино (до 1,1 ПДК).

Концентрации марганца, превышающие гигиенические нормы, определены в воде из двух колодцев, расположенных в д. Ишпарсово (до 4,0 ПДК) и свх. «Цветы Башкирии» (до 3,0 ПДК).

К значимым неблагоприятным свойствам воды подземных водоисточников также относится повышенное содержание солей щелочноземельных металлов – кальция и магния, что обуславливает высокую жесткость питьевых вод (более 10,0 мг-экв/дм³). Так, превышение нормы по жесткости выявлено в воде из скважин д. Бураево (до 1,9 раза), п. Первомайский и д. Бегеняшское (до 1,8 раз), д. Новомусино (до 1,6 раз), п. Чишмы; в колодцах д. Ишпарсово (до 1,6 раз), с. Роцинский (до 1,3 раз), д. Новоабдуллино, д. Южное и свх. «Цветы Башкирии» (до 1,1 раза).

Результаты санитарно-эпидемиологических исследований качества подземных вод выявили несоответствие проб по следующим микробиологическим показателям: ОМЧ – в с. Заливное (до 160 КОЕ/см³), с. Васильевка (до 300 КОЕ/см³), п. Роцинский (до 500 КОЕ/см³); ОКБ – в п. Авдон, с. Заливное, д. Санжаровка, с. Васильевка, д. Бачурино, д. Буриказган; содержанию спор сульфитредуцирующих кластридий – в п. Авдон; *Escherichia coli* – в п. Авдон, с. Наумовка, с. Васильевка, д. Буриказган; возбудители кишечных инфекций – в п. Авдон. Вода источников нецентрализованного водопользования на других исследуемых территориях (п. Чишмы, д. Кантюковка, д. Ишпарсово, п. Алексеевка) соот-

Таблица 4

Приоритетные санитарно-химические показатели качества подземных вод, залегающих на отдельных сельскохозяйственных территориях РБ

Пункт отбора	Определяемый показатель, мг/л														
	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	Cl ⁻	SO ₄	Fe	°Ж	Ca	Mg	Ni	Mn	Hg	Cr	Cd	Pb	As
ПДК, мг/л	45	3,0	350	500	0,3	10,0	25-130	50	0,02	0,1	0,0005	0,05	0,001	0,01	0,01
Уф. р-н, п. Авдон, уч. 613	1,8	< 0,003	10	117	0,044	7,3	122	15	0,040	< 0,005	< 0,0001	< 0,01	< 0,0001	0,0018	< 0,005
Уф. р-н, п. Авдон, уч. 614	4,2	< 0,003	14,9	150	0,02	6,9	114	14	0,048	< 0,005	0,0009	< 0,01	0,0005	0,0013	< 0,005
Уф. р-н, свх. «Цветы Башкирии» (скважина)	0,3	< 0,003	53,9	28	0,029	9,5	144	28	0,058	0,02	< 0,0001	< 0,01	< 0,0001	< 0,001	< 0,005
Уф. р-н, свх. «Цветы Башкирии» (колодец)	0,7	< 0,003	76	122	0,83	10,8	152	40	0,051	0,305	0,0011	< 0,01	< 0,0001	< 0,001	< 0,005
Уф. р-н, п. Алексеевка	-	< 0,003	11,3	198	0,044	5,3	92	9	0,059	0,006	0,0020	0,015	< 0,0001	0,0013	< 0,005
Уф. р-н, с. Бачурино	12,4	< 0,003	9,7	123	0,086	6,5	89	24	0,056	0,007	0,0015	< 0,01	0,0008	< 0,001	< 0,005
Уф. р-н, п. Зубово	3,3	< 0,003	-	-	0,95	10,0	160	24	-	-	-	-	-	-	-
Чишм. р-н, п. Чишмы, ОПХ	103	< 0,003	40	118	< 0,01	9,3	127	37	< 0,010	< 0,010	< 0,0001	< 0,01	< 0,0001	< 0,001	-
Чишм. р-н, п. Чишмы, ул. Шоссейная,	5,8	< 0,003	32	360	0,082	13,0	166	58	< 0,010	0,015	< 0,0001	< 0,01	< 0,0001	< 0,001	-
Чишм. р-н, п. Чишмы, ПШ свх.	11,8	< 0,003	12,8	146	0,25	7,7	124	18	0,066	0,007	0,0003	< 0,01	< 0,0001	0,0043	< 0,005
Чишм. р-н, д. Новоабдуллино	133	-	-	-	0,33	11,0	132	51	-	-	-	-	-	-	-
Чишм. р-н район, д. Санжаровка	66,6	< 0,003	-	-	0,014	5,9	82	22	-	-	-	-	-	-	-
Кармаск. р-н, д. Новомусино	192	-	-	-	0,65	15,6	183	78	-	-	-	-	-	-	-
Илишев. р-н, с. Верхнеманчарово	103	< 0,003	-	-	0,014	5,8	67	30	-	-	-	-	-	-	-
Бурев. р-н, с. Буреево	323	< 0,003	-	-	0,020	18,9	309	43	-	-	-	-	-	-	-
Туймаз. р-н	73,6	< 0,003	-	-	0,010	10,0	100	61	-	-	-	-	-	-	-
Иглин. р-н, с. Карамалы	99,6	< 0,003	-	-	0,014	5,9	82	22	-	-	-	-	-	-	-
Стерл. р-н, д. Ишпарсово	-	-	84,4	84	0,80	16,5	188	87	0,092	0,40	0,0010	0,012	< 0,0001	< 0,001	< 0,005
Стерл. р-н, с. Роцинский	18,7	< 0,003	73	95	0,079	13,2	165	61	0,065	0,042	0,0010	< 0,010	< 0,0001	< 0,001	< 0,005
Стерл. р-н, д. Буриказган	58,4	< 0,003	24,1	23	0,27	8,0	110	49	0,0014	0,014	< 0,0001	< 0,010	< 0,0001	< 0,001	< 0,005
Стерл. р-н, д. Южное	43,9	< 0,003	14	300	1,5	11,0	150	69	0,013	0,100	< 0,0001	< 0,010	< 0,0001	< 0,001	< 0,005
Стерл. р-н, п. Первомайский	22,4	< 0,003	90	390	0,55	18,0	284	51	0,001	0,004	< 0,0001	< 0,010	< 0,0001	< 0,001	< 0,005
Стерл. р-н, д. Бегеняшское	170,5	< 0,003	95	70	0,20	17,9	277	60	0,0012	0,022	< 0,0001	< 0,010	< 0,0001	< 0,001	< 0,005

Примечание: «-» – нет данных.

ветствует санитарно-эпидемиологическим требованиям. Исследования воды на содержание энтерококков и *Pseudomonas aeruginosa* также не выявили отклонений во всех изучаемых водоисточниках.

Таким образом, результаты проведенного исследования свидетельствуют, что подземные воды – источники нецентрализованного питьевого водопользования населения, залегающие на территориях сельскохозяйственной деятельности РБ, подверга-

ются антропогенному влиянию и не соответствуют санитарно-эпидемиологическим требованиям.

К приоритетным показателям химического загрязнения подземных вод относятся: нитраты, никель, ртуть, железо, марганец, кальций, магний и общая жесткость.

Присутствие нитратов в подземных водах в больших количествах свидетельствует, что почва на этих территориях обильно удобрялась азотсодержа-

щими соединениями, включая использование отходов животноводческих и птицеводческих комплексов (навоза). Это может объясняться тем, что азотные удобрения усваиваются растениями не полностью, а оставшаяся часть преобразуется в нитраты и накапливается в почве или теряется в виде стока. Большие объемы внесения азотсодержащих удобрений (натуральных или синтетических) в сочетании с высокой растворимостью нитратов в воде способствуют к вымыванию их в грунтовые воды, вызывая тем самым загрязнение подземных водоисточников [5, 15].

Техногенное загрязнение подземных водоисточников токсичными тяжелыми металлами на исследуемых территориях, равно как и поверхностных водных объектов, может быть связано с поступлением сточных вод от предприятий животноводства и птицеводства, складированием навоза и помета на территориях ферм и полевых хозяйств, а также с интенсивным применением удобрений и пестицидов.

К одной из причин повышенного содержания в подземных водах никеля может быть отнесен процесс инфильтрации (вымывания) его из почвы, куда он попадает вследствие разрушения почвенных минералов, отмирания и распада растений, а также за счет атмосферных осадков. Также причиной накопления никеля и других металлов в почве сельскохозяйственных участков являются отходы животноводства и неправильное использование гербицидов. Еще одним фактором можно назвать автомобильно-дорожный транспорт, количество которого с каждым годом только увеличивается.

Причинами высокой жесткости воды подземных водоисточников, обусловленной ионами кальция и магния, на исследуемых территориях, по видимому, являются природные геологические факторы, в процессе которых происходит вымывание солей из горных пород.

Присутствие в питьевых водах патогенных и потенциально патогенных бактерий свидетельствует о существенном загрязнении водоисточников фекалиями и органическими соединениями, которое может быть вызвано попаданием в грунтовые воды сточных вод животноводческих комплексов и инфильтрацией из почвы полевых площадей отходов животноводства, а также нарушением санитарно-эпидемиологических требований организации и эксплуатации водозаборного сооружения.

Обобщение полученных результатов исследования дает основание сделать вывод, что вода подземных водных объектов (из колодцев, скважин, и родников), расположенных на отдельных сельскохозяйственных территориях республики, не соответствует санитарно-гигиеническим и санитарно-эпидемиологическим требованиям и является небезопасной для питьевого водопользования населением, так как может способствовать риску развития неинфекционных и инфекционных заболеваний.

При употреблении воды с повышенным содержанием нитратов, железа, марганца, никеля, рту-

ти, магния и кальция для жителей исследуемых сельскохозяйственных территорий существует вероятность риска развития нарушений функций со стороны желудочно-кишечного тракта, сердечно-сосудистой, нервной, иммунной и мочеполовой систем, а также системы крови.

Микробная обсемененность питьевой воды патогенными бактериями представляет угрозу вспышки кишечных инфекций. Наиболее высокому риску возникновения кишечных инфекций вследствие бактериологического загрязнения воды подвержено население с. Заливное, с. Васильевка, п. Роцинский, п. Авдон, д. Санжаровка, д. Бачурино, д. Буриказган и с. Наумовка.

Для более объективной оценки гигиенической безопасности хозяйственно-питьевого водопользования населением в сельских населенных пунктах были проведены исследования по оценке возможного неканцерогенного и канцерогенного рисков здоровью населения, ассоциированных с качеством воды нецентрализованных источников водоснабжения.

Как показали результаты расчетов, основным значимым фактором риска для здоровья населения, ассоциированного с химическим составом подземных питьевых вод, является повышенное содержание нитратов. Наибольшие значения индексов опасности (HI более 3), определяющих высокий уровень неканцерогенного риска при пероральном поступлении нитратов с питьевой водой, рассчитаны для населения с. Бураево ($HQ = 4,77$), д. Новомусино ($HQ = 3,44$) и д. Бегеняшское ($HQ = 3,03$). В связи с этим для жителей этих населенных пунктов существует повышенная вероятность развития неблагоприятных изменений со стороны системы крови.

Настораживающий уровень риска здоровью населения ($HI = 1,1-3,0$) со стороны системы крови, связанный с высоким содержанием в подземных водах нитратов, рассчитан для отдельных водоисточников п. Чишмы ($HQ = 1,84$), д. Буриказган ($HQ = 1,10$), с. Карамалы ($HQ = 1,78$), Туймазинского района ($HQ = 1,31$), д. Верхнеманчарово ($HQ = 1,84$), д. Санжаровка ($HQ = 1,20$) и д. Новоабдуллино ($HQ = 2,40$).

Приемлемые (допустимые) значения неканцерогенного риска здоровью населения получены при оценке влияния токсикантов на другие органы и системы организма (мочеполовая система, почки, нервная система, процессы развития).

Расчеты по оценке канцерогенного риска здоровью населения, связанного с пероральным поступлением из воды нецентрализованных водоисточников загрязнителей, обладающих канцерогенным действием (свинца, кадмия и шестивалентного хрома), показали, что наибольшую канцерогенную опасность представляют водоисточники, расположенные в п. Алексеевка ($CR = 7,7E-05$) и д. Ишпарово ($CR = 6,2E-05$). Присутствие шестивалентного хрома в этих водоисточниках обуславливает настаораживающий уровень индивидуального канцерогенного риска здоровью населения (более одного случая на 100 тысяч населения).

Уровни суммарного канцерогенного риска, связанные с содержанием в воде подземных водоисточников кадмия и свинца, находятся в диапазоне допустимого (приемлемого) риска. Так, в п. Авдон суммарный канцерогенный риск составил $2,4 \times 10^{-6}$ (2,4 случая на 1 млн населения), в с. Бачурино – $3,7 \times 10^{-6}$ (3,7 случая на 1 млн населения), основной вклад вносит кадмий. Минимальный суммарный канцерогенный риск, ассоциированный с присутствием в воде свинца на уровне $4,4 \times 10^{-7}$, рассчитан для скважины, размещенной в пос. Чишмы.

Анализ данных мониторинговых наблюдений за качеством воды из централизованных систем хозяйственно-питьевого водоснабжения выявил, что вода, подаваемая населению отдельных территорий, в целом соответствует санитарно-эпидемиологическим требованиям. Исключение составляет повышенная жесткость воды в ряде населенных пунктов: п. Зубово (до 1,2 ПДК), п. Чишмы (до 1,8 ПДК), с. Бурасово (до 1,11 ПДК) и п. Авдон (до 1,3 ПДК).

Интенсивность запаха воды в разводящих сетях не превышала нормы, находясь в интервале от 0 до 2 баллов. Показатели «цветность» и «мутность» на протяжении последних пяти лет также находились в пределах нормативов.

Значения показателя «общая минерализация», характеризующего количество содержащихся в воде растворенных веществ (неорганические соли, органические вещества), в среднем находились в пределах допустимых величин – 400–700 мг/л при нормативе 1000 мг/л. Только в разводящей сети в п. Авдон значение показателя сухого остатка в отдельные периоды достигало уровня предельно допустимой концентрации (976 мг/л).

Обнаруженные концентрации нитритов (NO_2^-) в воде разводящей сети поселков Чишмы, Зубово и Иглино варьировались от 0,006 до 0,009 мг/л, что почти на два порядка ниже ПДК (3,0 мг/л). В других исследуемых населенных пунктах (с. Алексеевка, с. Рошинский и с. Бурасово) концентрация нитритов в воде была ниже предела чувствительности химического метода их определения (0,003 мг/л).

Концентрация нитратов (NO_3^-) в питьевой воде во всех пунктах отбора была значительно меньше гигиенического регламента (45,0 мг/л) и определялась на уровне 1,9–7,2 мг/л.

Также необходимо отметить высокий уровень защищенности питьевых водоисточников централизованных систем водоснабжения от поступления соединений группы пестицидов (гексахлорциклопексана, 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты, ДДТ и симазина). Несмотря на высокую интенсивность растениеводческой деятельности на изучаемых территориях (овощеводство, выращивание зернобобовых и зерновых злаковых культур), пестициды в воде не обнаруживались.

Содержание в воде других канцерогенно-опасных соединений определялось ниже предельно допустимых концентраций и не формировало неприемлемых рисков здоровью.

Расчеты по оценке возможных канцерогенных и неканцерогенных эффектов для здоровья населения, обусловленных химическим составом воды из централизованных систем водоснабжения, свидетельствуют о незначительном риске и характеризуются допустимыми и минимальными уровнями.

Эпидемиологическая безопасность воды из централизованных систем питьевого водоснабжения в исследованных населенных пунктах подтверждается бактериологическими исследованиями таких показателей, как общие колиформные бактерии, общее микробное число, *Escherichia coli*, результаты которых свидетельствуют об отсутствии микроорганизмов.

Как показали результаты исследования, вода из централизованных систем водоснабжения, в отличие от воды из нецентрализованных водоисточников (скважин, колодцев, родников), является более защищенной от воздействия неблагоприятных факторов химической и биологической природы и, соответственно, наиболее пригодной для использования населением в питьевых целях.

На основании полученных результатов разработаны гигиенические рекомендации и адресные меры, направленные на снижение антропогенной нагрузки на водные объекты и улучшение качества питьевого водоснабжения территорий республики с развитой сельскохозяйственной промышленностью. Разработан перечень приоритетных показателей загрязнения воды различных водоисточников (табл. 5).

Данный перечень направлен органам и организациям, осуществляющим мониторинг состояния качества воды водных объектов, для корректировки существующих систем наблюдения и контроля на территориях размещения предприятий агропромышленного сектора, подлежащих обязательному контролю.

Представляется, что система защиты водных объектов на сельскохозяйственных территориях РБ должна содержать в себе мероприятия по снижению уровня антропогенного и техногенного загрязнения, эффективному контролю, прогнозированию загрязнения, действенным решениям устранения возможных массивных уровней загрязнения, безопасности водопользования. В систему должны быть заложены следующие позиции:

- организация автоматизированного мониторинга поверхностных вод рекреационного назначения (р. Белая в створах Стерлитамакского и Уфимского районов, р. Дема в Чишминском районе, р. Чермасан в Чекмагушевском районе, р. Куганак и р. Асава в Стерлитамакском районе, р. Мияки в Миякинском районе, оз. Аслыкуль) и оптимизация лабораторного контроля ресурсоснабжающими организациями и надзорными органами за безопасностью условий водопользования;

- проведение регулярных режимных наблюдений за условиями залегания, уровнем и качеством воды подземных водоисточников на территориях

Обоснование необходимости разработки гигиенических мероприятий для принятия управленческих решений по обеспечению безопасности хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования населения на территориях сельскохозяйственной деятельности (на примере Республики Башкортостан)

Объект водопользования	Неблагоприятный фактор водопользования			
	Несоответствие качества воды по санитарно-химическим показателям*			Несоответствие качества воды по санитарно-микробиологическим показателям*
	Кратность превышения ПДК показателя, количество раз		Уровень риска здоровью населения в соответствии с Р 2.1.10.3968-23	
	1,1–4,9 раз	5 раз и более		
Водоисточники нецентрализованного питьевого значения	Ni, Hg, Mn, Ca, Mg, Ж _{общ.}	NO ₃ , Fe	Высокий (HI > 6,0; CR > 1,0E-04)	ОМЧ, ССРК ^{***} , <i>E. coli</i> , <i>Citrobacter spp.</i> , ВКИБП ^{****}
Водоисточники централизованного питьевого значения	Ж _{общ.}	Нет	Допустимый (HI < 3,0; CR < 1,0E-05)	Нет
Водоёмы культурно-бытового и рекреационного значения	Mn, Fe, НП ^{**} , SO ₄	Hg, Ni	Допустимый (HI < 3,0; CR < 1,0E-05)	ОКБ, <i>E.coli</i> , энтерококки, ВКИБП ^{****}

Примечание: * – по СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»; ** НП – нефтепродукты; *** ССРК – споры сульфитредуцирующих клостридий; **** ВКИБП – возбудители кишечных инфекций бактериальной природы.

выявления несоответствия санитарно-эпидемиологическим требованиям (п. Алексеевка, п. Авдон, п. Цветы Башкирии, с. Зубово, д. Бачурино Уфимского района; п. Рошинский, д. Ишпарсово, д. Буриказган, д. Южное, д. Бегеняшское, д. Кантюковка Стерлитамакского района; п. Чишмы, д. Новоабдуллино, д. Санжаровка Чишминского района, с. Бураево Бураевского района, с. Верхнеманчарово Илишевского района, ст. Туймазы Туймазинского района);

– выбор места расположения водозаборного сооружения на основании геологических и гидрогеологических данных и результатов санитарного обследования близлежащей территории с привлечением соответствующих специалистов. Место расположения водозаборных сооружений следует выбирать на незагрязненном участке, удаленном не менее чем на 50 м выше по потоку грунтовых вод от существующих или возможных источников загрязнения: выгребных туалетов и ям, складов удобрений и ядохимикатов, предприятий местной промышленности, канализационных сооружений, свалок, скотомогильников;

– организация зон санитарной охраны водозаборных сооружений;

– систематическая очистка, промывка и при необходимости профилактическая дезинфекция инженерных коммуникаций (особенно после аварийных ситуаций) и / или своевременная замена водопроводных сетей. При возникновении на объектах и сооружениях системы водоснабжения аварийных ситуаций и технических нарушений, приводящих к ухудшению качества питьевой воды, владельцы водопроводов (юридические и физические лица) обязаны немедленно принять меры по их устранению с информированием органов Роспотребнадзора. При

стойком химическом загрязнении воды следует принимать решение о ликвидации водозаборного сооружения или устройств нецентрализованного водоснабжения;

– ориентация социально-гигиенического и экологического мониторинга на измерение приоритетных показателей;

– создание системы эффективного управления в секторе водоснабжения сельского населения, формирование системы государственных обязательств и действий по обеспечению потребителей услугами водоснабжения населения, включая строительство дополнительных ступеней очистки и обезвреживания питьевой воды на водоочистных сооружениях и финансирование инвестиционных проектов в секторе водоснабжения населения;

– формирование информационной аналитической базы о состоянии сектора водоснабжения сельского населения;

– проведение полной инвентаризации сельских водопроводов по техническому состоянию систем водоснабжения и качественному составу питьевой воды;

– разработка местных целевых программ и строгое выполнение мероприятий по существующим муниципальным программам «Чистая вода» при проектировании, строительстве, реконструкции и ремонте водопроводных и канализационных сооружений и сетей сельских населенных мест;

– составление и утверждение программ производственного контроля и планов лабораторных исследований за качеством питьевого водоснабжения. Юридические и физические лица, осуществляющие производственный контроль, обязаны представлять отчет (ежемесячно, ежеквартально) по программе лабораторных исследований с ин-

формированием органов Роспотребнадзора о случаях несоответствия качества питьевых вод гигиеническим требованиям;

– организация социальной службы по сервисному обслуживанию и ремонту водопроводов, скважин и очистных систем в сельских районах республики. Запрещение эксплуатации установок без договоров о сервисном обслуживании;

– обеспечение полевых станов и животноводческих ферм бутилированной питьевой водой;

– обеспечение объектов социальной значимости (школы, детские дошкольные учреждения, больницы и др.) локальными установками очистки и обеззараживания воды;

– обеспечение сельских поселений резервными запасами питьевой воды;

– организация системы санитарного просвещения сельского населения по вопросам хозяйственно-питьевого водопользования.

В части мер вторичной профилактики актуальными остаются: повышение медицинской активности населения и формирование у него культуры здоровьесбережения; улучшение доступности и качества медицинской помощи на селе; активное вовлечение сельского населения в программы санитарно-гигиенических мероприятий по профилактике заболеваемости и смертности от ведущих причин.

Выводы. Таким образом, проведенное исследование свидетельствует, что существующее водоснабжение на сельскохозяйственных территориях не может в полной мере гарантировать санитарно-эпидемиологическую безопасность и безвредность для здоровья населения. Риски для здоровья превышают допустимые значения, что обуславливает не-

обходимость разработки гигиенических мероприятий для принятия управленческих решений по улучшению хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования жителей.

При выборе оптимальной стратегии минимизации рисков здоровью населения возможны следующие пути:

– существенное ограничение сбросов вредных веществ в водные акватории за счет модернизации и совершенствования агропромышленных технологий и самой техники;

– совершенствование и формирование системы биогеохимических барьеров внутри агроландшафтов и агроэкосистем, которые предотвращают миграцию токсических веществ в источники водоснабжения населения;

– очищение почвенного покрова при помощи целенаправленного выращивания и последующей переработки растений (культур), аккумулирующих тяжелые металлы, пестициды и др. вредные вещества;

– до момента достижения уровней допустимого риска для здоровья населения – организация и проведение медико-профилактических мероприятий для населения в зонах санитарно-эпидемиологического неблагополучия.

Финансирование. Работа выполнена в рамках отраслевой научно-исследовательской программы Роспотребнадзора на 2021–2025 гг. «Научное обоснование национальной системы обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия, управления рисками здоровью и повышения качества жизни населения России», п. 1.2.4.

Конфликт интересов. Авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Гигиеническая оценка качества воды подземных и поверхностных водоисточников Забайкальского края / Л.А. Михайлова, Ю.А. Витковский, Е.А. Бондаревич, М.А. Солодухина, М.А. Смолянинова, Н.М. Бурлака, С.Э. Лапа // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. – 2020 – № 3. – С. 27–32. DOI: 10.35627/2219-5238/2020-324-3-27-32
2. Оценка эпидемиологической безопасности питьевой воды по микробиологическим показателям в Российской Федерации и по Республике Башкортостан / А.Р. Рахимова, Т.К. Валеев, Р.А. Сулейманов, З.Б. Бактыбаева, Н.Р. Рахматуллин, Е.Г. Степанов // Якутский медицинский журнал. – 2024. – № 3 (87). – С. 70–74. DOI: 10.25789/YMJ.2024.87.14
3. Коньшина Л.Г. Оценка риска здоровью детей, обусловленного химическим составом питьевой воды источников нецентрализованного водоснабжения Екатеринбурга // Гигиена и санитария. – 2019. – Т. 98, № 9. – С. 997–1003. DOI: 10.18821/0016-9900-2019-98-9-997-1003
4. Кирейчева Л.В., Лентяева Е.А. Влияние сельскохозяйственного производства на загрязнение водных объектов // Природообустройство. – 2020. – № 5. – С. 18–26. DOI: 10.26897/1997-6011/2020-5-18-27
5. Селезнев К.А., Лысенко Н.Н. Влияние крупных животноводческих комплексов на состояние подземных вод на примере ЗАО «Птицефабрика Орловская» // Вестник Орловского государственного аграрного университета. – 2011. – № 1 (28). – С. 66–69.
6. Kyriakeas S.A., Watzin M.C. Effects of adjacent agricultural activities and watershed characteristics on stream macroinvertebrates communities // Journal of the American Water Resources Association. – 2006. – Vol. 42, № 2. – P. 425–441. DOI: 10.1111/j.1752-1688.2006.tb03848.x
7. Fleifle A., Allam A. Remediation of agricultural drainage water for sustainable reuse // In book: The Nile Delta. The Handbook of Environmental Chemistry. – Cham: Springer, 2016. – Vol. 55. – P. 297–324. DOI: 10.1007/978_2016_119
8. Goel A., Tiwari P. Reuse of canal & drainage water in irrigation for wheat crop by using hydrus 2D software – A case study // Water and Energy International. – 2021. – Vol. 63, № 12. – P. 6–11.

9. Potential risk recognition of agricultural land based on agglomeration characteristics of pollution-related enterprises. A Case Study on the Black Soil Region in Northeast China / X. Zhao, C. Wei, J. Liu, X. Liu, X. Wan, M. Lei, S. Wang // *Sustainability*. – 2024. – Vol. 16, № 1. – P. 417. DOI: 10.3390/su16010417
10. Совершенствование методических подходов гигиенического нормирования пестицидов в водных объектах / В.Н. Ракитский, А.В. Тулакин, Т.А. Сеницкая, Г.В. Цыплакова, Е.Ф. Горшкова, Г.П. Амплеева, Л.Ф. Морозова, О.Н. Козырева, О.С. Пивнева // *Гигиена и санитария*. – 2016. – Т. 95, № 7. – С. 675–678. DOI: 10.18821/0016-9900-2016-95-7-675-678
11. Evidence on Human Exposure to Pesticides and the Occurrence of Health Hazards in the Brazilian Population: a systematic review / C. Panis, A.C.B. Kawassaki, A.P.J. Crestani, C.R. Pascotto, D.S. Bortoloti, G.E. Vicentini, L.C. Lucio, M.O. Ferreira [et al.] // *Front. Public Health*. – 2022. – Vol. 9. – P. 787438. DOI: 10.3389/fpubh.2021.787438
12. Перспективы совершенствования организационно-правовых и методических мер по управлению качеством окружающей среды / З.И. Жолдакова, С.М. Юдин, О.О. Сеницына, О.В. Бударина, Н.С. Додина // *Гигиена и санитария*. – 2018. – Т. 97, № 11. – С. 1026–1031. DOI: 10.47470/0016-9900-2018-97-11-1026-31
13. Гигиена в обеспечении научно-технологического развития страны и санитарно-эпидемиологического благополучия населения (к 130-летию Федерального научного центра гигиены имени Ф.Ф. Эрисмана) / А.Ю. Попова, Г.Г. Онищенко, В.Н. Ракитский, С.В. Кузьмин, В.Р. Кучма // *Гигиена и санитария*. – 2021. – Т. 100, № 9. – С. 882–889. DOI: 10.47470/0016-9900-2021-100-9-882-889
14. О создании баз данных по оценке влияния на органолептический и общесанитарный лимитирующие признаки вредности химических веществ в воде водных объектов / О.О. Сеницына, О.С. Пивнева, В.В. Турбинский, Л.Ф. Морозова, О.Н. Козырева, Т.М. Ряшенцева, Е.А. Кириллова // *Токсикологический вестник*. – 2021. – Т. 29, № 4. – С. 40–44. DOI: 10.16946/0869-7922-2021-29-4-40-44
15. Groundwater nitrate pollution and human health risk assessment by using HHRA model in an agricultural area, NE China / Y. Zhai, X. Zhao, Y. Teng, X. Li, J. Zhang, J. Wu, R. Zuo // *Ecotoxicol. Environ. Saf.* – 2017. – Vol. 137. – P. 130–142. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2016.11.010
16. Nitrate contamination in water resources, human health risks and its remediation through adsorption: a focused review / N. Patel, A.L. Srivastav, A. Patel, A. Singh, S.K. Singh, V.K. Chaudhary, P.K. Singh, B. Bhunia // *Environ. Sci. Pollut. Res. Int.* – 2022. – Vol. 29, № 46. – P. 69137–69152. DOI: 10.1007/s11356-022-22377-2
17. Азнаев А.В. Развитие сельского хозяйства на территории Республики Башкортостан [Электронный ресурс] // *NovaInfo*. – 2017. – № 59. – С. 224–229. – URL: <https://novainfo.ru/article/11041> (дата обращения: 12.09.2024).
18. Zhang W.J., Jiang F.B., Ou J.F. Global pesticide consumption and pollution: with China as a focus // *Proceedings of the International Academy of Ecology and Environmental Sciences*. – 2011. – Vol. 1, № 2. – P. 125–144.
19. Комиссаров А.В., Ковшов Ю.А. Экологическое состояние земель, орошаемых животноводческими стоками в Республике Башкортостан // *Вода: Химия и Экология*. – 2012. – № 2 (44). – С. 83–86.
20. Головки А.Н., Бондаренко А.М. Перспективы использования электрических методов для очистки жидких органических отходов животноводства // *Вестник аграрной науки Дона*. – 2018. – № 1 (41). – С. 52–57.
21. Комарова Е.В., Слабунова А.В., Харитонов С.Е. Применение эффекта кавитации при очистке сточных вод животноводства // *Экология и водное хозяйство*. – 2021. – Т. 3, № 2. – С. 61–74. DOI: 10.31774/2658-7890-2021-3-2-61-74
22. Кирейчева Л.В., Яшин В.М., Тимошкин А.Д. Оценка выноса биогенных веществ с водосбора малой реки и меры по его снижению // *Экология и промышленность России*. – 2022. – Т. 26, № 6. – С. 53–59. DOI: 10.18412/1816-0395-2022-6-53-59
23. Пахомов А.И. Разработка эффективных устройств обеззараживания зерна на основе анализа биоэлектромагнитных взаимодействий // *Агроинженерия*. – 2023. – Т. 25, № 2. – С. 57–62. DOI: 10.26897/2687-1149-2023-2-57-62
24. Экологическая оценка техногенного загрязнения ртутью в сельскохозяйственном производстве Амурской области / Ю.А. Гаврилов, Ж.А. Димиденко, С.Г. Харина, Г.А. Гаврилова // *Достижения науки и техники АПК*. – 2012. – № 7. – С. 20–23.

Гигиеническая оценка систем водопользования в зонах влияния крупных агропромышленных комплексов с оценкой риска здоровью населения / Т.К. Валеев, Р.А. Сулейманов, Э.Р. Шайхлисламова, Л.А. Рафикова, Н.Х. Давлетмуров, И.И. Хисамиев, З.Б. Бактыбаева, Р.А. Даукаев, М.Р. Яхина, А.Р. Рахимова // Анализ риска здоровью. – 2025. – № 1. – С. 35–50. DOI: 10.21668/health.risk/2025.1.04



Research article

HYGIENIC AND HEALTH RISK ASSESSMENT OF WATER SUPPLY SYSTEMS IN ZONES INFLUENCED BY LARGE AGRICULTURAL PRODUCTIONS

T.K. Valeev¹, R.A. Suleimanov¹, E.R. Shaikhislamova^{1,2}, L.A. Rafikova¹, N.Kh. Davletnurov³, I.I. Khisamiev⁴, Z.B. Baktybaeva^{1,5}, R.A. Daukaev¹, M.R. Yakhina¹, A.R. Rakhimova¹

¹Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology, 94 Stepana Kuvykina St., Ufa, 450106, Russian Federation

²Bashkir State Medical University, 3 Lenina St., Ufa, 450008, Russian Federation

³Bashkortostan office of the Federal Service for Surveillance over Consumer Rights Protection and Human Well-being, 58 Rikharda Zorge St., Ufa, 450054, Russian Federation

⁴Center for Hygiene and Epidemiology in Bashkortostan, 7 Shafieva St., Ufa, 450054, Russian Federation

⁵Ufa University of Science and Technology, 32 Zaki Validi St., Ufa, 450076, Russian Federation

The research objects in this study are represented by some areas in Bashkortostan, which adjoin zones influenced by large agricultural productions; water from water sources used by people for drinking, household, cultural and recreational needs; sanitary-epidemiological indicators of water quality that describe pollution of water sources; levels of health risks associated with drinking water quality.

The aim of this study is to perform hygienic assessment, health risk assessment included, of water supply systems in zones influenced by large agricultural productions as a basis for substantiating relevant measures aimed at providing hygienic safety for the population (exemplified by Bashkortostan).

We have performed sanitary-hygienic assessment of water resources located in close proximity to agricultural productions including water in surface water objects, underground water sources of non-centralized water supply (wells and springs) and centralized water supply systems. Existing sanitary-hygienic problems were found and described; substantiation was provided for the necessity to organize and implement activities aimed at preventing and mitigating health risks for population. We established main sources and reasons for occurrence of adverse chemicals and pathogens in water objects in areas where animal husbandry, poultry and vegetable-growing farms are located; substantiated a list of priority indicators recommended for control of water quality in various water sources; determined relevant safety criteria that describe adverse impacts exerted by polluted water on human health.

© Valeev T.K., Suleimanov R.A., Shaikhislamova E.R., Rafikova L.A., Davletnurov N.Kh., Khisamiev I.I., Baktybaeva Z.B., Daukaev R.A., Yakhina M.R., Rakhimova A.R., 2025

Timur K. Valeev – Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher at the Department of Complex Problems of Hygiene and Human Ecology (e-mail: valeevtk2011@mail.ru; tel.: +7 (347) 255-46-21; ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7801-2675>).

Rafail A. Suleymanov – Doctor of Medical Sciences, Chief Researcher at the Department of Complex Problems of Hygiene and Human Ecology (e-mail: rafs52@mail.ru; tel.: +7 (347) 255-46-21; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4134-5828>).

Elmira R. Shaikhislamova – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, director (e-mail: shajkh.ehlmira@yandex.ru; tel.: +7 (347) 255-19-57; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6127-7703>).

Linara A. Rafikova – Head of Clinical and Diagnostic Laboratory (e-mail: linara.s@mail.ru; tel.: +7 (347) 255-57-39; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7355-9556>).

Nail Kh. Davletnurov – Deputy Head of the Department of Activity Organization and Social-Hygienic Monitoring (e-mail: Davletnurov_NKh@02.rospotrebnadzor.ru; tel.: +7 (347) 229-90-50; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9534-0240>).

Ilnur I. Khisamiev – Deputy Chief Physician (e-mail: fguz@02.rospotrebnadzor.ru; tel.: +7 (347) 237-42-48; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9024-8725>).

Zulfiya B. Baktybaeva – Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher at the Department of Complex Problems of Hygiene and Human Ecology; Associate Professor of Biology and Ecology Department (e-mail: baktybaeva@mail.ru; tel.: +7 (347) 255-46-21; ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1249-7328>).

Rustem A. Daukaev – Candidate of Biological Sciences, Head of Chemical Analysis Department (e-mail: ufa.lab@yandex.ru; tel.: +7 (347) 255-19-12; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0421-4802>).

Margarita R. Yakhina – Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher at the Department of Complex Problems of Hygiene and Human Ecology (e-mail: zmr3313@yandex.ru; tel.: +7 (347) 255-57-21; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2692-372X>).

Albina R. Rakhimova – Junior Researcher at the Department of Complex Problems of Hygiene and Human Ecology (e-mail: al8ina.faizullina@yandex.ru; tel.: +7 (347) 255-46-21; ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-9963-6222>).

We have established that water quality deviating from safe standards creates elevated health risks in the analyzed areas and can make for growing incidence of non-communicable and communicable diseases among population. Hygienic recommendations and targeted measures have been developed based on our findings; they are aimed at reducing the existing technogenic burden on water objects in areas with developed agricultural industry. The obtained data are recommended to be used by institutions, bodies and organizations responsible for the state sanitary-epidemiological and environmental surveillance over water quality in water objects located in areas influenced by agricultural productions.

Keywords: underground and surface waters, water from centralized drinking water supply systems, water use, pollution of water sources, sanitary-hygienic assessment, health risk, agricultural territories.

References

1. Mikhailova L.A., Vitkovsky Yu.A., Bondarevich E.A., Solodukhina M.A., Smolyaninova M.A., Burlaka N.M., Lapa S.E. Hygienic Assessment of Surface and Groundwater Quality in the Zabaykalsky Krai. *ZNiSO*, 2020, no. 3, pp. 27–32. DOI: 10.35627/2219-5238/2020-324-3-27-32 (in Russian).
2. Rakhimova A.R., Valeev T.K., Suleymanov R.A., Baktybaeva Z.B., Rakhmatullin N.R., Stepanov E.G. Assessment of epidemiologic safety of drinking water by microbiologic indicators in the Russian Federation and the Republic of Bashkortostan. *Yakutskii meditsinskii zhurnal*, 2024, no. 3 (87), pp. 70–74. DOI: 10.25789/YMJ.2024.87.14 (in Russian).
3. Konshina L.G. Risk assessment of children's health due to the chemical composition of drinking water sources of the non-centralized water supply of the city of Ekaterinburg. *Gigiena i sanitariya*, 2019, vol. 98, no. 9, pp. 997–1003. DOI: 10.18821/0016-9900-2019-98-9-997-1003 (in Russian).
4. Kireycheva L.V., Lentyaeva E.A. The influence of agricultural production on pollution of water bodies. *Prirodobustroistvo*, 2020, no. 5, pp. 18–26. DOI: 10.26897/1997-6011/2020-5-18-27 (in Russian).
5. Seleznev K.A., Lysenko N.N. Vliyaniye krupnykh zhivotnovodcheskikh kompleksov na sostoyaniye podzemnykh vod na primere ZAO «Ptitsfabrika Orlovskaya» [Impact of large livestock complexes on groundwater conditions on the example of CJSC “Orlovskaya Poultry Farm”]. *Vestnik Orlovskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2011, no. 1 (28), pp. 66–69 (in Russian).
6. Kyriakeas S.A., Watzin M.C. Effects of adjacent agricultural activities and watershed characteristics on stream macroinvertebrates communities. *Journal of the American Water Resources Association*, 2006, vol. 42, no. 2, pp. 425–441. DOI: 10.1111/j.1752-1688.2006.tb03848.x
7. Fleifle A., Allam A. Remediation of agricultural drainage water for sustainable reuse. In book: *The Nile Delta. The Handbook of Environmental Chemistry*. Cham, Springer Publ., 2016, vol. 55, pp. 297–324. DOI: 10.1007/698_2016_119
8. Goel A., Tiwari P. Reuse of canal & drainage water in irrigation for wheat crop by using hydrus 2D software – A case study. *Water and Energy International*, 2021, vol. 63, no. 12, pp. 6–11.
9. Zhao X., Wei C., Liu J., Liu X., Wan X., Lei M., Wang S. Potential risk recognition of agricultural land based on agglomeration characteristics of pollution-related enterprises. A Case Study on the Black Soil Region in Northeast China. *Sustainability*, 2024, vol. 16, no. 1, pp. 417. DOI: 10.3390/su16010417
10. Rakitsky V.N., Tulakin A.V., Sinitskaya T.A., Tsyplakova G.V., Gorshkova E.F., Ampleeva G.P., Morozova L.F., Kozyreva O.N., Pivneva O.S. The improvement of methodical approaches of hygienic regulation of pesticides in water bodies. *Gigiena i sanitariya*, 2016, vol. 95, no. 7, pp. 675–678. DOI: 10.18821/0016-9900-2016-95-7-675-678 (in Russian).
11. Panis C., Kawassaki A.C.B., Crestani A.P.J., Pascotto C.R., Bortoloti D.S., Vicentini G.E., Lucio L.C., Ferreira M.O. [et al.]. Evidence on Human Exposure to Pesticides and the Occurrence of Health Hazards in the Brazilian Population: a systematic review. *Front. Public Health*, 2022, vol. 9, pp. 787438. DOI: 10.3389/fpubh.2021.787438
12. Zholdakova Z.I., Yudin S.M., Sinitsyna O.O., Budarina O.V., Dodina N.S. Perspectives of organizational-legal and methodological measures improving environmental quality management. *Gigiena i sanitariya*, 2018, vol. 97, no. 11, pp. 1026–1031. DOI: 10.47470/0016-9900-2018-97-11-1026-31 (in Russian).
13. Popova A.Yu., Onishchenko G.G., Rakitskii V.N., Kuzmin S.V., Kuchma V.R. Hygiene in supporting scientific and technological development of the country and sanitary and epidemiological welfare of the population (to the 130th anniversary of the Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman). *Gigiena i sanitariya*, 2021, vol. 100, no. 9, pp. 882–889. DOI: 10.47470/0016-9900-2021-100-9-882-889 (in Russian).
14. Sinitsyna O.O., Pivneva O.S., Turbinsky V.V., Morozova L.F., Kozyreva O.N., Ryashentseva T.M., Kirillova E.A. On the creation of databases to assess the impact of chemicals on the organoleptic and general sanitary limiting signs of the harmfulness in the water of water bodies. *Toksikologicheskii vestnik*, 2021, vol. 29, no. 4, pp. 40–44. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2016.11.010
15. Zhai Y., Zhao X., Teng Y., Li X., Zhang J., Wu J., Zuo R. Groundwater nitrate pollution and human health risk assessment by using HHRA model in an agricultural area, NE China. *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, 2017, vol. 137, pp. 130–142. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2016.11.010
16. Patel N., Srivastav A.L., Patel A., Singh A., Singh S.K., Chaudhary V.K., Singh P.K., Bhunia B. Nitrate contamination in water resources, human health risks and its remediation through adsorption: a focused review. *Environ. Sci. Pollut. Res. Int.*, 2022, vol. 29, no. 46, pp. 69137–69152. DOI: 10.1007/s11356-022-22377-2

17. Aznaev A.V. Razvitie sel'skogo khozyaistva na territorii Respubliki Bashkortostan [Development of agriculture in the Republic of Bashkortostan]. *NovaInfo*, 2017, no. 59, pp. 224–229. Available at: <https://novainfo.ru/article/11041> (September 12, 2024) (in Russian).

18. Zhang W.J., Jiang F.B., Ou J.F. Global pesticide consumption and pollution: with China as a focus. *Proceedings of the International Academy of Ecology and Environmental Sciences*, 2011, vol. 1, no. 2, pp. 125–144.

19. Komissarov A.V., Kovshov Yu.A. Ecological state of lands irrigated by cattlebreeding drains in Republic of Bashkortostan. *Voda: Khimiya i Ekologiya*, 2012, no. 2 (44), pp. 83–86 (in Russian).

20. Golovko A.N., Bondarenko A.M. Perspektivy ispol'zovaniya elektricheskikh metodov dlya ochistki zhidkikh organicheskikh otkhodov zhitvovodstva [Prospects of using electrical methods for cleaning liquid organic wastes of livestock farming]. *Vestnik agrarnoi nauki Dona*, 2018, no. 1 (41), pp. 52–57 (in Russian).

21. Komarova E.V., Slabunova A.V., Haritonov S.E. Applying the cavitation effect during animal wastewater treatment. *Ekologiya i vodnoe khozyaistvo*, 2021, vol. 3, no. 2, pp. 61–74. DOI: 10.31774/2658-7890-2021-3-2-61-74 (in Russian).

22. Kireycheva L., Yashin V., Timoshin A. Assessment of Small River Watershed Biogenic Washout and Reducing Measures. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*, 2022, vol. 26, no. 6, pp. 53–59. DOI: 10.18412/1816-0395-2022-6-53-59 (in Russian).

23. Pakhomov A.A. Developing efficient grain disinfection devices based on the analysis of bioelectromagnetic interactions. *Agroinzheneriya*, 2023, vol. 25, no. 2, pp. 57–62. DOI: 10.26897/2687-1149-2023-2-57-62 (in Russian).

24. Gavrilov Yu.A., Dimidenok Zh.A., Kharina S.G., Gavrilova G.A. Ecological assessment of technogenic pollution by mercury in agricultural production of the Amursk region. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2012, no. 7, pp. 20–23 (in Russian).

Valeev T.K., Suleimanov R.A., Shaikhislamova E.R., Rafikova L.A., Davletnurov N.Kh., Khisamiev I.I., Baktybaeva Z.B., Daukaev R.A., Yakhina M.R., Rakhimova A.R. Hygienic and health risk assessment of water supply systems in zones influenced by large agricultural productions. *Health Risk Analysis*, 2025, no. 1, pp. 35–50. DOI: 10.21668/health.risk/2025.1.04.eng

Получена: 05.10.2024

Одобрена: 12.03.2025

Принята к публикации: 26.03.2025