

На правах рукописи

**КАЛАШНИКОВ
Юрий Сергеевич**

**ГИГИЕНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ
ТЕРРИТОРИИ БАССЕЙНА ВЕРХНЕГО ДОНА**

14.02.01 – Гигиена

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Москва - 2018

Работа выполнена в ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека и ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Научные руководители:

Академик РАН,

доктор медицинских наук, профессор

Ракитский Валерий Николаевич

доктор медицинских наук, профессор

Мамчик Николай Петрович

Официальные оппоненты:

Денисов Леонид Анатольевич, доктор медицинских наук, профессор, Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова, профессор кафедры социальной гигиены и организации госсанэпидслужбы по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения;

Коротков Владимир Викторович, кандидат медицинских наук, Управление Роспотребнадзора по Липецкой области, заместитель начальника отдела санитарного надзора

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Защита диссертации состоится «26» декабря 2018 г., в 12⁰⁰ часов на заседании Диссертационного совета Д 208.107.01 при Федеральном научном центре гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана по адресу: 141014, Московская область, г. Мытищи, ул. Семашко, д. 2.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора по адресу: 141014, Московская область, г. Мытищи, ул. Семашко, д. 2. и на сайте организации <http://www.fferisman.ru>

Автореферат разослан « » _____ 2018 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
доктор медицинских наук,
профессор



Измайлова Оксана Анатольевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. В настоящее время имеются многочисленные доказательства, свидетельствующие, что несоблюдение требований санитарной охраны водоисточников и их антропогенное загрязнение, а также ухудшение санитарно-технического состояния системы водообеспечения создают реальную угрозу здоровью населения и нередко приводят к росту числа заболеваний, связанных с потреблением питьевой воды, качество которой не соответствует санитарно-гигиеническим нормам (Ю.А. Рахманин с соавт., 2010-2017; Г.Г. Онищенко с соавт., 2010-2015).

Несмотря на проведенные исследования, посвященные санитарно-гигиеническим аспектам питьевого и рекреационного водопользования, выявлению причинно-следственных связей в системе «качество питьевой воды - здоровье населения», проблемы обеспечения гигиенической и эпидемиологической безопасности населения связанные с качеством воды, не потеряли своей значимости и актуальности (С.И. Плитман с соавт., 2014-2016; А.В. Тулакин с соавт., 2012-2017).

Комплексный анализ факторов на всех звеньях системы водообеспечения включает такие составляющие как оценку санитарной надежности водоисточников, водоподготовки, транспортировки воды к потребителю, а также эффективности лабораторного контроля ее качества (А.В. Тулакин, Ю.В. Новиков, Г.В. Цыплакова, Г.П. Амплеева, 2005).

Кроме того, для всестороннего обоснования комплекса мероприятий по обеспечению требуемого качества питьевой воды и определения приоритетов в этой сфере необходима объективная информация о водных ресурсах, источниках антропогенного загрязнения водоемов и подземных водоносных горизонтов, качестве воды на всех этапах системы водообеспечения, что является основной задачей мониторинга рассматриваемой предметной области (Г.Н. Красовский с соавт., 2015).

Актуальным также является совершенствование методических подходов выявления и анализа причинно-следственных связей в системе «водные объекты - здоровье населения», основанных на количественной оценке вероятного риска, что необходимо для риск-ориентированного планирования контрольно-надзорных мероприятий в целях обеспечения соблюдения санитарно-гигиенических требований к централизованному питьевому

водоснабжению (А.Ю. Попова, 2018).

Следует также отметить, что практически для каждой территории России характерны свои особенности формирования качества воды подземных источников и поверхностных водных объектов. Это положение подтверждено рядом региональных исследований по оценке роли водного фактора в формировании заболеваемости населения. В частности, проведено обоснование профилактических мероприятий, направленных на обеспечение выполнения санитарно-гигиенических требований к условиям питьевого водопользования и охрану здоровья населения г. Воронежа (И.И. Механтьев с соавт., 1999), на основе данных санитарно-гигиенического мониторинга качества вод показаны особенности их формирования в условиях влияния внутригородского искусственного водохранилища (Н.П. Мамчик с соавт., 1998, А.Б. Шукелайть с соавт., 2004).

Вместе с тем, гигиенических и эпидемиологических исследований на обширной территории бассейна Верхнего Дона, на которой имеет место воздействие природных и техногенных факторов, существенно влияющих на качество воды водоисточников, не проводилось.

В этой связи, тема исследования, направленного на обеспечение гигиенической и эпидемиологической безопасности населения в условиях воздействия природных и техногенных факторов водного бассейна Верхнего Дона, является актуальной.

Исследования проведены в рамках отраслевой программы Роспотребнадзора «Гигиеническое научное обоснование минимизации рисков здоровью населения России» (2016-2020).

Цель исследования: научное обоснование профилактических мероприятий по обеспечению санитарно-эпидемиологической безопасности водопользования населения территории бассейна Верхнего Дона.

Задачи исследования:

1. Провести гигиеническую и эпидемиологическую оценку роли природных и техногенных факторов, формирующих качество воды в реке Дон на территории потенциального неблагоприятного влияния промышленно-развитого мегаполиса – города Воронежа.

2. Усовершенствовать систему мониторинга для получения объективной информации об уровне негативного влияния техногенно измененных притоков Дона – ручья «Голубой Дунай», сброса условно-чистых вод с Правобережных

очистных сооружений, сброса воды с плотины Воронежского водохранилища, 2/3 акватории которого ситуационно расположено на территории города.

3. Выполнить количественную оценку вероятного риска для здоровья населения, связанного с воздействием природных и техногенных факторов, определяющих качество воды и санитарно-гигиенические условия водопользования, определить приоритетные звенья в формировании суммарного санитарно-эпидемиологического неблагополучия централизованных систем питьевого водоснабжения населения, проживающего в бассейне реки Дон.

4. Выполнить сопряженный анализ уровня инфекционной заболеваемости населения, вероятно связанной с водным фактором, и санитарно-эпидемиологической надежности систем централизованного питьевого водоснабжения территорий бассейна Верхнего Дона.

5. Научно обосновать комплекс профилактических мероприятий по оптимизации питьевого и рекреационного водопользования для снижения риска заболеваемости населения, обусловленного воздействием водного фактора, усовершенствовать риск-ориентированную модель контрольно-надзорной деятельности в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия в области системы государственного санитарно-эпидемиологического надзора за снабжением населения питьевой водой.

Научная новизна и теоретическая значимость исследования

Впервые выполнено интегральное гигиеническое зонирование территории бассейна Верхнего Дона по уровням риска для здоровья, связанного с условиями хозяйственно-питьевого водопользования, и осуществлена рейтинговая оценка мест рекреационного водопользования.

Усовершенствованы методические подходы к сопряженной оценке причинно-следственных связей в системе «водные ресурсы – питьевое водоснабжение – рекреационное водопользование – здоровье населения», основанные на сочетанном применении методики оценки вероятного риска и анализе данных о воздействии на здоровье населения природных и техногенных факторов, формирующих водные ресурсы и санитарно-гигиенические условия водопользования, и обеспечивающие риск-ориентированное планирование контрольно-надзорной деятельности.

На основе оценки степени санитарно-эпидемиологической надежности водообеспечения населения, включающей все звенья, формирующие

санитарную надежность систем централизованного водоснабжения: санитарное состояние источников водоснабжения, систему водоподготовки, транспортировки питьевой воды, качество питьевой воды, водообеспечение и лабораторный контроль, обоснованы приоритетные факторы и показатели, существенно влияющие на качество и безопасность подаваемой населению питьевой воды, предложенные для совершенствования социально-гигиенического мониторинга на региональном уровне.

Практическая значимость и внедрение в практику

Усовершенствована система регионального мониторинга для получения объективной информации об уровне негативного влияния техногенно измененных притоков Верхнего Дона на качество воды в реке в части включения дополнительных контрольных точек отбора проб и определяемых показателей (фосфат-ион, жесткость, сухой остаток).

Проведенное исследование позволило получить качественно новый состав информации для обоснования мероприятий по профилактике заболеваемости населения инфекционной и неинфекционной природы, обусловленной водным фактором, а, следовательно, повысить эффективность планирования надзорных мероприятий по обеспечению санитарно-эпидемиологической безопасности водопользования населения бассейна Верхнего Дона.

Формы практического внедрения:

- риск-ориентированный подход в планировании мониторинга качества воды на территориях бассейна Верхнего Дона, подготовка ежегодных информационных докладов «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения Воронежской области» (Управление Роспотребнадзора по Воронежской области, акт внедрения от 13.04.2018 г.);

- элективная лекция «Приоритетные проблемы обеспечения гигиенической и эпидемиологической безопасности населения, проживающего на территории бассейна реки Дон» для студентов, обучающихся по специальности «Медико-профилактическое дело» в Воронежском государственном медицинском университете им. Н.Н. Бурденко (ВГМУ им. Н.Н. Бурденко, кафедра эпидемиологии, акт внедрения в учебный процесс от 26.04.2018 г.);

- информационно-методические письма ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области» в его филиалы по темам:

«Совершенствование мониторинга качества воды в реке Дон» (исх. № 3975/12-56 от 16.05.2017 г.), «Приоритетные проблемы обеспечения гигиенической и эпидемиологической безопасности населения, проживающего на территории бассейна реки Дон» (исх. № 3976/12-57 от 16.05.2017 г.);

- участие в подготовке электронного эколого-гигиенического атласа Воронежской области по разделам «Качество воды открытых водоемов», «Качество питьевой воды»; использование материалов научно-практической работы в образовательном процессе на факультете географии, геоэкологии и туризма Воронежского государственного университета (Воронежский государственный университет, акт о внедрении от 12.04.2018 г.).

Положения диссертации, выносимые на защиту:

1. Санитарно-эпидемиологические особенности формирования качества воды в верхнем течении реки Дон по санитарно-химическим и микробиологическим показателям под влиянием техногенно измененных притоков в черте промышленно развитого города; приоритетные факторы риска инфекционной и неинфекционной заболеваемости населения, обусловленной влиянием водного фактора.

2. Системный подход в оценке причинно-следственных связей показателей, характеризующих водные ресурсы, питьевое водоснабжение, рекреационное водопользование и здоровье населения, основанный на сочетанном применении методик оценки вероятного риска для здоровья населения, обусловленного водным фактором; санитарно-гигиенических условий рекреационного водопользования и санитарно-эпидемиологической надежности и безопасности систем централизованного питьевого водоснабжения.

3. Комплекс профилактических мероприятий по оптимизации питьевого и рекреационного водопользования для снижения риска заболеваемости населения, обусловленного воздействием водного фактора.

Апробация работы. Материалы исследований, отражающие основные результаты диссертационной работы, представлялись на XI Российской конференции с международным участием «Вирусные гепатиты – достижения и новые перспективы» (Москва, 2015); региональной конференции, посвящённой 95-летию санитарно-эпидемиологической службы России (Воронеж, 2017); международной научно-практической конференции «Современная экология: образование, наука, практика» (Воронеж, 2017), III межвузовской научно-

практической конференции «Гигиенические и экологические аспекты профилактики заболеваемости на региональном уровне» (Воронеж, 2018), XXII конференции «Социально-гигиенический мониторинг здоровья населения (Рязань, 2018), а также на заседании регионального отделения Национального научного медицинского общества гигиенистов и санитарных врачей (Воронеж, 2018) и коллегии Управления Роспотребнадзора по Воронежской области (Воронеж, 2018).

Апробация работы проведена на кафедре эпидемиологии медико-профилактического факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации (Протокол № 9 от 18.04.2018 г.) и на межотдельческой конференции Федерального научного центра гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана Роспотребнадзора 26 июня 2018 г.

Публикации: по теме диссертационной работы опубликовано 14 научных статей, в том числе 6 в журналах, включенных в Перечень российских рецензируемых научных журналов Высшей аттестационной комиссией при Министерстве образования и науки Российской Федерации.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 148 страницах машинописного текста, иллюстрирована 10 рисунками, содержит 42 таблицы, структурно состоит из введения, обзора данных научной литературы (глава 1), главы, отражающей объекты, объем и методы исследований (глава 2), 4-х глав собственных исследований, заключения, выводов, списка литературы, содержащего 120 отечественных и 5 зарубежных источников, 2-х приложений.

ОБЪЕКТЫ, ОБЪЕМ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Основной объект исследования – участок Верхнего Дона на территории 4 административных районов Воронежской области и подземные источники питьевого водоснабжения.

Качество воды в реке Дон оценивалось на территории Рамонского, Семилукского, Хохольского и Каширского районов, а также городского округа г. Воронеж, так как именно областной центр оказывает существенное неблагоприятное влияние на качество воды в реке.

Исследование включало следующие этапы: 1) оценку качества воды в реке Дон и влияние на него техногенных факторов; 2) оценку риска для здоровья населения, обусловленного качеством питьевой воды по санитарно-

химическим показателям; 3) оценку санитарно-эпидемиологической надежности систем централизованного питьевого водоснабжения; 4) анализ инфекционной заболеваемости населения, этиологически вероятно связанной с водным фактором; 5) формирование комплекса мероприятий по снижению техногенной нагрузки на реку Дон и обеспечению нормативного качества питьевой воды.

Направления исследований, объекты исследований, определяемые и расчетные показатели, объем исследований представлены в таблице 1.

Отбор проб воды из открытых водоемов осуществлялся в соответствии с требованиями рекомендаций РД 52.24.309-2016 «Организация и проведение режимных наблюдений за состоянием и загрязнением поверхностных вод суши», Р 52.24.353-2012 «Отбор проб поверхностных вод суши и очищенных сточных вод», а также требованиями ГОСТ Р 51592-2000 «Вода. Общие требования к отбору проб».

При анализе данных об уровне загрязнения поверхностных водных объектов использованы ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования», а также показатели жесткости, БПК, ХПК, нормируемые в соответствии с СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод».

Показатели микробиологической безопасности качества воды реки Дон и его притоков сравнивались с нормативами, определенными СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод».

Для четырех административных районов и городского округа город Воронеж проведена количественная оценка неканцерогенного риска для здоровья населения, обусловленного качеством питьевой воды для двух возрастных групп (дети 6 лет, взрослые) в соответствии со стандартными формулами расчета доз, коэффициентов (HQ) и индексов (HI) опасности, приведенными в Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска здоровью населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду».

Таблица 1

Объекты, показатели и объем исследований

Направления исследований	Объекты исследования	Показатели	Объем исследований
1. Оценка качества воды в реке Дон и влияние на него техногенных факторов	Река Дон, техногенно измененный приток Дона – ручей «Голубой Дунай», Воронежское водохранилище, техногенно измененный приток Дона – сброс воды с плотины Воронежского водохранилища	Органолептические: запах, плавающие примеси. Санитарно-химические: аммоний-йон (NH_4^+), нефтепродукты; нитраты (по NO_3^-), нитриты (по NO_2^-), взвешенные вещества, хлориды, сульфаты, БПК, ХПК, водородный показатель (рН, ед.); дополнительно: жесткость, минерализация, фосфаты. Индекс загрязнения воды (ИЗВ). Микробиологические: термотолерантные колиформные бактерии, КОЕ/100 мл; ротавирусы, холероподобный вибрион, колифаги, БОЕ/100 мл; антиген вирусного гепатита.	4738 определений в 18-ти мониторинговых контрольных точках, из них 9 точек в рамках СГМ и 9 дополнительных (собственные исследования)
2. Оценка риска для здоровья населения, обусловленного качеством питьевой воды по санитарно-химическим показателям	Вода подземных водоисточников, вода в разводящей водопроводной сети	Санитарно-химические (13 показателей): железо; марганец, нитраты, нитриты, жесткость, кальций, магний, хлориды, фториды, калий+натрий,; сульфаты, минерализация, бор. Расчетные показатели: средние значения, статистическая ошибка средних величин, индекс загрязнения воды (ИЗВ), коэффициент опасности, характеризующий неканцерогенный риск (дети, взрослые) (НҚ), индекс опасности (НІ), характеризующий однонаправленное воздействие веществ (суммарный неканцерогенный риск).	19500 определений 13 санитарно-химических показателей на 5 административных территориях (Рамонский, Семилукский, Каширский, Хохольский р-ны и город Воронеж) за 2013-2017 гг. в рамках СГМ
3. Оценка санитарно-эпидемиологической надежности систем централизованного питьевого водоснабжения	Вода подземных водоисточников, вода в разводящей водопроводной сети	7 комплексных показателей, характеризующих санитарное состояние источников водоснабжения, систему водоподготовки, транспортировки питьевой воды, качество питьевой воды, водообеспечение и лабораторный контроль, и один комплексный обобщенный показатель санитарно-эпидемиологического неблагополучия по МР 2.1.4.2370-08.	Данные контрольно-надзорных мероприятий и показатели системы СГМ за 2013-2017 гг.
4. Анализ инфекционной заболеваемости населения, этиологически вероятно связанной с водным фактором	Население	Показатели заболеваемости (абс. и на 100 тыс. населения) дизентерия Флекснера, сумма ОКИ, ОКИ установленной этиологии, ОКИ неустановленной этиологии, вирусные гепатиты А и Е. Расчет среднемноголетнего уровня заболеваемости (СМУ), нормированного интенсивного показателя заболеваемости (НИП).	Данные эпидемиологического мониторинга на 5 административных территориях Воронежской обл. за 2013-2017 гг.
5. Формирование комплекса мероприятий по снижению техногенной нагрузки на реку Дон и обеспечению нормативного качества питьевой воды	Данные 1-4 этапов исследования		

Комплексная оценка санитарно-эпидемиологической надежности систем централизованного питьевого водоснабжения проведена в соответствии с МР 2.1.4.2370-08 «Оценка санитарно-эпидемиологической надежности систем централизованного питьевого водоснабжения» (разработаны ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана Роспотребнадзора, утв. Роспотребнадзором 16.06.2008 г.). В основу методики положена модель, состоящая из комплекса блоков, представляющих последовательно выполняемые объемы работ по гигиенической оценке систем водоснабжения: «водообеспечение», «источник водоснабжения», «водоподготовка», «транспортировка», «питьевая вода», «лабораторный контроль» с расчетом для каждого блока комплексного показателя (W_i) с учетом отдельных компонент, значения которых определялись на основе баллов неблагополучия единичных элементов (показателей) по 4-х ранговой шкале (от 0 до 3) (S_i), и коэффициентов вклада (K_i) единичного критериального признака блока в комплексный показатель. Далее рассчитывался обобщенный комплексный показатель санитарно-эпидемиологического неблагополучия централизованной системы питьевого водоснабжения ($W_{\text{обобщенный}}$).

В анализе показателей инфекционной заболеваемости населения (абс. и на 100 тыс. населения), этиологически вероятно связанной с водным фактором: дизентерия Флекснера, острые кишечные инфекции, в т.ч. установленной этиологии, неустановленной этиологии, острый вирусный гепатит А, вирусный гепатит Е использованы данные регионального эпидемиологического мониторинга по 5-ти административным территориям (Рамонский, Семилукский, Каширский, Хохольский районы и городской округ город Воронеж) за 2013-2017 гг. Для сравнения показателей заболеваемости рассчитывался средний многолетний уровень (СМУ), ошибка среднего (m), а также нормированный интенсивный показатель заболеваемости (НИП), представляющий собой отношение СМУ заболеваемости на оцениваемой территории к СМУ заболеваемости в целом по Воронежской области.

Проведен корреляционный анализ взаимосвязи уровня инфекционной заболеваемости населения, вероятно обусловленной водным фактором, и обобщенного комплексного показателя санитарно-эпидемиологического неблагополучия централизованной системы питьевого водоснабжения ($W_{\text{обобщенный}}$) с расчетом коэффициента парной корреляции (r) и оценкой его статистической значимости по критерию Стьюдента (t) при вероятности статистической ошибки менее 5% ($p < 0,05$).

По результатам реализации исследований проведено научное

обоснование комплекса мероприятий по снижению техногенной нагрузки на реку Дон и обеспечению нормативного качества питьевой воды.

Личный вклад автора. Результаты, представленные в диссертационной работе, получены на основании собственных исследований автора. Автором составлена программа диссертации, включающая цель и основные задачи, разработан и реализован план проведения исследований, выполнен отбор и анализ проб воды в дополнительных контрольных точках, проанализированы полученные результаты. Личный вклад автора в организацию проведения исследований 80%, анализ и внедрение результатов исследования – 100%.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Обследуемый участок реки Дон находится на территории 4-х административных районов и городского округа город Воронеж. Его протяженность около 50 километров.

Оценка неблагополучия мест рекреационного водопользования на реке Дон проведена по трем группам критериев (качество воды, природный комплекс, уровень техногенной нагрузки) (табл. 2).

Таблица 2

Комплексная оценка неблагополучия мест рекреационного водопользования реки Дон

Место рекреационного водопользования	Качество воды ^{*)}				Природный комплекс ^{**)}					Уровень техногенной нагрузки ^{*)}				Сумма рангов ^{***)}	
	% проб по сан.-хим. показателям	Ранг	% проб по микро-биол. показателям	Ранг	Лесной массив	Луг	Живописность окружающей среды	Сумма баллов	Ранг	ТБО в месте рекреации	Неорганизованный проезд автотранспорта в пойму	Близость выпуска условно-чистых сточных вод в водоем	Сумма баллов		Ранг
р. Дон, с. Новоживотинное (фоновая к/т)	1,9	1	13,9	1	0	0	1	1	3	1	1	0	2	2	7
р. Дон - г. Семилуки (место отдыха)	0	1	2,1	1	0	0	1	1	3	1	0	0	1	1	6
р. Дон, пос. Первое мая	2,9	2	8,2	1	0	0	1	1	3	1	1	1	3	3	9
р. Дон, пгт. Шилово	1,2	1	4,5	1	0	0	1	1	3	0	0	1	1	1	6

^{*)} Данные ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области»;

^{**)} 0 – фактор отсутствует, 1 – фактор имеет место;

^{***)} – чем выше сумма рангов, тем состояние мест рекреации более неудовлетворительное.

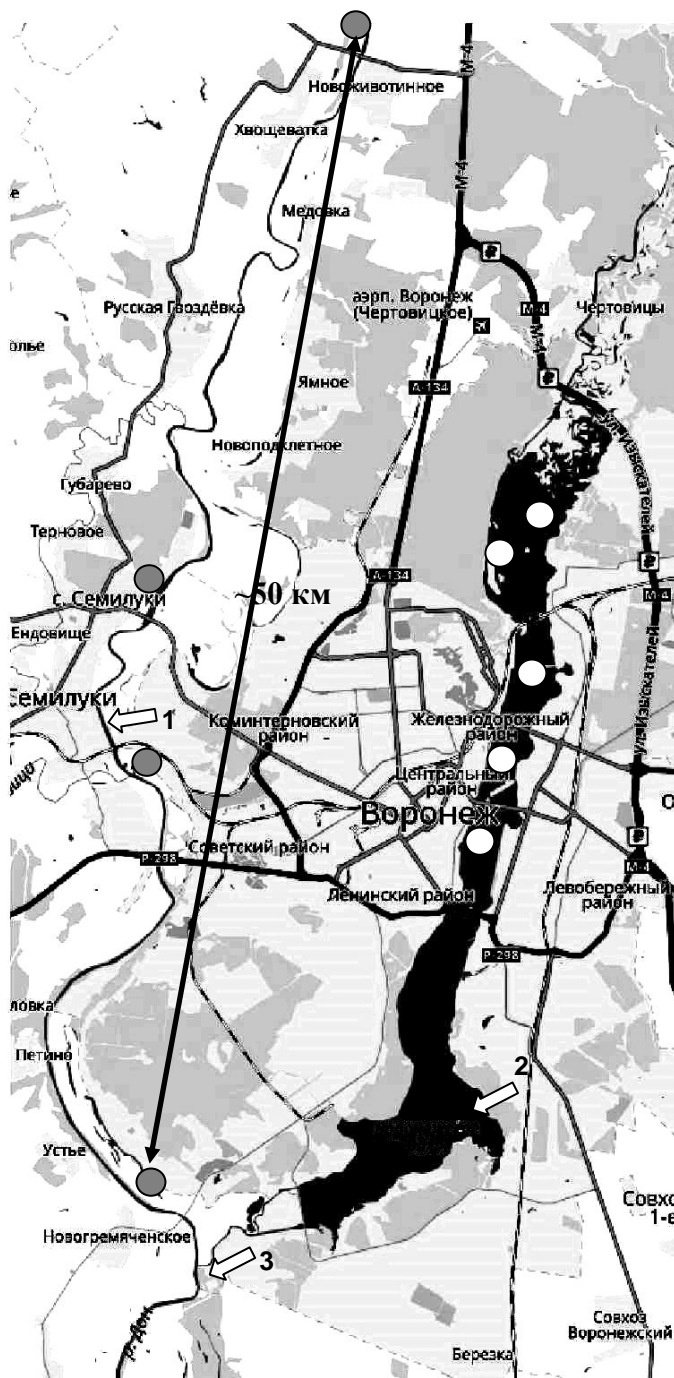
Выявлены факты несоответствия качества воды реки Дон в местах рекреации гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям в 1,2 – 2,9% проб, по микробиологическим – в 2,1 – 13,9% проб. К числу приоритетных санитарно-химических показателей в местах рекреации отнесены концентрация аммоний-иона (до 1,2 ПДК), интегральные показатели БПК (до 2,21 раз), ХПК (до 1,05 раз), а также значительное содержание взвешенных веществ (до 75,0 мг/дм³). Приоритетными микробиологическими показателями являются термотолерантные колиформные бактерии, холероподобный вибрион, колифаги, которые периодически не соответствовали гигиеническим нормативам.

В целом установлено, что ни одно из мест рекреации на реке не может обеспечить безопасной и комфортной среды для отдыха населения и полностью гарантировать безопасность для его здоровья, поскольку минимальной суммы рангов (4) не получило ни одно из них.

Вместе с тем, существующая система мониторинга качества воды водоемов, ориентированная лишь на контроль показателей в местах рекреации, не в полной мере отражает объективную информацию о влиянии техногенных факторов и о санитарно-эпидемиологической обстановке, связанной с водопользованием населения (рисунок 1).

Наиболее значимым фактором, влияющим на качество воды в реке Дон, является приток ручья Голубой Дунай, в который сбрасываются условно-чистые воды с Правобережных очистных сооружений.

При визуальном обследовании были определены места отбора проб воды: 1) в ручье «Голубой Дунай» (Песчаный Лог) до сброса условно-чистых сточных вод с Правобережных очистных сооружений; 2) в ручье «Голубой Дунай» (Песчаный Лог) ниже сброса условно-чистых сточных вод с Правобережных очистных сооружений; 3) в реке Дон выше впадения в него ручья «Голубой Дунай» на расстоянии в 2,8 км, которая была принята за фоновую точку мониторинга; 4) в реке Дон в месте смешения, т.е. впадения ручья «Голубой Дунай»; 5) ниже точки впадения на расстоянии 200 метров; 6) ниже точки впадения на расстоянии в 500 м; 7) ниже точки впадения на расстоянии в 2 км. Пробы воды в реке Дон (мониторинговые точки №3 и №7) регулярно отбираются специалистами Центра гигиены и эпидемиологии в Воронежской области. Отбор и анализ проб в остальных точках выполнен в инициативном порядке в рамках диссертационной работы.



- - контрольные точки отбора проб воды в реке Дон (места рекреации)
- - контрольные точки отбора проб воды в Воронежском водохранилище (места рекреации)
- ⇐ 1 – ручей «Голубой Дунай» со сбросами условно-чистых вод с Правобережных очистных сооружений; 2 – сброс условно-чистых вод с Левобережных очистных сооружений; 3 – сброс с плотины Воронежского водохранилища

Рисунок 1. Действующая система мониторинга качества воды в водоемах (ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области»)

Анализ полученных данных свидетельствует о значительном техногенном влиянии ручья «Голубой Дунай» смешенного со стоком с Правобережных очистных сооружений на качество воды в реке Дон практически по всем санитарно-химическим показателям (табл. 3).

Таблица 3

Результаты мониторинга оценки влияния стока с Правобережных очистных сооружений, ручья «Голубой Дунай» на качество воды в реке Дон
(санитарно-химические показатели)

Показатель	ПДК или норматив ^{*)}	Ручей «Голубой Дунай»		Река Дон				
		До стока с ПОС (к/т № 1)	После стока с ПОС (к/т № 2)	До сброса (к/т № 3)	Место смешения (к/т № 4)	Ниже смешения (200 м) (к/т № 5)	Ниже смешения (500 м) (к/т № 6)	Ниже смешения (2 км) (к/т № 7)
Аммоний-ион (NH ₄ ⁺), мг/дм ³	1,5	12,21±0,8	18,34±0,9	0,35±0,12	14,62±3,07	10,20±2,14	7,27±1,53	0,47±0,23
Нефтепродукты, мг/дм ³	0,3	0,02±0,001	0,03±0,002	0,03±0,001	0,03±0,001	0,02±0,001	0,02±0,001	0,02±0,001
Нитраты (по NO ₃ ⁻), мг/дм ³	45	10,23±0,58	18,23±1,12	6,10±0,37	7,83±0,47	7,19±0,43	6,65±0,40	3,22±0,38
Нитриты (по NO ₂ ⁻), мг/дм ³	3,3	1,31±0,09	1,92±0,22	0,0440±0,004	1,63±0,11	1,30±0,09	0,76±0,05	0,73±0,06
Взвешенные вещества, мг/дм ³	0,75 к фону	38,8±3,4	82,3±4,5	18,8±2,4	77,2±7,9	65,3±3,9	32,8±2,8	23,7±2,3
Хлориды, мг/дм ³	350	42,3±1,9	110,9±5,4	18,6±3,0	101,0±9,1	75,7±6,8	53,3±4,8	26,8±3,3
Сульфаты, мг/дм ³	500	50,8±3,3	64,3±5,7	37,8±2,6	54,8±8,2	50,3±7,5	41,4±8,3	40,9±5,5
Фосфат-ион, мг/дм ³	3,5	6,33±0,35	7,88±0,63	0,22±0,03	5,14±0,41	3,21±0,33	2,90±0,32	1,92±0,16
Жесткость, мг-экв./дм ³	7,0 ^{*)}	6,2±0,9	6,7±0,8	5,0±0,8	5,8±0,8	5,4±0,8	5,2±0,7	5,1±0,7
Сухой остаток	1000	517,3±20,2	529,1±28,8	373,7±16,8	496,9±22,4	470,0±21,5	422,1±19,0	395,1±18,3
БПК, мг/дм ³	4	8,7±0,9	11,2±1,2	3,55±0,5	10,3±1,2	9,2±1,1	8,3±1,4	6,7±1,1
ХПК, мг/дм ³	30	20,9±1,8	35,8±3,7	16,5±2,2	32,3±3,2	29,5±2,8	22,3±3,3	18,7±3,1
Водородный показатель, рН, ед.	6,5-8,5 ^{*)}	7,89±0,31	8,22±0,52	7,72±0,41	8,29±0,15	7,95±0,13	7,83±0,12	7,82±0,11

Наиболее значимое техногенное влияние ручья «Голубой Дунай» в смеси со стоком условно-чистых вод с Правобережных очистных сооружений выявлено по аммоний-иону, превышения ПДК которого отмечено в месте смешения в 9,8 раз, ниже впадения на расстоянии в 200 м (в 6,8 раз) и в 500 м (в 4,8 раз); фосфат-иону – превышение ПДК в месте смешения в 1,5 раза, а также показателям БПК в 1,7-2,6 раза и ХПК в 1,1 раза.

Проведенные выборочные исследования воды на микробиологические показатели в месте смешения вод в летний период (к/т №4) свидетельствуют о крайне небезопасном в эпидемиологическом отношении качества воды: общие колиформные бактерии – более $2,4 \cdot 10^6$ КОЕ/100, термотолерантные колиформные бактерии – до 230 КОЕ/100мл при нормативе не более 100 КОЕ/100мл, из возбудителей кишечных инфекций обнаружена *Salmonella Thompson*.

Обобщая материалы мониторинга качества воды в реке Дон на исследуемом участке, можно говорить об ухудшении её качества по сравнению с контрольной точкой начала обследуемого участка, показатели которой приняты за фоновые. Наибольшее значение ИЗВ (аммоний-ион + нефтепродукты + нитраты + нитриты + хлориды + сульфаты + фосфат-ион) отмечено в месте смешения (12,38). На расстоянии в 2 км от места смешения ИЗВ не достигает фонового значения ($1,17 > 0,67$) (рисунок 2).

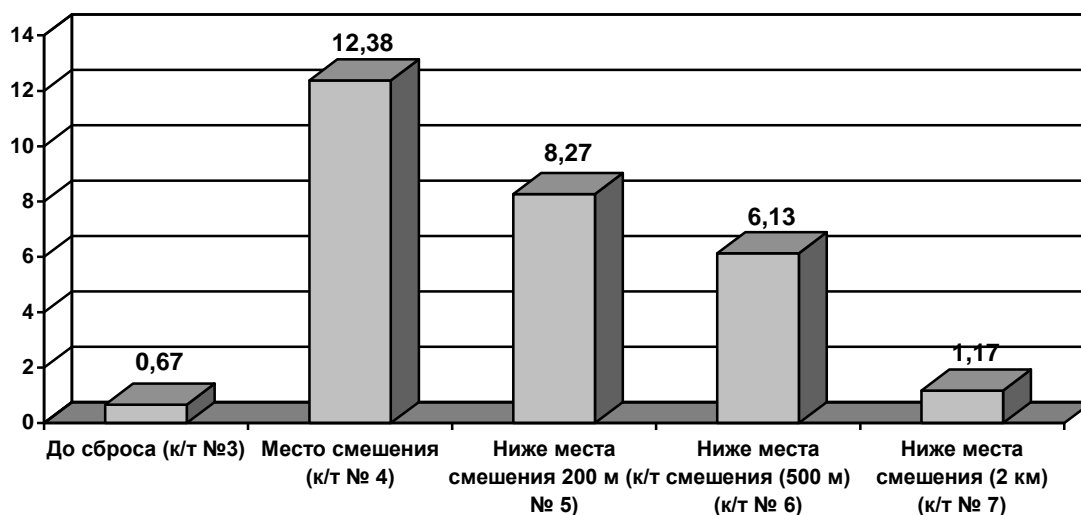


Рисунок 2. Индекс загрязнения воды в контрольных точках реки Дон

Влияние сброса с плотины Воронежского водохранилища на качество воды в реке Дон, по сравнению с Голубым Дунаем, менее выражено. Однако, как показывают интегральные характеристики, тоже имеет место: ИЗВ возрастает с 1,4 до 2,4, БПК с 7,3 до 10,3, ХПК с 19,7 до 35,2.

Качество воды в поверхностных водных объектах во многом может определять качество воды подземных водоисточников инфильтрационного типа.

Как показал анализ данных, на территориях Рамонского, Семилукского, Хохольского и Каширского районов, а также городского округа г. Воронеж к числу приоритетных показателей в воде водоисточников и разводящей водопроводной сети отнесены содержание железа, марганца, бора природного происхождения, нитратов, нитритов - техногенного. Локальные периодические превышения гигиенических нормативов содержания этих химических веществ в воде составляют от 1,1 до 4,2 раз. Средний многолетний индекс загрязнения питьевой воды находится в интервале 1,4-1,7 единиц. Минерализация воды 350-460 мг/дм³, за исключением водоисточников Каширского района - до 930 мг/дм³.

Результаты оценки риска для здоровья населения сельских поселений, обусловленного качеством питьевой воды (железо, марганец, нитраты, бор) в отдельных случаях выявили неприемлемый уровень неканцерогенного риска, обусловленный локальным присутствием в питьевой воде разводящей водопроводной сети нитратов (возрастная группа - дети 6 лет, $HQ=1,42>1$, $HI=1,47>1$).

Результаты сравнительного анализа оценки санитарно-эпидемиологической надежности систем централизованного питьевого водоснабжения рассматриваемых территорий бассейна Верхнего Дона показывают, что наиболее благополучная ситуация характерна для Рамонского и Семилукского районов, расположенных выше по течению реки от впадения техногенно измененных притоков (обобщенный комплексный показатель санитарно-эпидемиологического неблагополучия централизованной системы питьевого водоснабжения $W_{\text{обобщ.}}=0,75$) (табл. 4).

Таблица 4

Сравнительный анализ результатов оценки санитарно-эпидемиологической надежности систем централизованного питьевого водоснабжения территорий бассейна Верхнего Дона

Блоки	Комплексные показатели по отдельным блокам $W_i=SixKi$				
	Рамонский район	Семилукский район	Хохольский район	Каширский район	ГО г. Воронеж
Блок "Водообеспечение", W_1	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Блок "Санитарная охрана водоисточников", W_2	0	0	0	0,45	0
Блок "Качество воды источника", W_3 или W_4	0,1	0,1	0,3	0,2	0,2
Блок "Водоподготовка", W_5	0	0	0	0	0
Блок "Транспортировка", W_6	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Блок "Лабораторный контроль", W_7	0	0	0	0	0
Блок "Питьевая вода", W_8	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6
Обобщенный комплексный показатель санитарно-эпидемиологического неблагополучия централизованной системы питьевого водоснабжения $W_{\text{обобщ.}}=\sum(SixKi)$	0,75	0,75	0,95	1,50	1,05

Следует отметить, что территория Каширского района – это территория относительно низкой по рельефу левобережной части водного бассейна реки Дон, географически расположенная ниже по течению от города Воронежа, и

именно для неё получено наибольшее значение комплексного показателя санитарно-эпидемиологического неблагополучия централизованной системы питьевого водоснабжения ($W_{\text{обобщ.}}=1,50$).

Наибольший вклад в его величину вносит показатель качества воды водоисточника ($W_3=0,3$), что при отсутствии водоподготовки и существующих проблемах транспортировки ($W_6=0,2$) не обеспечивает санитарно-эпидемиологическую безопасность питьевого водопользования населения.

С учетом полученных результатов, несмотря на отсутствие данных о прямом непосредственном влиянии качества воды в реке Дон на подземные водоносные горизонты неоген-четвертичного водоносного комплекса, используемого в системе питьевого водообеспечения населения рассматриваемых территорий, можно говорить о косвенном неблагоприятном влиянии факторов промышленно развитого города Воронежа. Прежде всего, сброса условно-чистых вод с Правобережных очистных сооружений в уже техногенно-загрязненный ручей «Голубой Дунай», протекающий в коллекторе по территории города, а также Воронежского водохранилища, в воды которого сбрасываются условно-чистые стоки с Левобережных очистных сооружений, не только на качество воды в реке Дон, но и качество воды в подземных водоносных горизонтах бассейна Верхнего Дона.

По результатам анализа имеющихся данных об инфекционной заболеваемости, которая может быть связана с водным фактором (дизентерия Флекснера, острые кишечные инфекции, в т.ч. установленной этиологии, неустановленной этиологии, острый вирусный гепатит А, вирусный гепатит Е) выявлено, что на неблагополучной по уровню санитарно-эпидемиологической безопасности питьевого водопользования населения территории, достоверно выше заболеваемость острыми кишечными инфекциями (НИП=1,33), в том числе неустановленной этиологии (НИП=1,59), вирусным гепатитом А (НИП=1,45) – табл. 5.

Выявлена статистически значимая связь уровня заболеваемости острыми кишечными инфекциями (коэффициент парной корреляции 0,70 и более является статистически значимым при вероятности ошибки менее 5%), в том числе неустановленной этиологии (0,81) с обобщенным комплексным показателем, характеризующим санитарно-эпидемиологическое неблагополучие централизованной системы питьевого водоснабжения.

Таблица 5

Оценка вероятной взаимосвязи уровня инфекционной заболеваемости населения с обобщенным комплексным показателем, характеризующим санитарно-эпидемиологическое неблагополучие централизованной системы питьевого водоснабжения

Нозология	НИП заболеваемости на территориальной единице					Коэф. парной корреляции (r)	Расчетный критерий Стьюдента (t)	Статистическая значимость связи при $p < 0.05$
	Рамонский район	Семи-лукский район	Хохольский район	Каширский район	ГО г.Воронеж			
Дизентерия Флекснера	0	0	0	0	0,73	0,09	0,18	не значима
Сумма ОКИ	0,60	0,95	0,90	1,33	1,48	0,70	2,12	значима
в т.ч. установленной этиологии	0,50	0,91	0,70	1,02	1,15	0,56	1,37	не значима
неустановленной этиологии	0,62	1,00	1,09	1,59	1,59	0,81	2,41	значима
Острый вирусный гепатит А	0	1,75	1,45	1,45	1,17	0,33	0,60	не значима
Вирусный гепатит Е	0	3,70	1,20	0	0,81	-0,50	-1,01	не значима
Обобщенный комплексный показатель санитарно-эпидемиологического неблагополучия централизованной системы питьевого водоснабжения								
$W_{\text{обобщ.}}$	0,75	0,75	0,95	1,50	1,05			

На заключительном этапе научно обоснована система профилактических мероприятий по оптимизации питьевого и рекреационного водопользования для снижения риска заболеваемости населения, обусловленного воздействием водного фактора, которая имеет комплексный характер и включает четыре взаимосвязанных блока: информационный; оценочный; аналитический и управленческий; усовершенствована риск-ориентированная модель контрольно-надзорной деятельности в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, сочетающая единое рассмотрение проблемы гигиенической и эпидемиологической безопасности рекреационного и питьевого водопользования (рисунок 3).

Учитывая, что ни в одном из рассматриваемых сельских районов не реализованы технологии водоподготовки, при имеющихся фактах несоответствия качества питьевой воды в подземных источниках гигиеническим нормативам, и, прежде всего, несоответствия по санитарно-химическим показателям, необходимы мероприятия по улучшению качества подаваемой населению питьевой воды, а также информационная работа по рекомендациям использования индивидуальных фильтров для очистки питьевой воды.

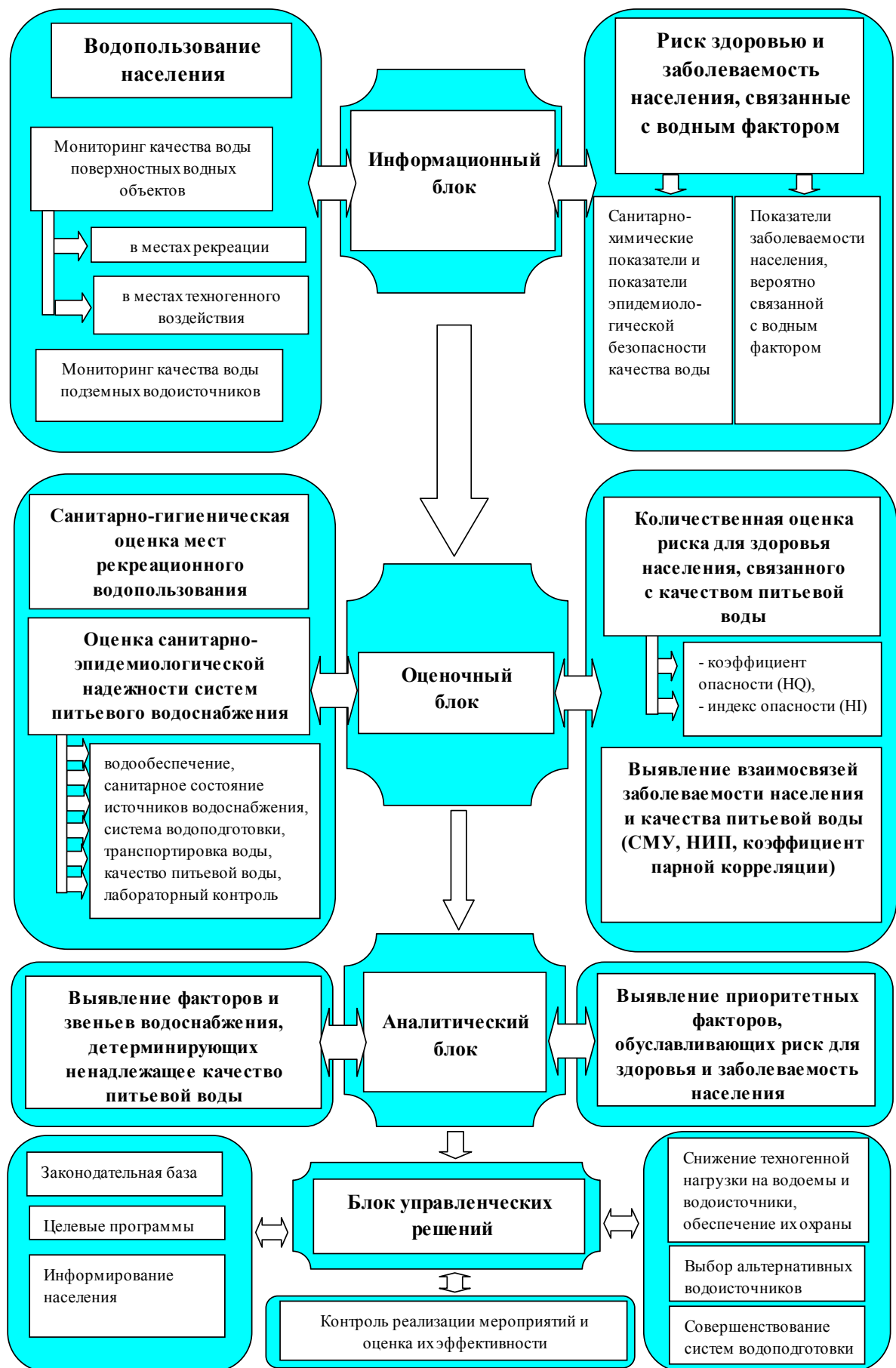


Рисунок 3. Система обоснования комплекса мероприятий по обеспечению гигиенической и эпидемиологической безопасности водопользования (на примере бассейна Верхнего Дона)

Основные практические предложения по результатам работы:
1) необходимо разработать проект и осуществить строительство коллектора по отведению воды из ручья «Голубой Дунай» на очистные сооружения;
2) необходимо реконструировать и увеличить мощность Правобережных очистных сооружений. Эти предложения направлены в проект долгосрочной областной целевой программы «Чистая вода Воронежской области».

Реализация разработанного комплекса профилактических мероприятий по обеспечению гигиенической и эпидемиологической безопасности водопользования способствует повышению уровня санитарно-эпидемиологического населения, проживающего на территориях бассейна Верхнего Дона.

ВЫВОДЫ

1. Результаты гигиенической оценки роли факторов, формирующих качество воды Верхнего Дона, объективно свидетельствуют о значительном ухудшении показателей качества воды. К числу приоритетных санитарно-химических показателей качества воды в реке Дон в местах рекреации отнесены концентрация аммоний-иона (до 1,2 ПДК), интегральные показатели БПК (до 2,21 раз), ХПК (до 1,05 раз), а также значительное содержание взвешенных веществ (до 75,0 мг/дм³). Приоритетными микробиологическими показателями оценки эпидемической безопасности воды являются содержание термотолерантных колиформных бактерий, наличие холероподобных вибрионов, колифагов.

2. Наибольшее влияние на качество воды в реке Дон в пределах Воронежской агломерации оказывает приток «Голубой Дунай», в который сбрасываются условно-чистые воды с Правобережных очистных сооружений города Воронежа, что подтверждено высокими значениями ИЗВ (12,38), БПК (10,3), ХПК (32,2). Отмечены достоверные превышения нормативов по санитарно-химическим и микробиологическим показателям: в месте смешения содержание аммоний - иона превышает норматив в 9,75 раз, фосфат - иона в 1,47 раза, общих колиформных бактерий – более $2,4 \cdot 10^6$ КОЕ/100, термотолерантных колиформных бактерий – до 230 КОЕ/100мл; ниже впадения на расстоянии в 500 метров аммоний-иона - в 4,85 раза; из возбудителей кишечных инфекций обнаружена *Salmonella Thompson*.

3. Для получения объективной информации об уровне негативного влияния техногенно-измененных притоков Дона – ручья «Голубой Дунай», сброса условно-чистых вод с Правобережных очистных сооружений, сброса воды с плотины Воронежского водохранилища, 2/3 акватории которого ситуационно расположено на территории города, предложено совершенствование действующей системы мониторинга в части установления дополнительных контрольных точек отбора проб и определяемых показателей (фосфат-ион, жесткость, сухой остаток).

4. Региональные проблемы безопасности питьевого водопользования населения сельских районов связаны с повышенным содержанием железа, марганца, нитритов, нитратов, бора в воде подземных водоисточников и разводящей водопроводной сети, что периодически подтверждается фактами превышений ПДК химических веществ в питьевой воде от 1,1 до 4,2 раз, при этом, средние многолетние концентрации не превышают гигиенических нормативов. Неприемлемый уровень неканцерогенного риска обусловлен локальным присутствием в питьевой воде разводящей водопроводной сети нитратов (возрастная группа - дети 6 лет, $HQ=1,42>1$, $HI=1,47>1$).

5. Для территории левобережной части водного бассейна реки Дон, расположенной ниже по течению от мест впадения техногенно измененных притоков, находящихся в черте промышленно развитого города, получена максимальная величина обобщенного комплексного показателя санитарно-эпидемиологического неблагополучия централизованной системы питьевого водоснабжения ($W_{\text{обобщ.}}=1,50$). Наибольший вклад в его величину вносит показатель качества воды водоисточника ($W_3=0,3$), что при отсутствии водоподготовки и существующих проблемах транспортировки ($W_6=0,2$) не обеспечивает санитарно-эпидемиологическую безопасность питьевого водопользования населения.

6. На неблагополучных по уровню санитарно-эпидемиологической безопасности питьевого водопользования населения территориях достоверно выше ($p<0,05$) заболеваемость острыми кишечными инфекциями ($НИП=1,33$), в том числе неустановленной этиологии ($НИП=1,59$), вирусным гепатитом А ($НИП=1,45$). Выявлена статистически значимая связь уровня заболеваемости острыми кишечными инфекциями ($r=0,70$, $t_{\text{расч.}}=2,12> t_{\text{табл.}}=2,10$, при $p<0,05$), в том числе неустановленной этиологии ($r=0,81$, $t_{\text{расч.}}=2,41> t_{\text{табл.}}=2,10$, при $p<0,05$) с обобщенным комплексным показателем, характеризующим

санитарно-эпидемиологическое неблагополучие централизованной системы питьевого водоснабжения.

7. Научно обоснована система формирования приоритетных профилактических мероприятий по оптимизации водопользования для снижения риска заболеваемости населения, обусловленного воздействием водного фактора, которая имеет комплексный характер и включает четыре взаимосвязанных блока: информационный; оценочный; аналитический и управленческий. Усовершенствована риск-ориентированная модель контрольно-надзорной деятельности в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, сочетающая единое рассмотрение проблемы гигиенической и эпидемиологической безопасности рекреационного и питьевого водопользования.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Лепендина Л.А. Безопасность питьевой воды как основной приоритет сохранения здоровья населения области [Текст] // Л.А. Лепендина, Т.Н. Красавина, Ю.С. Калашников / Научно-медицинский вестник Центрального Черноземья. Научно-практический журнал. № 57. 2014. – С.149-151.

2. Калашников Ю.С. Санитарно-гигиенические и эпидемиологические особенности ситуации на территории водного бассейна среднего Дона (краткий обзор региональных исследований) [Текст] // Международный научный журнал «Инновационная наука» - № 11. – 2015. - С. 226-228.

3. Калашников Ю.С. Оценка показателей санитарно-эпидемиологической безопасности воды реки Дон [Текст] // Прикладные информационные аспекты медицины – Т.19. - № 4. – 2016. – С. 25-29.

4. Клепиков О.В. Интегральная эколого-гигиеническая оценка водно-рекреационного потенциала Воронежской городской агломерации [Текст] // О.В. Клепиков, М.О. Маслова, Л.В. Молоканова, Ю.С. Калашников / Вестник ВГУ. Серия: география, геоэкология. - № 1. - 2017. С. 118-125.

5. Стёпкин Ю.И. Оценка риска воздействия нитратов на здоровье населения Воронежской области // Ю.И.Стёпкин, И.В. Колнет, В.И. Русин, Ю.С. Калашников [Текст] / Современная экология: образование, наука, практика. Материалы международной научно-практической конференции – Воронеж: издательство «Научная книга», 2017. – Том 2. – С. 176-179.

6. Клепиков О.В. Оценка влияния стока условно-чистых вод с правобережных очистных сооружений города Воронежа на качество воды в

ручье «Голубой Дунай» и реке Дон [Текст] // О.В. Клепиков, Ю.С. Калашников, В.А. Оберемко / Медико-экологическая диагностика состояния городской среды: сборник научных статей / Под общ. редакцией С.А. Куролапа и О.В. Клепикова. – Воронеж: Издательство «Научная книга», 2017. – С. 106-116.

7. Калашников Ю.С. Совершенствование системы мониторинга качества воды в ручье "Голубой Дунай" и реке Дон [Текст] // Ю.С. Калашников, В.А. Оберемко / Научно-медицинский вестник Центрального Черноземья. Научно-практический журнал. № 70. 2017. – С. 177-182.

8. Клепиков О.В. Анализ показателей микробиологической безопасности воды водных объектов в местах рекреации [Текст] // О.В. Клепиков, Л.В. Молоканова, М.О. Маслова, Ю.С. Калашников / Вестник ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация. - № 4. – 2017. – С. 64-68.

9. Мамчик Н.П. Оценка качества воды реки Дон в местах рекреационного водопользования населения [Текст] // Н.П. Мамчик, Ю.С. Калашников / Сборник статей по итогам региональной конференции, посвящённой 95-летию санитарно-эпидемиологической службы России под редакцией И.И. Механтьева и Ю.И. Стёпкина. – Воронеж, 2017. - С. 37-40.

10. Оберемко В.А. Экологическое обследование ручья «Голубой Дунай» и оценка его техногенного влияния на качество воды в реке Дон [Текст] // В.А. Оберемко, С.А. Куролап, Ю.С. Калашников / Сборник статей по материалам III межвузовской научно-практической конференции «Гигиенические и экологические аспекты профилактики заболеваемости на региональном уровне» - Воронеж: ФГБОУ ВГМУ им. Н.Н. Бурденко, ВГУИТ, 2018. – С. 30-34.

11. Калашников Ю.С. Оценка санитарно-эпидемиологической надежности систем централизованного питьевого водоснабжения территорий бассейна Верхнего Дона [Текст] // Ю.С. Калашников, О.В. Клепиков, Н.П. Мамчик / Санитарный врач. - № 8. – 2018. – С. 71-76.

12. Калашников Ю.С. Эколого-гигиеническая оценка влияния техногенно измененного притока на качество воды в реке Дон вблизи города Воронежа [Текст] // Ю.С. Калашников, О.В. Клепиков, Т.В. Хорпякова / Проблемы региональной экологии. - № 3. - 2018. - С. 62-66.

13. Калашников Ю.С. Гигиенические аспекты водопользования населения бассейна Верхнего Дона [Текст] // Здоровье населения и среда обитания. № 7 (304). – 2018. – С. 31-35.

14. Мамчик Н.П. Проблемные вопросы контроля пестицидов в объектах внешней среды и их вероятного влияния на онкологическую заболеваемость населения [Текст] // Н.П. Мамчик, Н.Ю. Самодурова, А.В. Платунин, Ю.С. Калашников / Санитарный врач. - № 10. - 2018. - С. 32-37.