

УДК 05.04.06

*Поступинский Виктор Александрович
студент, Камчатский государственный технический университет,
Россия, г. Петропавловск-Камчатский*

*Научный руководитель: Миловская Людмила Власовна
доцент, Камчатский государственный технический университет
Россия, г. Петропавловск-Камчатский*

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ В ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВОМ ВОДОПОЛЬЗОВАНИИ КАМЧАТСКОГО КРАЯ

Аннотация: Изучив данную статью, вы ознакомитесь с проблемами в сфере хозяйственно-питьевого водопользования Камчатского края. Одной из важнейших проблем Камчатского края, которой является малоразвитое обеспечение для поддержания качества пресной воды. В статье обсуждаются проблемы и их минимизация, против возникновения и развития чрезвычайных ситуаций, связанных с водопользованием в Камчатском крае. Заключение статьи станет перечень актуальных предложений для более эффективного предотвращения перечисленных проблем в ходе исследований.

Ключевые слова: водопользование, экология, водоснабжение, сточные воды, водные объекты.

*Postupinskiy Victor A.
student, Kamchatka state technical University,
Russia, Petropavlovsk-Kamchatsky*

*Scientific supervisor: Milovskaya Lyudmila V.
associate Professor, Kamchatka state technical University
Russia, Petropavlovsk-Kamchatsky*

ANALYSIS OF PROBLEMS IN THE ECONOMIC AND DRINKING WATER USE OF THE KAMCHATKA TERRITORY

Abstract: After studying this article, you will get acquainted with the problems in the field of economic and drinking water use of the Kamchatka Territory. One of the most important problems of the Kamchatka Territory, which is the underdeveloped provision for maintaining the quality of fresh water. The article discusses the problems and their minimization, against the occurrence and development of emergency situations related to water use in the Kamchatka Territory. The conclusion of the article will be a list of relevant proposals for more effective prevention of these problems in the course of research.

Keywords: water use, ecology, water supply, wastewater, water bodies.

Ресурсы пресной воды являются важным компонентом гидросферы Земли и неотъемлемой частью всех земных экосистем. Среда пресноводных водоёмов характеризуется круговоротом воды, включая наводнения и засухи, чрезвычайные последствия которых в ряде регионов стали более серьезными и трагическими.

Качество воды, являющееся базовой категорией среды обитания человека, служит важнейшим фактором обеспечения его здоровья. Повсеместное ухудшение экологической обстановки, увеличение антропогенной нагрузки на водоисточники, износ гидротехнических сооружений и устаревших коммуникаций, часто являющихся вторичными источниками загрязнения вод, приводят к существенному снижению качества потребляемой воды.

Плохое экологическое состояние рек и морской акватории Камчатки в первую очередь сказывается на истощении биоресурсов. Нерестовые водоемы стремительно теряют свое значение, особенно это касается рек Камчатка и Авача. Последняя потеряла за несколько лет около 42% лососевых нерестилищ. В прилегающих к полуострову морских водах сокращаются промысловые рыбные запасы, уменьшилось число крабов. В целом состояние водных объектов на Камчатке специалисты определяют как «слабозагрязненное», а акватории Авачинской губы как «грязная».

Авачинская бухта окружена крупными населенными пунктами, различными промышленными предприятиями, портами, ТЭЦ; здесь также дислоцируется фактически весь флот, приписанный к Камчатке. В результате такого соседства сточные воды предприятий, судов, коммунального хозяйства оказались в воде. Это основной источник загрязнения водоема.

Помимо этого, огромная куча ржавого металла от списанных кораблей и другие отходы тоже остаются в Авачинской бухте. Реки Авача и Паратунка приносят свои хозяйственные стоки, попадающие в них от всех населенных пунктов, располагающихся на их берегах. Эти стоки просто сбрасываются в реки, не очищаясь. Очистных сооружений недостаточно, а те, что есть, не справляются с объемами грязи — в них стоит устаревшее оборудование, не хватает специалистов.

Как следствие, кислородный режим в водах Авачинской губы изменен, в составе воды много нефтепродуктов, фенола, нитратного азота, фосфора. Район нефтебазы и порта загрязнен просто катастрофически. Нефть не успевает окисляться, потому что ее слишком много и потому, что в холодной воде этот процесс идет медленно. Все это ведет к тому, что большая часть загрязняющих веществ выносится в Авачинский залив.

Обилие фенола крайне вредно для экологии бухты. В данный момент его содержание составляет около 15–18 тонн. Вред фенола в том, что он вмешивается в нормальное течение биологических процессов и ухудшает условия воспроизводства видов морской фауны. К тому же фенол отличается резким неприятным запахом. Биологическое разнообразие Авачинской губы сильно уменьшилось. Сузился растительный пояс побережья, кое-где он вообще исчез. Также исчезли многие виды водорослей, оставшиеся изменились в размере, стали меньше, цикл их жизни также сократился. Сто лет назад здесь было более 150 видов растений, сейчас — гораздо меньше. Поскольку это кормовая база для рыб и морских беспозвоночных, то с сокращением числа растений уменьшается и количество этих животных.

Для обеспечения населения городов и районов Камчатского края питьевой водой используются подземные источники. Прогнозные эксплуатационные ресурсы пресных подземных вод оцениваются в

21495,045 тыс. куб.м/сут., их суточный водоотбор 93,9 тыс. куб.м. В большинстве случаев поверхностные воды имеют неблагоприятный микробиологический признак качества и недостаточно изучены в санитарно-токсикологическом отношении.

В 2020 году население Камчатского края обеспечивалось питьевой водой из 261 источника централизованного водоснабжения, из них с водозаборами из подземных вод — 247 источников (или 94,6%) и только 14 источников (5,3%) составляют поверхностные источники водоснабжения. Вода из 12 поверхностных источников используется без предварительной очистки и обеззараживания.

Воды подземных источников, как правило, пресные, слабоминерализованные с низким содержанием или отсутствием тяжелых металлов. В долинах рек как природные факторы в воде обнаруживаются железо (до 0,5-1,0 мг/л), марганец, азотная группа (Соболевский, Усть-Большерецкий, Мильковский районы). В целом в воде отмечается низкое содержание фтора (в пределах 0,1-0,2 мг/л).

В 2020 году из подземных источников водоснабжения было исследовано 322 проб воды по санитарно-химическим показателям: все пробы соответствовали гигиеническим нормативам. По микробиологическим показателям было исследовано 460 проб воды, из них не соответствовало гигиеническим нормативам 0,23% проб (1 проба).

В 2020 году из 247 подземных источников не отвечали санитарным нормам и правилам 25 источника (10,1%), в том числе 5 источников (2,0%) — из-за отсутствия зон санитарной охраны. При этом следует отметить, что за 2020 год доля подземных источников централизованного питьевого водоснабжения, не имеющих зон санитарной охраны, снизилась до 2,02%.

Поверхностные источники водоснабжения имеются в поселках Озерновский (р. Озерная), с. Паужетка (р. Паужетка), пос. Октябрьский (р. Большая), Шумный, с. Крутоберегово (ручей Безымянный), с. Козыревск Усть-Камчатского района, с. Начики, с. Малки Елизовского района, село Тигиль (р. Тигиль) Тигильского района. Водоподготовка на этих водозаборах осуществляется обеззараживанием путем хлорирования с использованием хлораторных установок.

В качестве источников водоснабжения краевого центра используется 2 поверхностных и 13 подземных водозаборных участков (включая подрусловый водозабор «Авачинский»). Из-за больших перепадов рельефа местности и большой протяженности город делится на семь зон водоснабжения.

Перед подачей в сеть вода подвергается обеззараживанию путем хлорирования. Вода из ручьев Крутоберегово-1 и Крутоберегово-3 в краевом центре подвергается очистке на сооружениях КГУП «Камчатский водоканал». В составе очистных сооружений имеются решетки, отстойники, фильтры; обеззараживание проводится методом хлорирования гипохлоритом натрия, получаемого электролизом из поваренной соли.

В 2020 году состояние источников нецентрализованного водоснабжения осталось прежним, доля источников нецентрализованного водоснабжения, не соответствующих гигиеническим требованиям, составила 26,6% (в основном из-за слабой защищенности водоносных горизонтов от загрязнения с поверхности территорий и отсутствия ЗСО охраны источников).

В 2020 году качество питьевой воды из нецентрализованного водоснабжения (колодцы, каптажи родников) по сравнению с 2019 годом не изменилось: неудовлетворительные пробы по санитарно-химическим и микробиологическим показателям не регистрировались.

Проект санитарно-защитной зоны (СЗЗ) преследует две главные цели. Первая — соблюдение требований российского законодательства в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения. Вторая цель — для проектируемых объектов определить размер будущей «буферной зоны» предприятия, на которой нельзя размещать жилую застройку, рекреационные зоны и другие нормируемые территории, а для действующих — оценить достаточность текущего размера СЗЗ.

Отсутствие СЗЗ вокруг предприятий несет негативные последствия для природы и непосредственно для жилых кварталов.

Обеспечение необходимого санитарного состояния водоемов является важным условием охраны окружающей природной среды. Так в 2020 году удельный вес неудовлетворительных проб воды водоемов второй категории и морей по микробиологическим показателям составил 3,6% и 9,4% соответственно. При этом в пробах обнаруживались завышенное содержание ОКБ, ТКБ, а также патогенные бактерии — энтерококки и сальмонеллы. Кроме того, в 2020 году впервые за последние 3 года отмечается ухудшение состояния водных объектов по паразитологическим показателям: количество неудовлетворительных проб увеличилось до 1,2% (река Авача Елизовский район).

В течении 2020 года ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Камчатском крае» проведено 42 санитарно-эпидемиологические экспертизы нормативов сброса сточных вод юридическими лицами в водные объекты Камчатского края, что на 43% больше, чем в 2019 году (29). Удельный вес экспертных заключений, не соответствующих требованиям санитарного законодательства в 2020 году, составил 65% (27), примерно также как и в 2019 году — 64% (18). Среди несоответствующих выпусков 35,7% выпусков приходится на выпуски в поверхностные водоемы — ручьи, реки, остальные 64,3% — морские выпуски.

В ходе проведения экспертиз были выявлены следующие нарушения санитарного законодательства:

- 100% выпусков не соответствуют санитарным требованиям в части проведения производственного лабораторного контроля за качеством воды используемых водных объектов в местах сброса, а также в контрольных створах, качества сточных вод, сбрасываемых в водные объекты, а именно юридическими лицами при сбросе сточных вод не осуществляются лабораторные исследования по микробиологическим и паразитологическим показателям;
- на 89,3% выпусках не проводятся мероприятия по охране окружающей среды от загрязнения яйцами и личинками гельминтов, цистами (ооцистами) кишечных простейших, в том числе с использованием индустриальных методов дезинвазии (обеззараживания) сточных вод и осадков сточных вод;
- 27,8% морских выпусков не соответствуют по длине глубоководных выпусков.

Проблема очистных сооружений Петропавловск-Камчатского является то, что обрабатывается лишь небольшая часть от общего количества стоков. Это ухудшает экологическую ситуацию и позволяет попадать в окружающую среду различным загрязнителям. Проблема вызвана устаревшими сооружениями и недостатком финансирования, но такая ситуация не во всех городах региона многие очистные сооружения полностью выполняет свою функцию.

Запасы пресной воды представляют собой единый ресурс. Рассчитанное на длительную перспективу освоение мировых ресурсов пресной воды требует целостного подхода к использованию этих ресурсов и признания взаимозависимости между элементами, составляющими запасы пресной воды и определяющими ее качество. Основные проблемы, отрицательно влияющие на качество воды рек и озер, возникают, в зависимости от обстоятельств. Степень воздействия на окружающую среду и здоровье человека поддается измерению, хотя во многих странах методы осуществления такого контроля являются весьма неадекватными или вообще не разработаны. Широко распространено недопонимание взаимосвязей между освоением, управлением, рациональным использованием и очисткой водных ресурсов, и водными экосистемами. Там, где это возможно, исключительно важно осуществлять профилактические меры, с тем чтобы избежать впоследствии дорогостоящих мероприятий по восстановлению, очистке и освоению новых водных ресурсов.

Для предотвращения и контроля негативных последствий на окружающую среду, следует ввести необходимые меры по сохранению качества хозяйственно-питьевого водопользования Камчатского края.

Согласно СанПиН 2.1.5.980-00 «санитарные правила и нормы» в целях охраны водных объектов от загрязнения не допускается:

1. Сбрасывать в водные объекты сточные воды (производственные, хозяйственно-бытовые, поверхностно-ливневые и т. д.), которые:

- могут быть устранены путем организации малоотходных производств, рациональной технологии, максимального использования в системах оборотного и повторного водоснабжения после соответствующей очистки и обеззараживания;

- содержат возбудителей инфекционных заболеваний бактериальной, вирусной и паразитарной природы;
- содержат вещества, для которых не установлены гигиенические ПДК или ОДУ, а также отсутствуют методы их определения;
- содержат чрезвычайно опасные вещества, для которых нормативы установлены с пометкой «отсутствие»;

2. Сточные воды, которые технически невозможно использовать в системах повторного, оборотного водоснабжения в промышленности и для других целей, допускается отводить в водные объекты после очистки в соответствии с требованиями настоящих санитарных правил к санитарной охране водных объектов.

3. Сброс сточных вод с судов допускается после очистки и обеззараживания на судовых установках, разрешенных к эксплуатации органами и учреждениями государственной санитарно-эпидемиологической службы.

4. Сброс, удаление и обезвреживание сточных вод, содержащих радионуклиды, должен осуществляться в соответствии с действующими нормами радиационной безопасности НРБ-99.

5. Проведение строительных, дноуглубительных и взрывных работ, добыча полезных ископаемых и любые другие работы, включая реабилитационные, на водоемах и в зонах санитарной охраны допускаются только при положительном заключении органов.

6. Предоставление отдельных водоемов или их участков в обособленное водопользование для конкретных хозяйственных целей, в т. ч. для производственных нужд и др. производится только вне 1–2 поясов зоны санитарной охраны источников.

В 90-е годы, в связи со спадом производства, экологическая ситуация водопользования Камчатского края немного улучшилась. Однако это означает лишь то, что чудовищная концентрация вредных веществ в ее водах несколько уменьшилась, но по-прежнему остается высокой. Поэтому работа по очищению воды должна вестись активно. Экологи ищут разные пути для стабилизации ситуации. Например, они выявили, что бурые водоросли хорошо инактивируют токсичные вещества. Это подвело к мысли об использовании этих водорослей в процессе очистки. Но главное — это достучаться до людей, отвечающих за промышленные предприятия и общую техническую инфраструктуру Камчатского края. Никакие бурые водоросли не спасут, если промышленное и коммунальное загрязнение будет продолжаться.

Экология Камчатки не относится к благополучным, но пока еще не находится на краю катастрофы. Если природные факторы, влияющие на среду, невозможно предотвратить, то можно хотя бы научиться оптимально преодолевать последствия их воздействия на экосистему. А вот что касается антропогенного фактора, то он полностью зависит от людей, на него можно влиять.

Экологические проблемы Камчатки при умелом и умном подходе могут и должны быть решены.

В первую очередь — это соответствие нормам ПДК для водоснабжения согласно СанПиН 2.1.4.559-96 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения».

Для этого необходимо реконструировать и модернизировать системы очистных сооружений. По расчетной величине, необходимой степени очистки сточных вод и по рекомендациям проектированию очистных сооружений канализации выбирается метод очистки.

Состав и типы очистных сооружений выбираются в зависимости от требуемой степени очистки сточных вод, производительности станции; особенностей состава сточных вод, метода использования осадка, возможности применения оборотной системы водоснабжения; от местных условий — наличия земельных участков, климата, вида грунтов, наличия и уровня грунтовых вод, рельефа местности и т.д.. Кроме того, должна быть обеспечена простота эксплуатации сооружений очистной станции.

В зависимости от принимаемой технологической схемы очистных сооружений допускается применение решеток разных степеней. Если принято решение об использовании барабанных решеток при реконструкции очистных сооружений, то целесообразно механическую очистку сточных вод производить на комбинированных установках (решетки и аэрируемая пескожироловка), совмещающих в себе операции извлечения из сточных вод твердых включений, песка и всплывающих веществ. Песколовки рекомендуются аэрируемые; обезвоживание осадка из песколовки предпочтительнее производить в песковых бункерах как более компактных и экологичных по сравнению с песковыми площадками. Сооружения осветления сточных вод рекомендуется применять на очистных сооружениях производительностью свыше 1000 м³/сут.

При реконструкции очистных сооружений с переходом на современные технологии с удалением азота или азота и фосфора изменяется функция первичных отстойников. Технология удаления азота денитрификацией и фосфора в составе избыточного активного ила требует повышенного содержания в сточной воде легкоокисляемых органических веществ (субстрата). Сооружения для кислого брожения загрязнений, называемые ацидофикаторами, могут быть самостоятельными (в виде емкостей с перемешиванием), либо включенными в объем первичных отстойников.

При разработке схемы очистной станции следует учитывать, что, согласно СНиП 2.04.03-85 при ЭЧЖ более 500 условных жителей, должна осуществляться биологическая очистка от соединений азота. При ЭЧЖ более 5000 условных жителей, должны применяться специальные методы удаления фосфора.

Биологический метод очистки сточных вод от соединений азота основан на процессах нитрификации и денитрификации. Процесс нитрификации представляет собой совокупность реакций биологического окисления аммонийного азота до нитритов и далее до нитратов. В ходе денитрификации происходит окисление органических веществ при восстановлении азота нитратов до свободного азота.

Согласно СНиП 2.04.03-85 обеззараживание сточных вод, сбрасываемых в водные объекты, рекомендуется производить ультрафиолетовым излучением.

В реконструкции сооружений обработки осадка ведущей тенденцией является переход от естественных методов сушки и уплотнения (иловые карты и гравитационные уплотнители) к механическому сгущению и обезвоживанию.

Проблемы состояния водных объектов Камчатского края, непрекращающийся сброс в них неочищенных и необеззараженных сточных вод остается на контроле Управления Роспотребнадзора по Камчатскому краю и Министерства природных ресурсов и экологии Камчатского края.

На сегодняшний день ситуация с реконструкцией очистных сооружений в Камчатском крае движется в лучшую сторону. Примером данного заявления может служить примером реконструкция очистных сооружений в Усть-Камчатске, которые были достроены согласно

источникам 24 марта 2023 года. Еще в 2021 году их состояние желало оставлять лучшего, раньше все сбросы сточных вод осуществлялись прямым сбросом без очистки в реку, что негативно влияло на всю окружающую среду и ее обитателей, и это несмотря на то, что Усть-Камчатск является одним из лидеров рыбной промышленности на Камчатке.

Исходя из этого же примера, можно подойти к еще одной важной проблеме и ее решения — отсутствие зон санитарной защиты и расположение комплекса инженерных устройств (КОС).

Выбор площадки для размещения очистных сооружений должен производиться в увязке с проектом планировки и застройки объекта канализования, а при наличии схемы районной планировки – в увязке с этой схемой. Во всех случаях должны быть учтены условия водо-, газо-, тепло- и электроснабжения проектируемой станции и условия обеспечения ее транспортными путями. Как правило, площадку располагают с подветренной стороны господствующих ветров по отношению к жилой застройке и ниже ее по течению реки. Желательно, чтобы площадка имела уклон, обеспечивающий самотечное движение сточной воды по очистным сооружениям; она не должна затапливаться в паводки. Грунты площадки должны допускать строительство сооружений без устройства дорогостоящих оснований; желательно, чтобы уровень грунтовых вод был ниже фундаментов сооружений. Площадка для очистных сооружений и место выпуска очищенных сточных вод в водоем должны быть согласованы с органами Государственного санитарного надзора и утверждены местным Советом депутатов трудящихся.

Очистную станции необходимо располагать возможно ближе к объекту канализования, чтобы уменьшить длину отводящего коллектора и его стоимость. При этом руководствуются нормами, определяющими ширину

СЗЗ между очистными сооружениями и границами жилых кварталов. Необходимая ширина СЗЗ зависит от метода очистки сточных вод и производительности станций. Она может колебаться от 0,2 до 1 км и более. Санитарные разрывы для очистной станции с производительностью свыше 500 тыс. м³/сут и степень очистки устанавливаются по согласованию с органами Государственного санитарного надзора.

Размеры санитарно-защитных зон для канализационных очистных сооружений следует применять по таблице 1.

Таблица 1 — Санитарно-защитные зоны для канализационных очистных сооружений

Сооружения для очистки сточных вод	Расстояние в м при расчетной производительности очистных сооружений в тыс. куб.м/сутки			
	до 0,2	более 0,2 до 5,0	более 5,0 до 50,0	более 50,0 до 280
Насосные станции и аварийно-регулирующие резервуары, локальные очистные сооружения	15	20	20	30
Сооружения для механической и биологической очистки с иловыми площадками для сброженных осадков, а также иловые площадки	150	200	400	500
Сооружения для механической и биологической очистки с термомеханической обработкой осадка в закрытых помещениях	100	150	300	400
Поля:				
а) фильтрации	200	300	500	1000
б) орошения	150	200	400	1000
Биологические пруды	200	200	300	300

Прямым примером в необходимости правильно установленных СЗЗ могут являться показатели проб отобранной воды в Авачинской бухте в табл. 2.

Таблица 2 — отбор проб воды на 01.02.2023

№	Водный объект	t, С	pH	ORP	TDS
1	Авачинская бухта с центрального берега	10,9	8,2	138	3820
2	Авачинская бухта между сопкой и мех. заводом	7,2	7,5	27	967

Пробы вод под № 1 и № 2 собраны с одного источника, но их показатели, указанные в таблице 2 заметно отличаются. Это объяснимо тем, что проба воды № 2 была взята вблизи предприятий с выбрасываемыми водами в бухту, вследствие чего ее показатели заметно снизились за счет физико-химических процессов, а конкретнее ионного обмена, а конкретнее:

- pH — водородный показатель, характеризующий активность ионов водорода в растворах, воде, пищевой продукции и сырье, объектах окружающей среды и производственных системах непрерывного контроля технологических процессов.
- ORP — это показатели окислительно-восстановительного потенциала. Окислительно-восстановительные реакции — это основа жизнедеятельности любого живого организма.
- TDS – англ. total dissolved salts (общее солесодержание). Показатели TDS отлично подходит для оценки чистоты питьевой воды и проверки эффективности работы фильтрующих элементов водоочистительных систем.

Для реализации всех необходимых условий и вышеперечисленных пунктов и условий для сохранений качества хозяйственно-питьевого водопользовании Камчатского края, необходимо иметь достаточное и финансирование, но куда более важно действовать, и соответствовать регламенту водохозяйственного природопользования.

В заключении данной статьи основываясь на данных исследованиях, были выявлены более известные актуальные проблемы в хозяйственно-питьевом водопользовании Камчатского края, а конкретнее:

- Несоответствие санитарным нормам источников забора воды;
- Отсутствие санитарно-защитных зон вокруг предприятий;
- Изношенные, устаревшие или вовсе отсутствующие системы очистки воды;

По мере выявления проблем, был предложен так же ряд их решения для сохранения качества хозяйственно-питьевого водопользования Камчатки:

- Следовать указаниям необходимых СанПиН;
- Создание санитарно-защитных зон вокруг предприятий;
- Реконструкция устаревших водоочистных сооружений;

По результатам выполненных исследований предложен алгоритм реализации системного подхода к обеспечению гигиенической безопасности рекреационного и питьевого водопользования населения, оценена эффективность реализованных решений.

Приведенный выше перечень актуальных предложений следует рассматривать как один из более эффективных и возможных вариантов для его реализации.

Список литературы:

1. Жерелина, И. В. Устойчивое водопользование: содержание понятия, базовые концепции / И. В. Жерелина. — Текст: непосредственный // Механизм регулирования экономики. — 2008. — № 3, Т. 1. — С. 206–223;
2. Дмитриев В. Д., Краснова С. Н. Учет геолого-экологических особенностей строения центральной части Петропавловска-Камчатского для рационального хозяйственного освоения и благополучия горожан // Региональные проблемы развития Дальнего Востока: тез. докл. Всерос. науч.-практ. конф., 6–7 дек. 2017 г. Петропавловск-Камчатский, 2017. — С. 105–108;
3. Доклад «О состоянии окружающей среды в Камчатском крае в 2021 году». Мин. природн. ресурс. эколог. Камчатского края. Петропавловск-Камчатский, 2022 — 405 с;
4. Липшиц, Д. А. Гигиеническое обоснование совершенствования оценки качества питьевой воды в организации санитарного надзора за питьевым водоснабжением территории: автореф. дис. — Н. Новгород, 2012 — С. 23–25;
5. СанПиН 2.1.4.1110-02 «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения»;
6. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов»;
7. Железняков Г.В Гидротехнические сооружения — М.: Стройиздат, 1983 — С. 89–124;
8. Водный кодекс Российской Федерации. Собрание законодательства Российской Федерации, 2006;
9. Смирнов Г.Н. Гидрология и гидротехнические сооружения — М.: Высшая школа, 1988. — С. 132–135;

10. СанПиН 2.1.5.980-00 «санитарные правила и нормы»;
11. СанПиН 2.1.4.559-96 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения»;
12. Николадзе Г.И., Сомов М.А. Водоснабжение. — М.: Стройиздат, 2001. — С. 12–16;
13. Николадзе Г.И. Технология очистки природных вод: Учеб. для вузов. — М.: Высшая школа — 1987. — 479 с.;
14. Адельшин А.Б., Селюгин А.С., Бусарев А.В., Урмитова Н.С., Муратова Н.А. Расчет сооружений механической очистки сточных вод населенных пунктов: учебное пособие. — Казань: КГАСУ, 2010. — 57 с.;
15. Адельшин А.Б., Урмитова Н.С., Селюгин А.С., Бусарев А.В., Муратова Н.А. Расчет и проектирование производственно-бытовой водоотводящей сети: учебное пособие. — Казань: КГАСУ, 2010. — 70 с.;
16. СНиП 2.04.03-85 «Канализация. Наружные сети и сооружения»;
17. Адельшин А.Б., Селюгин А.С., Бусарев А.В., Урмитова Н.С., Хисамеева Л.Р. Расчет сооружений биологической очистки сточных вод населенных пунктов: учебное пособие. — Казань: КГАСУ, 2011. — 93 с.;
18. Москвитин Б.А. и др. Оборудование водопроводных и канализационных сооружений: Учеб. для вузов/ Москвитин Б.А., Мирончик Г.М., Москвитин А.С. — М.: Стройиздат, 1984. — 192 с.;
19. Пурас Г.Н., Пономаренко М.И., Иванова М.Т. и др. Системы водоснабжения и водоотведения сельских поселений. Водоснабжение/ Справочное пособие. Часть II. Гидравлический расчет водопроводных труб — Новочеркасск, НГМА. 2003. — С. 79–84;
20. Нарыков, В. И. Гигиена водоснабжения: учеб. пособие / В. И. Нарыков, Ю. В. Лизунов, М. А. Бокарев. — СПб, 2011. — С. 115–116;