

УДК 628.1:351.862.2

**Д. О. Игнаткина^а, А. А. Войтюк^б, О. С. Власова^а, В. И. Чурикова^а, С. И. Голубева^а,
Л. И. Хорзова^а**

^а *Волгоградский государственный технический университет*

^б *ООО «Р-Строй»*

ОПЫТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

К основным причинам возникновения чрезвычайных ситуаций можно отнести не только антропогенные факторы, но и природные катастрофы: наводнения, землетрясения и ураганы. Эти события могут существенным образом повлиять на безопасность жизнедеятельности людей. Снижение негативных последствий от перечисленных факторов должно основываться на постоянном мониторинге состояния систем водоснабжения и оперативном реагировании на угрозы такого рода. В статье освещены эффективные инженерно-технические решения, направленные на минимизацию рисков, возникших в результате чрезвычайных ситуаций. Анализируются и приводятся принципиальные схемы водоснабжения защитных сооружений гражданской обороны, а также рассматриваются альтернативные варианты запаса питьевой воды. Даются рекомендации по правильной организации системы водоснабжения и хранения питьевой воды в убежищах при их возведении или реконструкции.

Ключевые слова: защитные сооружения гражданской обороны, системы водоснабжения, средства комплексной защиты населения, источники водоснабжения, резервные системы водоснабжения.

Системы и источники водоснабжения подвержены самым разнообразным видам загрязнения, которые могут попадать в водную среду из атмосферы и почвы, в данных средах распространяется химическое, биологическое, а также радиационное заражение. Современные технологии мониторинга, такие как автоматизированные системы анализа и дистанционное наблюдение, позволяют вовремя выявлять превышение содержания различных загрязняющих веществ и незамедлительно реагировать при возникновении ситуаций, носящих чрезвычайный характер [1].

Цель данного исследования — изучение способов повышения уровня коллективной защиты населения как от антропогенного воздействия (военных действий и преднамеренных террористических атак), так и от природных катастроф (наводнений, землетрясений, ураганов и др.).

В настоящее время решение обозначенных выше проблем является актуальной задачей и требует инженерно-технического подхода, предусматривающего разработку рекомендаций для практического применения с целью снижения негативного влияния на работу систем водоснабжения и дающих возможность обеспечения объектов и пострадавшего населения в чрезвычайных ситуациях (ЧС) необходимым запасом чистой воды [2, 3].

В каждой определенной ЧС перечень мероприятий, способствующих нормализации работы системы, а также предусматривающих обеспечение водоснабжением людей, должен быть адаптирован к специфическим условиям и включать в себя [4, 5]:

- координацию действий между различными службами и организациями, ответственными за водоснабжение, для обеспечения быстрого реагирования

и эффективного выполнения мероприятий по восстановлению водоснабжения в зоне бедствия;

- обучение населения методам безопасного хранения и использования воды, а также информирование о возможных рисках и необходимых мерах предосторожности при получении воды из нецентрализованных источников;
- внедрение инновационных технологий, таких как мобильные установки для очистки воды, что позволит сократить время на подготовку доступа к чистой воде и повысить ее качество;
- мониторинг и оценку состояния водоемов и водных ресурсов в пострадавшем районе для предотвращения возможного ухудшения водоснабжения в долгосрочной перспективе, а также разработку рекомендаций по рациональному использованию воды в условиях ЧС.

Однако следует отметить, что одним из самых эффективных и высоконадежных методов коллективной защиты населения от аварийного воздействия техногенного характера (выбросы химически опасных или радиоактивных веществ), стихийных бедствий (ураганов, смерчей), а также в случаях возникновения опасности применения обычных видов вооружения и современных средств массового поражения являются защитные сооружения гражданской обороны (ЗСГО) [6]. ЗСГО, в свою очередь, в зависимости от защитных свойств подразделяются на встроенные или отдельно стоящие убежища (рис. 1, а, б); противорадиационные укрытия (рис. 1, в); простейшие укрытия (рис. 1, г).

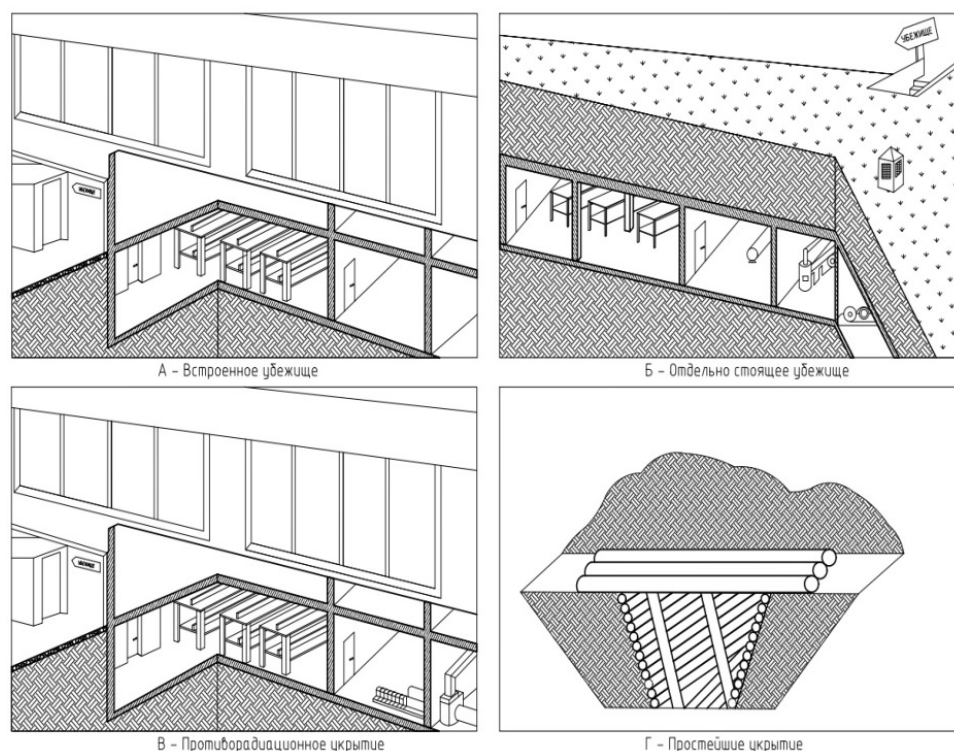


Рис. 1. Виды ЗСГО

Задачей убежищ является защита укрываемых от расчетного воздействия таких поражающих факторов как обычные средства поражения фугасного или осколочного типа действия, ядерного оружия, химических отравляющих веществ, бактериологического оружия, продуктов горения, высоких температур при пожарах, природных катаклизмов [7—9].

Основной функцией противорадиационных укрытий является защита населения от последствий применения ядерного оружия: ударной волны, светового излучения, обломков разрушающихся зданий, ионизирующего излучения и радиоактивной пыли.

Наиболее простые ЗСГО называются укрытиями, их задачей является защита укрываемых от фугасного воздействия и осколков боеприпасов, также они способны выдержать нагрузки, вызванные обломками разрушенных строительных конструкций¹ [10].

Основные требования к ЗСГО, а также нормы их возведения закреплены в СП 88.13330.2014 и СП 165.1325800.2014², согласно которым они классифицируются по разновидностям (рис. 2). Убежища должны обеспечивать соответствующие условия для нахождения определенного количества человек на протяжении нескольких суток. Для этого они возводятся из высокопрочных ограждающих конструкций, имеют высокую герметичность и надежную систему вентиляции. В случае блокировки входа предусматривается аварийный выход. В плане инженерно-технического обеспечения обязательным требованием является наличие следующих систем: автономных источников электропитания; водоснабжения и канализации; отопления и вентиляции; связи [11—13].

Далее на примере систем водоснабжения рассмотрим различные варианты эффективного обеспечения водой пострадавшего в ЧС населения, базирующихся на специальном инженерно-техническом оснащении ЗСГО, которое предусматривает, что водопроводная сеть подводится ко всем убежищам от сети водоснабжения из расчета часового расхода воды 2 л/ч и суточного 25 л/сут на одного укрываемого. Принципиальная схема водоснабжения убежища представлена на рис. 3. При ее повреждении создается резервный запас воды из расчета не менее 3 л/сут на 1 чел. Альтернативным вариантом может выступать автономный источник водоснабжения в виде артезианской скважины³ [14].

¹ ГОСТ Р 42.4.03—2022. Гражданская оборона. Защитные сооружения гражданской обороны. Классификация. Общие технические требования. М. : Стандартинформ, 2022. С. 6.

² СП 88.13330.2014. Свод правил. Защитные сооружения гражданской обороны. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200111826?ysclid=mf26lf7pwn935120531>.

СП 165.1325800.2014. Свод правил. Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне. Актуализированная редакция СНиП 2.01.51—90. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200118578>.

³ О внесении изменений в порядок создания убежищ и иных объектов гражданской обороны. Постановление Правительства РФ от 18.07.2015 № 737. Ст. 4608. URL: <https://base.garant.ru/71143842/?ysclid=mf24twqwk756481524>.

По защищенности		По вместимости	По месту расположения	По вертикальной посадке	По времени воздействия и этажности	По сроку функционирования
защита от давления во фронте ударной волны	степень ослабления внешнего радиоактивного излучения					
→ 500 кПа и более	→ более чем в 5000 раз	→ малые до 150 чел.	→ отдельно стоящие (расположенные на свободных от застройки участках)	→ возвышающиеся (отметка уровня пола сооружения колеблется от 0 до 1,5 м от уровня планировочной отметки земли)	→ быстровозводимые (БВУ)	→ в течение пяти суток (убежища, располагаемые на объектах использования атомной энергии, в том числе АЭС)
→ 300 кПа	→ в 3000 раз	→ средние – 150 – 600 чел.	→ встроенные (расположенные в подвальных, цокольных и первых этажах зданий)	→ полузаглубленные (отметка уровня пола сооружения находится не менее чем 1,5 м ниже уровня планировочной отметки земли)	→ возводимые заблаговременно	
→ 200 кПа	→ в 2000 раз	→ большие – свыше 600 чел.	→ расположенные в подземных горных выработках, естественных пещерах и подземных полостях	→ заглубленные (отметка покрытия сооружения находится на уровне или ниже планировочной отметки земли)	→ одноэтажные	→ в течение двух суток (все остальные убежища)
→ 100 кПа	→ в 1000 раз			→ подземные (для сооружений метрополитена глубокого заложения)	→ многоэтажные	

Рис. 2. Классификация убежищ

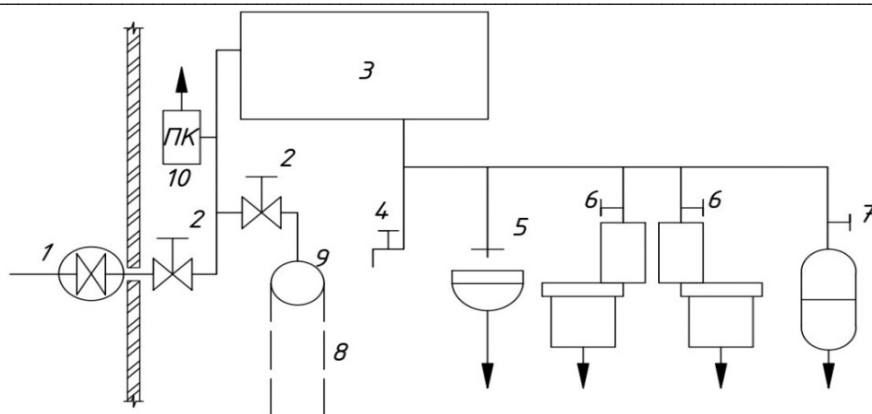


Рис. 3. Принципиальная схема водоснабжения убежищ:
 1 — ввод от внешней сети; 2 — вентиль (задвижка); 3 — бак аварийного запаса воды;
 4 — водоразборный кран; 5 — умывальник; 6 — смывной бачок; 7 — писсуар;
 8 — шахтный или трубчатый колодец; 9 — ручной насос; 10 — пожарный кран

Схема водоснабжения убежищ без дизельной электрической станции (ДЭС) и воздухоохлаждающих установок приведена на рис. 4, с ДЭС и воздухоохлаждающими установками — на рис. 5.

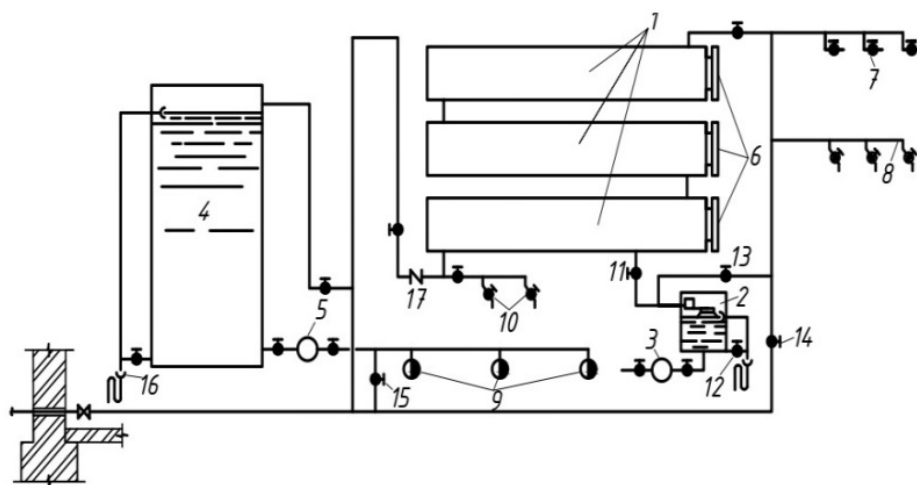


Рис. 4. Схема водоснабжения убежищ при отсутствии ДЭС и воздухоохлаждающих установок и вертикальном расположении аварийных резервуаров питьевой воды:
 1 — проточные резервуары питьевой воды; 2 — бак разрыва струи; 3 — насос подачи воды на уплотнение и промывку сальников канализационных насосов; 4 — резервуар пожарного запаса воды, 4,5 м³; 5 — пожарный насос; 6 — указатели уровня; 7 — подводка к смывным бачкам; 8 — подводка к умывальникам; 9 — пожарные краны; 10 — краны для наполнения питьевых бачков и фляг; 11, 12 — вентили опорожнения для 1 и 2; 13 — вентиль подачи воды в 2 при работе насоса 3; 14 — вентиль подачи воды к приборам при отключении резервуаров 1 от сети (постоянно закрыт); 15 — вентиль отключения пожарных кранов от наружной сети; 16 — воронка разрыва струи; 17 — обратный клапан. При отсутствии внешней станции перекачки бак разрыва струи 2 и насос 3 не устанавливаются; в убежищах вместимостью меньше 600 чел. резервуар 4, насос 5 не устанавливаются, запасные емкости воды для охлаждения не предусмотрены

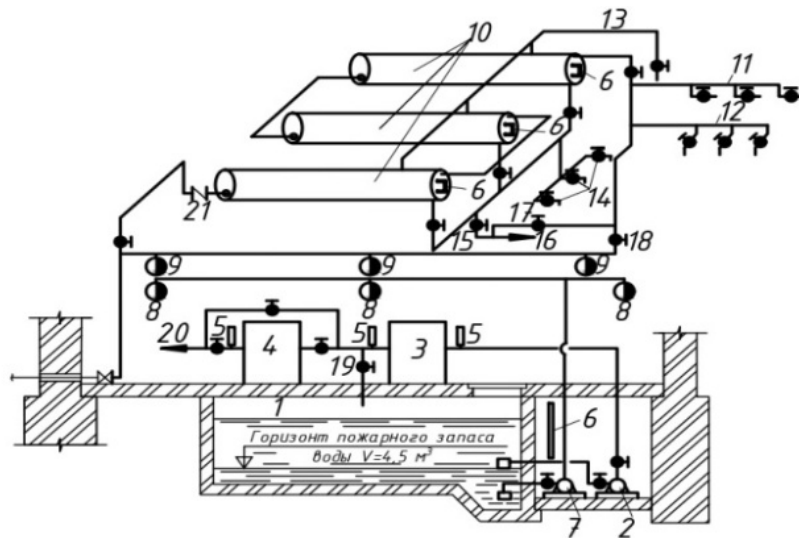


Рис. 5. Схема водоснабжения убежищ при наличии ДЭС и воздухоохладяющих установок с горизонтальным расположением аварийных резервуаров питьевой воды:

- 1 — запасной резервуар для воздухоохладяющих установок и ДЭС;
- 2 — насос воздухоохладяющих установок; 3 — воздухоохладяющая установка убежища;
- 4 — воздухоохладяющая установка помещения ДЭС; 5 — термометры; 6 — указатели уровня;
- 7 — пожарный насос; 8 — пожарные краны, используемые при аварийном состоянии наружного водопровода; 9 — пожарные краны на сети хозяйственно-питьевого водопровода;
- 10 — проточные резервуары питьевой воды; 11 — подводка к смывным бачкам;
- 12 — подводка к умывальникам; 13 — воздушная труба; 14 — краны для наполнения питьевых баков; 15 — вентиль опорожнения резервуаров; 16 — труба к баку разрыва струи;
- 17 — вентиль для подачи воды подачи воды на уплотнение и промывку сальников канализационных насосов; 18 — вентиль для подачи воды к приборам при отключении резервуаров 10 от сети (постоянно закрыт); 19 — вентиль для возврата охлаждающей воды в резервуар (при работе воздухоохладяющей установки убежища по замкнутому циклу);
- 20 — труба для подачи воды на охлаждение внутреннего контура дизеля или на выброс;
- 21 — обратный клапан. Бак разрыва струи и насос подачи воды на уплотнение и промывку сальников канализационных насосов на схеме не показаны

На случай повреждения водопроводной сети создается резервный запас воды из расчета не менее 3 л/сут на 1 чел. Резервуары для запаса питьевой воды играют критически важную роль в обеспечении безопасности и здоровья населения, особенно в условиях ЧС. Эти емкости должны быть оснащены датчиками, которые позволяют контролировать уровень воды, а также иметь люки для проведения регулярной очистки и окраски внутренних поверхностей, что предотвращает загрязнение воды и продлевает срок службы резервуаров. В качестве емкостей для хранения воды чаще всего используются напорные баки, которые изготавливаются из нержавеющей стали. Эти баки могут быть подвешены на кронштейнах к перекрытиям или установлены вертикально на подготовленном основании (рис. 6). Они предназначены для работы при давлении в водопроводной сети до 3 кгс/см², что обеспечивает надежность и долговечность конструкции. При установке нескольких баков в одном убежище их соединяют последовательно, что обеспечивает проточность воды через все емкости и предотвращает застой. Это важно для поддержания качества воды и предотвращения ее загрязнения. Кроме напорных

баков для хранения воды можно использовать вертикально устанавливаемые безнапорные баки прямоугольного сечения. Эти емкости требуют насосной установки для водозабора, обеспечивающей подачу воды из источника в резервуары запаса воды, что позволяет снизить количество запусков насоса т. к. вода расходуется из накопительного запаса. Безнапорные баки в мирное время, как правило, не заполняют, чтобы избежать риска загрязнения [12, 14].

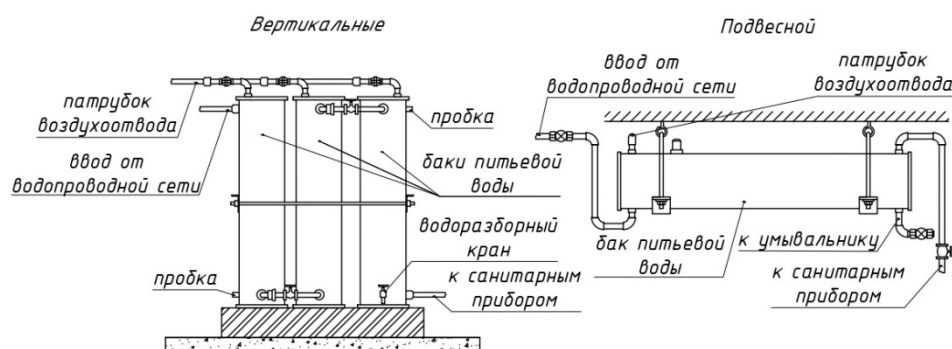


Рис. 6. Баки аварийного запаса воды

Водоснабжение убежищ может также осуществляться через защищенные водозаборные скважины. Одна такая скважина может обслуживать несколько убежищ и даже ближайшие предприятия в мирное время, что делает систему более эффективной и экономически целесообразной. Если система водоснабжения убежища подключена к защищенной водозаборной скважине, необходимость в стационарных баках для аварийного запаса воды отпадает. Однако в этом случае требуется автономный источник электроснабжения для обеспечения работы насосов, которые подают воду из скважины. Это особенно актуально в условиях возможного отключения электричества. В ситуациях, когда уровень грунтовых вод высок, неглубокие шахтные или трубчатые колодцы могут служить аварийным источником водоснабжения. Использование воды из таких колодцев разрешается только после проверки на соответствие действующим санитарным нормам⁴, проводимой санитарно-эпидемиологической службой.

⁴ СП 31.13330.2012. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200093820>.

СанПиН 1.2.3685—21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115>.

СанПиН 2.1.3684—21. Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573536177>.

МДК 3-02.2001. Правила технической эксплуатации систем и сооружений коммунального водоснабжения и канализации. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200025707>.

Правила безопасности производств хлора и хлорсодержащих сред. URL: <https://docs.cntd.ru/document/573191706?ysclid=mf2bdyh1qg752543608>.

Несмотря на меры предосторожности качество воды, хранящейся в баках запаса, подвержено значительным изменениям, которые зависят от множества факторов. Нельзя сказать, что существует универсальный срок годности, поскольку влияние времени на свойства воды тесно связано с изменением исходного качества воды, состояния резервуара и условий его эксплуатации [15, 16]. В первые 24 ч можно наблюдать относительную стабильность, но по истечению этого периода начинаются существенные изменения. Ключевую роль здесь играет размножение микроорганизмов, которые могут присутствовать в воде изначально, несмотря на предварительное обеззараживание, либо попасть в нее из системы водоснабжения, через окружающую среду (негерметичные элементы) или воздух. Особенно значимо влияние материала бака, в частности, его лакокрасочное покрытие. Материал содержит органические компоненты, которые подвержены процессам деструкции и деполимеризации — разрушению структуры с образованием новых, часто токсичных, веществ. Они поступают в воду и действуют как питательная среда для микроорганизмов, стимулируя их активное размножение и выделение продуктов метаболизма, результатом чего является образование биопленки и ее отличительным слизистым налетом на стенках емкости [17, 18]. Биопленка не только ухудшает органолептические свойства воды, придавая ей неприятный запах и привкус, но и способствует дальнейшему загрязнению. Важным фактором, влияющим на скорость изменения свойств воды, является объем емкости. Экспериментально установлено, что в малых емкостях влияние материала резервуара на воду более существенно [19]. Чем меньше объем, тем больше поверхность соприкосновения воды с материалом емкости, и тем интенсивнее происходит вымывание органических веществ и размножение микроорганизмов.

В рамках решения задачи, поставленной в исследовании, разработана трехступенчатая схема очистки воды из баков запаса (рис. 7).

Первым этапом является очистка воды с помощью сорбционного фильтра с угольной загрузкой. На данной стадии осуществляются удаление мелких примесей и улучшение органолептических характеристик исходной воды. Следующим этапом является ультрафиолетовое обеззараживание, которое предназначено для уничтожения бактерий, микроорганизмов и вирусов. Завершающим этапом является процесс обратного осмоса, в результате которого вода достигает питьевых стандартов. После процесса обратного осмоса очищенная вода проходит через финальную стадию минерализации. Этот этап важен для восстановления вкуса воды и обеспечения ее полезными для организма свойствами.

Важно отметить, что наличие системы очистки и фильтрации воды, а также регулярные проверки качества воды являются обязательными мерами для обеспечения безопасности потребляемой жидкости. В современных условиях также стоит рассмотреть возможность использования технологий сорбционной обработки или обратного осмоса, которые могут значительно повысить уровень очистки и сделать воду безопасной для питья даже в экстренных ситуациях [20—23].

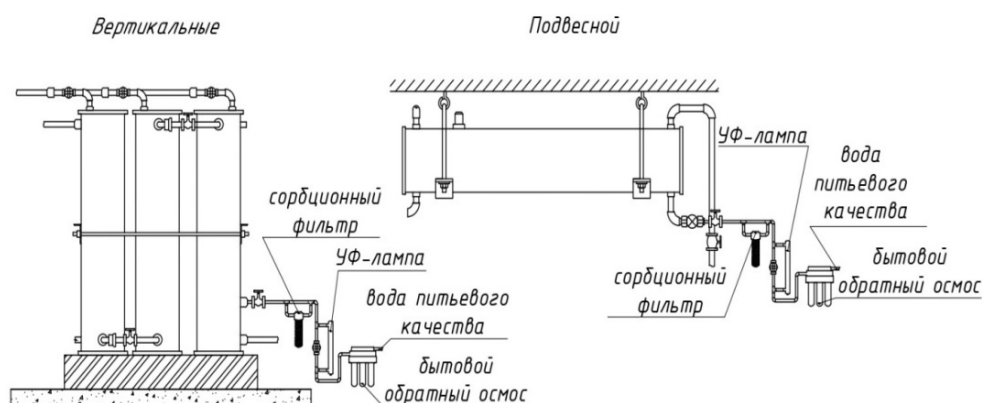


Рис. 7. Схема трехступенчатой очистки воды из баков аварийного запаса

Заключение

Организация системы водоснабжения и хранения питьевой воды в ЗСГО представляет собой важную задачу, которая выходит за рамки простого технического обеспечения. Это вопрос, напрямую касающийся здоровья и безопасности людей, оказавшихся в условиях ЧС. В таких обстоятельствах наличие качественной питьевой воды становится одной из ключевых проблем, требующих немедленного решения. Обеспечение населения, пострадавшего в результате стихийных бедствий или других кризисных ситуаций, чистой и безопасной водой должно происходить на основании заранее продуманных и разработанных планов. Эти планы должны включать внедрение эффективных инженерно-технических решений, которые смогут обеспечить надежность и доступность водоснабжения в самые критические моменты. Для того чтобы системы водоснабжения функционировали на высоком уровне, необходимо постоянно работать над их совершенствованием и модернизацией. Это подразумевает в т. ч. регулярные проверки оборудования, обновление устаревших технологий, внедрение инновационных подходов к управлению ресурсами. Кроме того, важно обучать персонал, ответственный за эксплуатацию этих систем, чтобы он мог быстро реагировать на любые непредвиденные ситуации. Создание эффективной системы водоснабжения в ЗСГО требует комплексного подхода, который учитывает и технические аспекты, и человеческий фактор, что в конечном итоге позволит сохранить здоровье и жизнь людей в условиях кризиса.

Комплексный подход к очистке воды в системе водоснабжения ЗСГО, включающий сорбцию, ультрафиолетовое обеззараживание, обратный осмос и минерализацию, обеспечивает получение воды высшего качества, соответствующей всем современным требованиям и стандартам. Разработанная схема может быть взята за основу для снижения негативного влияния на работу систем водоснабжения защитных сооружений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Qin G., Liu J., Xu S., Sun Y. Pollution Source Apportionment and Water Quality Risk Evaluation of a Drinking Water Reservoir during Flood Seasons // Int. J. Environ. Res. Public Health. 2021. Vol. 18. Iss. 4. Art. 1873. DOI: 10.3390/ijerph18041873. PMID: 33671903.

2. Кочетков К. Е., Котляревский В. А., Забегаев А. В. Аварии и катастрофы. Предупреждение и ликвидация последствий. Т. 3. М. : Изд. Ассоциация ВУЗов, 1995. 203 с.
3. Есмагамбетов Т. У., Богатырев И. Т., Попов Г. Н., Шикунская О. М. Функциональная модель процессов экстренного реагирования при пожаре (взрыве) на поверхностных объектах (стволах, обогатительных фабриках, разрезах) // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2018. № 4(26). С. 39—48.
4. Особенности проектирования внутренних систем водоснабжения уникальных высотных и большепролетных зданий / Д. О. Игнаткина, А. А. Войтюк, А. А. Геращенко, А. П. Поздняков, С. Ю. Жумаев, Д. А. Жиборкин // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2024. Вып. 4(97). С. 176—187.
5. Chang C. L., Yu Z. E. Application of water quality model to analyze pollution hotspots and the impact on reservoir eutrophication // Environ Monit Assess. 2020. Vol. 192. Iss. 8. P. 495. DOI: 10.1007/s10661-020-08463-3. PMID: 32642961.
6. Opportunities for natural infrastructure to improve urban water security in Latin America / B. Tellman, R. I. McDonald, J. H. Goldstein, A. L. Vogl, M. Flörke, D. Shemie, R. Dudley, R. Dryden, P. Petry, N. Karres, K. Vigerstol, B. Lehner, F. Veiga // PLoS One. 2018. Vol. 13. Iss. 12. Art. e0209470. DOI: 10.1371/journal.pone.0209470. eCollection 2018. PMID: 30576371.
7. Assessment of Drinking Water Sources for Water Quality, Human Health Risks, and Pollution Sources: A Case Study of the District Bajaur, Pakistan / M. H. Khan, M. Nafees, N. Muhammad, U. Ullah, R. Hussain, M. Bilal // Arch Environ Contam Toxicol. 2021. Vol. 80. Iss. 1. Pp. 41—54. DOI: 10.1007/s00244-020-00801-3. Epub 2021 Jan 2. PMID: 33386942.
8. Critical source areas' identification for non-point source pollution related to nitrogen and phosphorus in an agricultural watershed based on SWAT model / D. Chang, Z. Lai, S. Li, D. Li, J. Zhou // Environ Sci Pollut Res Int. 2021 Vol. 28. Iss. 34. Pp. 47162—47181. DOI: 10.1007/s11356-021-13973-9.
9. Способы и средства инженерного обеспечения ликвидации чрезвычайных ситуаций. Т. 1 / Г. П. Саков, М. П. Цивилев, И. С. Поляков, В. Н. Сюрсин, М. М. Дзыбов, С. С. Волоков, В. И. Семигласов, В. П. Шупачкин, В. С. Гаваза, В. А. Дьяченко, М. Ф. Касаткин, М. А. Козлов, Я. Ф. Коломиец, В. И. Ларионов, В. А. Малышев, А. П. Платонов, С. Е. Попов, В. А. Пучков, А. И. Овсяник, М. А. Шахрамьян, Е. И. Стаценко, В. Д. Ткачев, В. И. Ткаченко, М. В. Фирсов, В. В. Чалов, С. Г. Черкасов, А. Г. Чириков, В. А. Акатьев, И. В. Сосунов. М. : Папирус, 1998. С. 393.
10. Ластовкин В. Ф., Козлов А. П., Забелин В. А. Защитные сооружения гражданской обороны. Н. Новгород : ННГАСУ, 2020. С. 9—12.
11. Геращенко А. А., Игнаткина Д. О., Ханова Е. Л., Потоловский Р. В. Основы водоснабжения и водоотведения. Волгоград : Изд-во ВолгГТУ, 2023. 120 с.
12. Коробков В. А., Баева Н. М., Костромина Л. И., Авдеев К. В. Руководство по проектированию и расчету защитных сооружений гражданской обороны. М. : ЦНИИ промзданий, 2003. 131 с.
13. Руководство по проектированию инженерно-технического оборудования убежищ гражданской обороны / Г. П. Ануфриева, В. К. Беляков, М. Д. Боданский, Э. С. Бревдо, В. Д. Бычков, Н. Н. Волчанинов, М. И. Гомова, В. С. Гусев, Л. А. Зайцева, С. А. Клюев, П. С. Лешутин, Б. И. Никонов, А. К. Пахомова, Б. С. Петров, Г. Б. Салищев, Н. Н. Сидоров, Л. М. Соколинская, Н. В. Шаталов, С. Г. Шестаков, В. Г. Яровой, А. В. Яроцкий. М. : Стройиздат, 1974. 168 с.
14. Тонких Г. П., Посохов Н. Н., Бузин Р. А., Халимова А. С. Руководство по проектированию новых и приспособлению существующих зданий и сооружений под укрытия. М. : ЦНИИ промзданий, 2017. 218 с.
15. Системный подход к выбору и внедрению современных технологий интенсификации работы водопроводных очистных сооружений / Д. О. Игнаткина, А. А. Геращенко, А. А. Войтюк, Р. В. Потоловский, А. В. Дорочинская, М. В. Тарасов // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2024. Вып. 4(97). С. 188—198.
16. Бреус С. А., Скрябин А. Ю., Фесенко Л. Н. Разработка технологии очистки природной воды для питьевых целей на период чрезвычайных ситуаций: производство активного хлора электролизом воды // Инженерный вестник Дона. 2016. № 2. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n2y2016/3655.

17. *Van der Bruggen B.* Sustainable implementation of innovative technologies for water purification // *Nat. Rev. Chem.* 2021. Vol. 5. Pp. 217—218. URL: <https://www.nature.com/articles/s41570-021-00264-7>.

18. *Suzenet G., Tal A., Boymans D.* Sustainable water management for the city: Technologies for improving domestic water supply // *Built Environ.* 2002. Vol. 28. Pp. 138—151 URL: <https://www.researchgate.net/publication/260099495>.

19. *Ignatkina D. O., Moskvicheva E. V., Voytyuk A. A.* Composite Sorbent Filter Material on the Basis of Man-Caused and Minerals // *Materials Science Forum*. 2019. Vol. 945. Pp. 983—987. DOI: 10.4028/www.scientific.net/MSF.945.

20. Обоснование эффективности использования природного фильтрующего материала ОДМ-2Ф в водоподготовке / С. И. Игнатенко, С. А. Бреус, А. Ю. Скрябин, С. С. Богданов, К. С. Тер-Матюсова // *Инженерный вестник Дона*. 2016. № 3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2016/3682.

21. *Авчинников А. В.* Гигиеническая оценка современных способов обеззараживания питьевой воды (обзор) // *Гигиена и санитария*. 2001. № 2. С. 11—20.

22. *Игнаткина Д. О., Москвичева А. В., Войтюк А. А., Салеева В. И.* Математический анализ экспериментальных закономерностей процесса сорбционной доочистки сточных вод с использованием гранулированного композитного сорбента // *Инженерно-строительный вестник Прикаспия*. 2020. № 3(33). С. 47—52.

23. *Игнаткина Д. О., Войтюк А. А., Геращенко А. А., Салеева В. И.* Экспериментальная оценка эффективности адсорбции многокомпонентных загрязнений с использованием органо-бентонитового сорбента // *Инженерно-строительный вестник Прикаспия*. 2020. № 4(34). С. 28—33.

© *Игнаткина Д. О., Войтюк А. А., Власова О. С., Чурикова В. И., Голубева С. И., Хорзова Л. И., 2025*

*Поступила в редакцию
04.07.2025*

Ссылка для цитирования:

Опыт проектирования системы водоснабжения защитных сооружений / Д. О. Игнаткина, А. А. Войтюк, О. С. Власова, В. И. Чурикова, С. И. Голубева, Л. И. Хорзова // *Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура*. 2025. Вып. 3(100). С. 49—60. DOI: 10.35211/18154360_2025_3_49.

Об авторах:

Игнаткина Дарья Олеговна — канд. техн. наук, доц., доц. каф. водоснабжения и водоотведения, Волгоградский государственный технический университет (ВолГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; viv_vgasu@mail.ru

Войтюк Александр Андреевич — главный инженер проекта, ООО «Р-Строй». Российская Федерация, 121367, г. Москва, ул. Верейская, 29

Власова Оксана Сергеевна — канд. техн. наук, доц. каф. пожарной безопасности и защиты в чрезвычайных ситуациях, Волгоградский государственный технический университет (ВолГТУ). Российская Федерация, 400074, Волгоград, ул. Академическая, 1; pb_i_zchs@vgasu.ru

Чурикова Валерия Игоревна — канд. техн. наук, ст. препод. каф. строительных конструкций, оснований и надежности сооружений, Волгоградский государственный технический университет (ВолГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; vachurikova@yandex.ru

Голубева Светлана Ивановна — канд. техн. наук, доц., доц. каф. пожарной безопасности и защиты в чрезвычайных ситуациях, Волгоградский государственный технический университет (ВолГТУ). Российская Федерация, 400074, Волгоград, ул. Академическая, 1

Хорзова Лидия Ивановна — канд. техн. наук, доц., доц. каф. пожарной безопасности и защиты в чрезвычайных ситуациях, Волгоградский государственный технический университет (ВолГТУ). Российская Федерация, 400074, Волгоград, ул. Академическая, 1

**Darya O. Ignatkina^a, Aleksandr A. Voituk^b, Oksana S. Vlasova^a, Valeria I. Churikova^a,
Svetlana I. Golubeva^a, Lidiya I. Khorzova^a**

^a *Volgograd State Technical University*

^b *R-Stroy LLC*

EXPERIENCE IN DESIGNING A WATER SUPPLY SYSTEM FOR PROTECTIVE STRUCTURES

The main causes of emergencies include not only anthropogenic factors, but also natural disasters such as floods, earthquakes and hurricanes. These events can significantly affect people's safety and livelihoods. Reducing the negative effects of these factors should be based on continuous monitoring of the condition of water supply systems and prompt response to threats of this kind. This article highlights effective engineering and technical solutions aimed at minimizing the risks that have arisen as a result of emergency situations. The article analyzes and provides schematic diagrams of water supply for civil defense protective structures, as well as alternative options for drinking water supply. Recommendations are given on the proper organization of the water supply system and the storage of drinking water in shelters during their construction or reconstruction.

Key words: civil defense protective structures, water supply systems, means of comprehensive protection of the population, water supply sources, backup water supply systems.

For citation:

Ignatkina D. O., Voituk A. A., Vlasova O. S., Churikova V. I., Golubeva S. I., Khorzova L. I. [Experience in designing a water supply system for protective structures]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2025, iss. 3, pp. 49—60. DOI: 10.35211/18154360_2025_3_49.

About authors:

Darya O. Ignatkina — Candidate of Engineering Sciences, Docent, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; viv_vgasu@mail.ru

Aleksandr A. Voituk — Chief Project Engineer, R-Stroy LLC. 29, Vereiskaya st., 121367, Moscow, Russian Federation

Oksana S. Vlasova — Candidate of Engineering Sciences, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; pb_i_zchs@vgasu.ru

Valeria I. Churikova — Candidate of Engineering Sciences, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; vachurikova@yandex.ru

Svetlana I. Golubeva — Candidate of Engineering Sciences, Docent, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation

Lidiya I. Khorzova — Candidate of Engineering Sciences, Docent, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation