

УДК 628.11

**Д. О. Игнаткина, Ю. Ю. Юрьев, О. С. Власова, В. С. Фокин, Д. М. Лепехина,
А. И. Гапонов**

Волгоградский государственный технический университет

ИНТЕГРАЦИЯ СКВАЖИН В СИСТЕМУ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ОБЪЕКТА СОЦИАЛЬНО-КУЛЬТУРНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Проблема с централизованным водоснабжением объектов социально-культурного назначения существенно варьируется в зависимости от размеров городов. Наивысшие показатели обеспеченности наблюдаются в городах с населением более миллиона человек. В городах с меньшим населением они снижаются. В сельской местности и малонаселенных районах этот показатель стремительно уменьшается. Помимо централизованного и индивидуального водоснабжения в некоторых регионах России используются смешанные системы, сочетающие элементы централизованных сетей и локальных источников. Например, в небольших селах может функционировать мини-водопровод, обслуживающий несколько улиц или жилых зданий, дополняемый индивидуальными скважинами для домов, расположенных далеко от магистральных сетей. Развитие водоснабжения в России, особенно в сельской местности, требует значительных инвестиций в модернизацию существующих сетей, строительства новых водопроводов и внедрения современных технологий водоочистки и контроля качества воды, как в централизованных системах, так и в индивидуальных скважинах. Особое внимание следует уделять мониторингу состояния подземных вод, чтобы предотвратить истощение водоносных горизонтов и обеспечить рациональное использование водных ресурсов. Проведен анализ положительного опыта интеграции скважин в систему водоснабжения в процессе реконструкции объекта для социально-культурных нужд.

Ключевые слова: водоснабжение, реконструкция, централизованные системы водоснабжения, индивидуальные источники водоснабжения, интеграция, подземные воды.

К объектам социально-культурного назначения относятся объекты здравоохранения, пансионаты, детские лагеря отдыха, санатории, объекты культуры и спорта, образовательные учреждения для детей и взрослых¹.

Водоснабжение — ключевой элемент функционирования данных объектов. Вода необходима для многих технологических процессов, начиная с базовых санитарно-гигиенических нужд, приготовления пищи и заканчивая противопожарной безопасностью [1].

Обеспечение социально-культурных объектов водой, соответствующей санитарным нормам, — задача, решение которой напрямую зависит от географического расположения и инфраструктурных возможностей. Существуют две основные схемы водоснабжения: централизованная и автономная². Централизованные системы, наиболее распространенные в городских условиях, рассчитаны на обширную сеть водопровода, поддерживаемую муниципальными или частными компаниями. Вода, поступающая на объект, прохо-

¹ Об утверждении методических рекомендаций по использованию типовой проектной документации, информации о которой внесена в реестр типовой проектной документации. Приказ Минстроя России от 24.09.2015. № 682/пр. URL: <https://docs.cntd.ru/document/420307179?ysclid=mbthuytk1k254439921>.

² О водоснабжении и водоотведении. Федеральный закон от 07.12.2011 № 416-ФЗ (ред. от 08.08.2024) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2025). URL: <https://docs.cntd.ru/document/902316140>.

дит многоступенчатую обработку на водоочистных сооружениях. Качество воды в таких системах, как правило, контролируется государственными органами, что гарантирует соответствие санитарным нормам и стандартам. Однако централизованные системы подвержены рискам аварий на магистральных трубопроводах, перебоев в подаче воды в связи с ремонтными работами или чрезвычайными ситуациями, могут быть уязвимы к загрязнению в случае повреждения трубопроводов или проникновения загрязнителей в водопроводную сеть [2, 3]. Стоимость подключения и обслуживания централизованного водоснабжения также может быть значительной и варьируется в зависимости от региона и тарифов водоснабжающей организации [4, 5]. В противоположность централизованным, автономные системы водоснабжения применяются в тех случаях, когда доступ к городским сетям ограничен или экономически нецелесообразен. Это особенно актуально для загородных территорий и сельской местности. Источники воды для автономных систем разнообразны и зависят от конкретных геологических условий [6, 7]. Наиболее распространены артезианские скважины, обеспечивающие доступ к подземным водоносным горизонтам. Глубина скважин значительно варьируется, а их обустройство требует проведения геологических изысканий и привлечения специализированной техники. Качество воды из артезианских скважин обычно высокое, но может потребовать дополнительной очистки от железа, марганца, или других минералов. Автономные системы требуют регулярного обслуживания, включая анализ качества воды, профилактику оборудования и ремонт в случае поломок. Стоимость обустройства и эксплуатации автономной системы часто высока первоначально, но в долгосрочной перспективе может оказаться экономически выгоднее, чем постоянные платежи за централизованное водоснабжение, особенно в случаях удаленного расположения объекта и больших объемов потребления воды. Выбор между централизованной и автономной системами водоснабжения требует тщательного анализа, учета множества факторов, включая географическое положение, финансовые возможности, баланс водопотребления и экологические условия [8, 9].

Централизованное водоснабжение обеспечивает подачу воды из общего источника к потребителям через разветвленную сеть водопроводных магистралей. По статистическим данным,³ в России такой подход покрывал потребности 96,3 % городских территорий и 69,9 % сельских, демонстрируя существенный разрыв в обеспеченности между городской и сельской местностью. Этот разрыв обусловлен рядом факторов, включая географические особенности, плотность населения и экономическую целесообразность строительства и обслуживания централизованных систем в малонаселенных районах. Строительство водопровода в сельской местности сопряжено с большими трудностями, связанными с протяженностью сетей, рельефом и расположением потребителей. В сельской местности, где централизованные системы не всегда доступны или экономически не оправданы, широкое распространение получили индивидуальные источники водоснабжения — скважины. Эти скважины, как правило, бурятся на частных участках, обеспечивая автономное водоснабжение. Однако, качество воды из индивидуальных скважин зна-

³ Сфера водоснабжения и водоотведения в России: текущее состояние и пути развития // Фонд «Центр стратегических разработок» (ЦСР). М., 2024. 101 с. С. 11.

чительно варьируется [10]. Часто вода из таких источников требует дополнительной очистки с использованием специальных фильтров и систем водоподготовки, что увеличивает расходы собственников. Качество воды из скважин подлежит регулярному контролю, хотя на практике это обычно не осуществляется с необходимой частотой и тщательностью. Кроме того, автономные системы водоснабжения не обеспечивают равномерного давления в сети, что может создавать проблемы в пиковые часы потребления. Эксплуатация скважин требует определенных знаний и навыков, а их ремонт и обслуживание могут быть дорогостоящими.

Авторы рассматривают успешный опыт интеграции скважин в систему водоснабжения при реконструкции объекта социально-культурного назначения. В рамках реализации проекта рассчитан баланс водопотребления объекта (табл. 1). На основании данного расчета в ресурсоснабжающую организацию направлен запрос на получение технических условий (ТУ) для технологического присоединения объекта к системе централизованного водоснабжения. Однако из-за отсутствия производственных мощностей, у предприятия водоканала получены ТУ, закрывающие потребность объекта в хозяйственно-питьевом водоснабжении только в размере 80,0 м³/сут (16,43 % от общей потребности) из 486,99 м³/сут согласно расчету.

По результатам рекогносцировки на территории объекта обнаружены существовавшие источники водозабора подземных вод (две законсервированные скважины). На момент обследования назначение скважин и их потребителей установить не представлялось возможным, т. к. объект длительное время не эксплуатировался по прямому назначению. Было выдвинуто предположение, что данные скважины ранее работали как источники водоснабжения в границах территории объекта, и к ним может быть применен СанПиН 2.1.4.1110—02⁴.

Далее опытным путем установлен дебет указанных скважин, на основании которого принято решение о проработке данного варианта [11]. Необходимо отметить, что обнаружение данных источников водоснабжения не освобождает балансодержателя от соблюдения законодательства в сфере недропользования. Каждая скважина, независимо от года ее устройства, используемая для нужд водоснабжения, должна эксплуатироваться только при наличии лицензии на использование недр⁵.

На практике это означает, что для успешной интеграции скважин в систему водоснабжения объекта необходимо провести комплекс работ для получения лицензии на добычу подземных вод:

- получение лицензии на геологическое изучение недр;
- разработка проекта геологического изучения с прохождением государственной экспертизы;
- проведение геологоразведочных работ;
- подсчет и утверждение запасов подземных вод;
- разработка проекта зон санитарной охраны (ЗСО) источника водоснабжения.

⁴ СанПиН 2.1.4.1110—02. Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения. URL: <https://02.rospotrebnadzor.ru/content/176/19546/>.

⁵ О недрах. ФЗ РФ от 21.02.1992 № 2395-1 (ред. от 08.08.2024). (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2024). Ст. 19. URL: <https://docs.cntd.ru/document/9003403>.

Таблица 1

Баланс водопотребления объекта социально-культурного назначения

№	Наименование производственных и административных зданий	Технологический процесс	Количество часов работы/ количество единиц оборудования	Норма водопотребления			Общее водопотребление м ³ /сут
				Обоснование	Расход на единицу оборудования, м ³ /сут	Требуемое качество воды	
				СП 30.13330.2020			
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Спальные корпуса, 5 зд. по 68 чел/мест, реконструкция	1 чел.	5 × 68 = 340	табл. А2 п. 3	0,11	питьевая	37,40
2	Форумный городок, 40 зд. по 4 чел/мест, новое строительство	1 чел.	40 × 4 = 160	табл. А2 п. 5	0,15	питьевая	24,00
3	Административно-бытовой корпус зоны форумного городка, новое строительство	1 чел.	12	табл. А2 п. 9	0,012	питьевая	0,144
4	Административно-жилой корпус, новое строительство	1 чел.	44	табл. А2 п. 5	0,11	питьевая	4,84
4.1	Административно-бытовой корпус, реконструкция	1 чел.	44	табл. А2 п. 9	0,012	питьевая	0,528
5	Гостиничный корпус А, реконструкция	1 чел.	30	табл. А2 п. 3	0,23	питьевая	6,90
6	Административно-бытовой корпус, реконструкция	1 чел.	18	табл. А2 п. 5	0,11	питьевая	1,98
6.1	Административно-бытовой корпус, реконструкция	1 чел.	18	табл. А2 п. 9	0,012	питьевая	0,216
7	Гостиничный корпус 1, реконструкция	1 чел.	48	табл. А2 п. 3	0,23	питьевая	11,04
8	Гостиничный корпус 2, реконструкция	1 чел.	36	табл. А2 п. 3	0,23	питьевая	8,28
9	Административно-технический корпус, реконструкция	Согласно проекта				питьевая	6,46
10	Кафе 130 пос. мест (572 блюд/ч, 10 ч работы), новое строительство	1 усл. блюдо	2180	табл. А2 п. 15	0,002	питьевая	4,36

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8
11	Летнее кафе (176 блюд/ч, 10 ч работы), новое строительство	1 усл. блюдо	792	табл. А2 п. 15	0,002	питьевая	1,584
12	Столовая 200 пос. мест (1100 блюд/ч, 10 ч работы), реконструкция	1 усл. блюдо	5940	табл. А2 п. 15	0,012	питьевая	71,28
12.1	Актальный зал, реконструкция	1 место	340	табл. А2 п. 20	0,01	питьевая	3,40
12.2	Учебные классы (350 учащихся 175 преподавателей), новое строительство	1 учащийся 1 преподаватель	350/175	табл. А2 п. 13	0,009	питьевая	3,15
13	Контрольно-пропускной пункт, реконструкция	1 работающий	2	табл. А2 п. 9	0,012	питьевая	0,02
14	Уличный туалет (3 зд.). Модульный туалет (3 зд.)	1 место	1000	табл. А2 п. 19	0,0086	питьевая	8,60
14.1	Сооружение для проведения мероприятий на 200 мест (2 зд.), 400 мест (1 зд.), 100 мест (2 зд.), новое строительство	1 место					
15	Пляжный душ, новое строительство. Душевые в групповой установке	1 душ/2 смены	6	табл. А2 п. 24	0,5	питьевая	6,00
16	Ногомойка, новое строительство. Душевые в групповой установке	1 душ/2 смены	5	табл. А2 п. 24	0,5	питьевая	5,00
17	Мастерские, новое строительство	1 чел.	3	табл. А2 п. 25	0,025	питьевая	0,075
18	Летние бытовки для персонала (4 зд. по 2 чел/мест), новое строительство	1 чел.	4 × 2 = 8	табл. А2 п. 5	0,15	питьевая	1,20
19	Полив территории						
	Усовершен. покрытия	1 м ²	60 000	п. 26	0,0004	питьевая	24,00
	Зеленые насаждения	1 м ²	85 509	п. 26	0,003	питьевая	256,53
ИТОГО							486,99

Первым этапом получения лицензии данного типа является сбор необходимого пакета документов для лицензирования геологического изучения недр, который не предоставляет права на эксплуатацию водозабора. В редких случаях Федеральное агентство по недропользованию может пойти на компромисс и выдать комбинированную лицензию, позволяющую одновременно проводить геологическое изучение участка недр и использовать водозаборную скважину.

После получения первичной лицензии необходимо представить проект работ по геологическому изучению, который подлежит государственной экспертизе. После этого начинаются геологоразведочные работы, в ходе которых оценивается, достаточно ли запасов подземных вод на данной территории для удовлетворения заявленной водопотребности, соответствует ли вода установленным качественным требованиям и как эксплуатация данного водозабора влияет на работу соседних скважин.

Получение лицензии на водозабор всегда должно сопровождаться обязательными опытно-фильтрационными испытаниями скважин. Это подчеркивает профессионализм специалистов, ведь данные испытания и оценка качества подземных вод в соответствии с санитарными нормами являются единственными существенными этапами лицензирования, которые напрямую влияют на безопасность водозабора и не являются формальными процедурами. Кроме того, выполнение опытно-фильтрационных работ гарантирует отсутствие неустраняемых замечаний со стороны распорядителя недр по документации, подготовленной подрядчиком для получения лицензии.

Разработка проекта ЗСО регламентируется следующими нормативными документами: ГОСТ 2761—84, СанПиН 2.1.3684—21, СанПиН 2.1.4.1110—02, СП 2.1.5.1059—01⁶. Данная группа нормативных документов регламентирует требования к охране подземных источников от загрязнения в процессе хозяйственной деятельности, а также устанавливает критерии качества воды для признания ее пригодной для хозяйственно-питьевых нужд. Документы определяют минимальный набор контролируемых показателей и количество проб воды, которые необходимо отобрать и проанализировать в аккредитованной лаборатории в течение года для установления соответствия действующим нормам. Усредненные значения цикла исследований указанных параметров приведены в табл. 2.

В результате анализа данных, полученных в ходе исследования, обнаружены значительные превышения концентраций по следующим показателям:

⁶ ГОСТ 2761—84. Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200003220?ysclid=mbs3v1ww50785099480>.

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

СанПиН 2.1.4.1110—02. Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения. URL: <https://02.rosпотребнадзор.ru/content/176/19546/>.

СП 2.1.5.1059—01. Гигиенические требования к охране подземных вод от загрязнения. URL: <https://docs.cntd.ru/document/901794517>.

общая минерализация, общая жесткость, содержание общего железа, а также уровень содержания хлоридов и сульфатов. Эти параметры делают невозможным использование исходной воды для хозяйственно-питьевых нужд без предварительной доочистки.

В рамках реализации проекта, учитывая специфический состав исходной воды и количественные показатели концентрации железа, солей жесткости и хлоридов, разработана и реализована трехступенчатая схема очистки (рис. 1). Она основана на последовательном применении технологий, направленных на селективное удаление загрязнителей. Выбор конкретного оборудования для каждой стадии осуществляется с учетом результатов лабораторных анализов исходной воды, которые показали: концентрацию железа — 1,8 мг/л, общую жесткость — 29,7 мг-экв/л и концентрацию хлоридов — 1471,7 мг/л.

Первая стадия, обезжелезивание, направлена на удаление растворенного железа, которое придает воде неприятный вкус и запах, а также способствует развитию железобактерий. Для этого выбран метод аэрации с последующей фильтрацией через специальный засыпной фильтр, заполненный гранулированным материалом, который эффективен для удаления как растворенного, так и коллоидного железа. Эффективность обезжелезивания на этой стадии достигает 95...98 %.

Вторая стадия, умягчение воды, предназначена для снижения жесткости. На ней решено использовать метод ионного обмена с применением катионитовых фильтров, заряженных ионами натрия. При прохождении воды через катионитовый фильтр, ионы кальция и магния обмениваются на ионы натрия, тем самым снижая общую жесткость воды. Периодическая регенерация катионитового фильтра осуществляется раствором поваренной соли. Ожидаемое снижение жесткости после данной стадии составляет порядка 90 %.

Третья, заключительная стадия — удаление хлоридов. В данном случае для снижения концентрации хлоридов принято решение использовать метод анионирования. Эффективность очистки от хлоридов данным методом составляет 90...95 %.

В целом, трехступенчатая схема очистки гарантирует получение воды, отвечающей всем необходимым санитарным нормам и требованиям. Дальнейший мониторинг качества очищенной воды будет осуществляться с помощью регулярных лабораторных анализов.

Согласно СанПиН 2.1.3684—21 организация, эксплуатирующая системы водоснабжения, обязана разработать и внедрить программу производственного контроля качества воды. Особое внимание в программе производственного контроля уделяется ЗСО источника водоснабжения. Проект ЗСО — это неотъемлемая часть безопасной эксплуатации водозабора, предназначенный для защиты подземных вод от загрязнения. Он включает в себя три пояса, каждый из которых выполняет специфические защитные функции.⁷

⁷ Рекомендации по гидрогеологическим расчетам для определения границ 2 и 3 поясов зон санитарной охраны подземных источников хозяйственно-питьевого водоснабжения. М. : ВНИИ «ВОДГЕО», 1983. 106 с.

Методические рекомендации по гидрогеологическим исследованиям и прогнозам для контроля за охраной подземных вод. М. : ВСЕГИНГЕО, 1980. 86 с.

Таблица 2

Усредненные результаты испытаний серий проб из двух скважин

Наименование определяемого показателя	Единица измерения	Результаты испытаний	Значение по НТД	НД на методы испытаний
Бактериологические исследования				
ОМЧ (общее микробное число)	КОЕ/см ³	11	< 50	ГОСТ 34786—2021 п. 7.1
ОКБ (общие (обобщенные) колиформные бактерии)	КОЕ/100 см ³	не обнаружено	отс.	ГОСТ 34786—2021 п. 9.1
Термотолерантные колиформные бактерии /	КОЕ/100 мл	не обнаружено	отс.	МУ 2.1.5.800—99
Escherichia coli	КОЕ/100 см ³	не обнаружено	отс.	ГОСТ 34786—2021 п. 9.2
Энтерококки	КОЕ/100 см ³	не обнаружено	отс.	ГОСТ 34786.2021 п. 10.1
Колифаги / Coliphagi	БОЕ/100 мл	не обнаружено	отс.	МУК 2.1.5.800—99
Органолептический анализ				
Запах воды при 20 ^o С	балл	1	< 2	ГОСТ Р 57164—2016
Привкус воды	балл	3	< 2	
Цветность	град.цветности	36 ± 7	< 20	ГОСТ 31868—2012
Мутность	мг/дм ³	0,90 ± 0,18	< 1,5	ПНД Ф 14.1:2:3:4.213.05
Санитарно-гигиенические исследования				
Водородный показатель рН	ед. рН	6,8	6,0...9,0	ПНД Ф 14.1:2:3:4.121.97
Общая минерализация (сухой остаток)	мг/дм ³	3611	< 1500	ПНД Ф 14.1:2:4.114—97
Перманганатная окисляемость	мгО/дм ³	2,9	< 7,0	ГОСТ Р 55684—2013
Жесткость общая	^o Ж	29,7	< 10,0	ГОСТ 31954—2013 п. 4
Содержание хлоридов	мг/дм ³	1471,7	< 350,0	ПНД Ф 14.1:2:3:4.282—18 (М 01-58—2018)
Содержание сульфатов	мг/дм ³	600,0	< 500,0	
Содержание нитратов	мг/дм ³	7,4	< 45,0	
Массовая концентрация железа (общее)	мг/дм ³	1,8	< 0,3	ПНД Ф 14.1:2:4.50—96
Содержание нитритов	мг/дм ³	< 0,003*	< 3,0	ГОСТ 33045—2014
Содержание аммиака	мг/дм ³	< 0,01*	< 2,0	
Содержание фтора	мг/дм ³	0,16 ± 0,01	< 1,5	ГОСТ 4386—89
Содержание марганца	мг/дм ³	< 0,01*	< 0,1	ГОСТ 4974—2014
Содержание меди	мг/дм ³	< 0,02*	< 1,0	ГОСТ 4388—72

Примечания. Результаты физико-химических измерений представлены на основании среднего арифметического значения серии исследований по двум параллельным определениям. Измерения цветности проведены по хром-кобальтовой шкале при температуре (20±5) °С.

*Нижний предел количественного определения согласно нормативной документации на метод исследования.

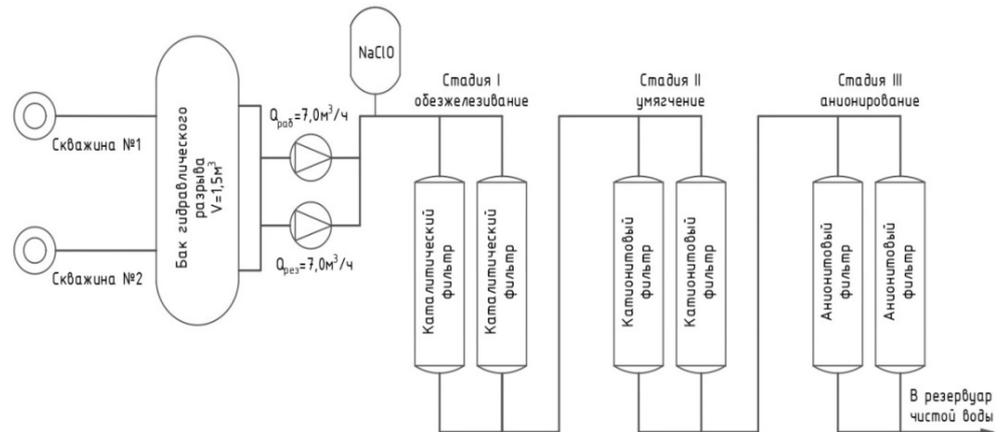


Рис. 1. Трехстадийная схема очистки воды из скважин

Первый пояс ЗСО — это зона непосредственной охраны водозабора. Его радиус, согласно нормативам, составляет 30 м для защищенных подземных вод и 50 м для недостаточно защищенных. На практике эти радиусы могут быть скорректированы после проведения детального гидрогеологического исследования и согласования с Роспотребнадзором. Первый пояс должен быть огражден, доступ на него посторонних лиц строго ограничен. В пределах первого пояса запрещается размещение объектов, которые могут представлять угрозу загрязнения водозабора.

Второй пояс ЗСО — зона, защищающая водозабор от микробиологического загрязнения. Его границы определяются путем сложных гидрогеологических расчетов, моделирования движения подземных вод и оценки времени транспорта загрязняющих веществ к водозабору. Цель расчетов — доказать, что время перемещения микроорганизмов от потенциального источника загрязнения до водозабора превышает время их жизнеспособности. Для проведения таких расчетов необходимо иметь детальную информацию о геологическом строении территории, характеристиках подземных вод и потенциальных источниках загрязнения. Это включает в себя данные о глубине залегания водоносных горизонтов, их проницаемости, скорости фильтрации и направлении движения подземных вод [12, 13]. В рамках проектирования второго пояса ЗСО проводится оценка рисков загрязнения с учетом возможных источников, это могут быть сельскохозяйственные участки, жилые постройки, промышленные предприятия и др.

Третий пояс ЗСО — зона санитарной охраны, предназначенная для защиты подземных вод от химического загрязнения. Аналогично второму поясу, его размеры определяются на основе гидрогеологических расчетов, с учетом возможных источников химического загрязнения (промышленные стоки, склады химических веществ, свалки и т. д.). В расчетах учитывается время транспорта загрязняющих веществ, их концентрация, скорость распространения и способность к сорбции в породном массиве [14, 15]. При проектировании третьего пояса важно учитывать направление движения подземных вод, гидрогеологические условия территории, геологические и гидрогеохимические характеристики вод [16] (рис. 2).

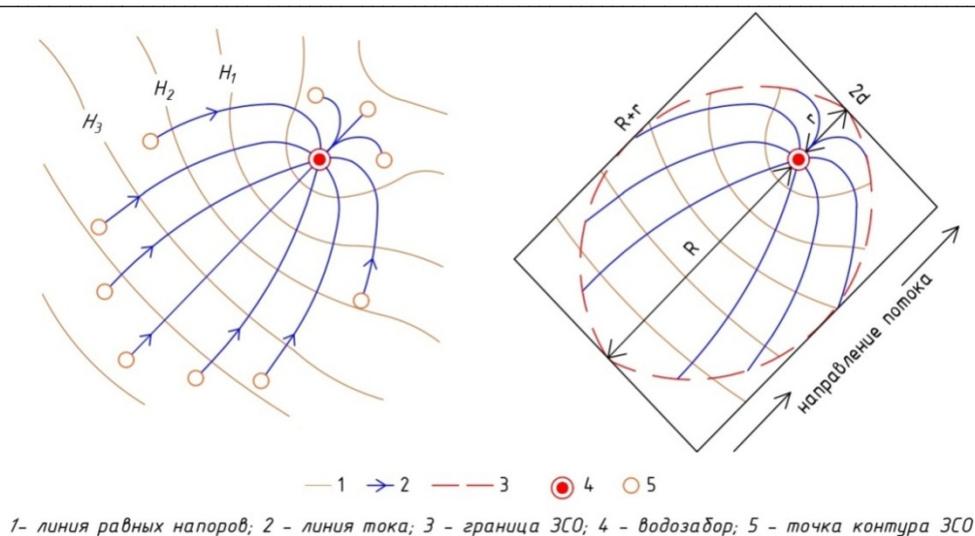


Рис. 2. Схема фильтрации подземных вод к водозабору

Таким образом, разработка и реализация программы производственного контроля, включающая проектирование и согласование ЗСО, является неотъемлемой частью обеспечения безопасности и качества питьевой воды. Пренебрежение этими мерами может привести к серьезным последствиям для здоровья населения и навлечь значительные санкции на эксплуатирующую организацию. Регулярный мониторинг, адекватные реакции на выявленные проблемы и своевременное проведение корректирующих мероприятий — залог безопасности системы водоснабжения.

Проектирование системы водоснабжения, включающей скважины, требует тщательного расчета объемов резервуаров для хозяйственно-питьевых нужд и противопожарной безопасности [17]. Этот расчет, необходимый для бесперебойного функционирования системы, основывается на нормативных документах, таких как СП 31.13330.2021⁸.

Указанный в исходном запросе общий объем резервуаров в количестве 2 шт. составляет 602,60 м³ при условии использования одного водовода, подающего воду как из городской сети, так и из собственных скважин. На основании представленных данных разработана структурная схема водоснабжения объекта (рис. 3).

Выводы

Результаты исследования стали ключом к успешной интеграции скважин в водопроводную систему объекта социально-культурного назначения, разрешив острую проблему дефицита воды. Это позволило избежать дорогостоящей и масштабной реконструкции очистных сооружений ресурсоснабжающей организации, сохранив баланс между необходимостью и экономической целесообразностью.

⁸ СП 31.13330.2021. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. URL: <https://docs.cntd.ru/document/728474306?ysclid=mbsapwm8sy474319335>.

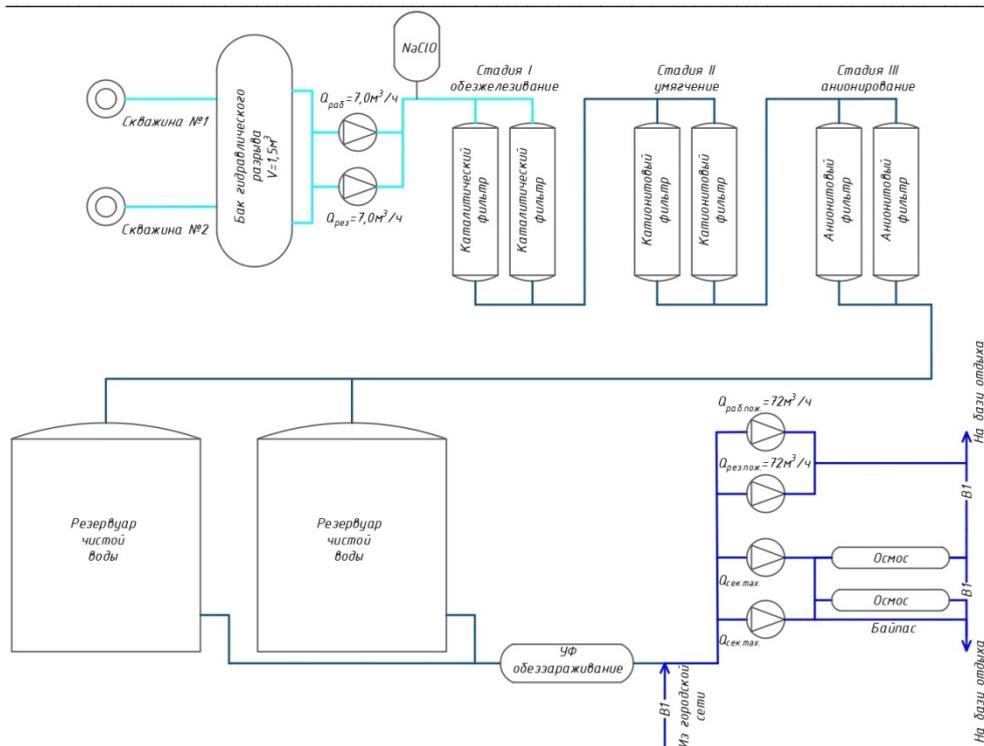


Рис. 3. Схема интеграции скважин в систему водоснабжения при реконструкции объекта социально-культурного назначения

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Cosgrove W. J., Luks D. P.* Water Resources management: current and future issues and research directions // *Water Resour. Res.* 2015. Vol. 51. Pp. 4823—4839.
2. *Liu W., Song Z.* Review of sustainability studies of urban critical infrastructure networks // *Reliab. Eng. Syst. Saf.* 2020. Vol. 193. Art. 106617.
3. *Sun U., Bocchini P., Davison B. D.* Review of models of interdependence of critical infrastructure for sustainability assessment // *Nat. Hazards Rev.* 2022. Vol. 23. Iss. 1. Art. 04021058.
4. Системный подход к выбору и внедрению современных технологий интенсификации работы водопроводных очистных сооружений / Д. О. Игнаткина, А. А. Герашенко, 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.
5. Способ повышения надежности функционирования систем водного хозяйства / Ю. И. Олянский, А. А. Болеев, А. А. Сахарова, Д. О. Игнаткина, П. Ф. Юрин, А. А. Войтюк // *Интернет-вестник ВолГАСУ. Серия: Политематическая.* 2013. Вып. 2(27).
6. *Khalkhali M., Dilkina B., Mo W.* The role of climate change and decentralization in urban water services: A dynamic energy-water nexus analysis // *Water Res.* 2021. Vol. 207. Art. 117830.
7. *Rabaey K., Vandekerckhove T., de Walle A. V., Sedlak D. L.* The third route: Using extreme decentralization to create resilient urban water systems // *Water Res.* 2020. Vol. 185. Art. 116276.
8. *Keller J.* Why are decentralised urban water solutions still rare given all the claimed benefits, and how could that be changed? // *Water Res.: X.* 2023. Vol. 19. Art. 100180.
9. Decentralized grey and black water reuse by combining a vertical flow constructed wetland and membrane based potable water system: Full scale demonstration / F. H. Lakho, H. Q. Le, F. Mattheeuws, W. Igodt, V. Depuydt, J. Desloover, D. P. L. Rousseau, S. W. H. Van Hulle // *J. Environ. Chem. Eng.* 2021. Vol. 9. Art. 104688.
10. Urban water with zero purification level From Concept to Applications: Integration of Natural, Artificial and social systems for Flexible Solutions / K. Crosson, A. Achilli, A. A. Zuniga-Teran,

E. A. Mack, T. Albrecht, P. Shrestha, D. L. Bocchelli, T. J. Kath, G. T. Daigger, J. Duan, K. E. Lancy, T. Meixner, S. Pinzell, K. A. Scott // ACS EST Water. 2021. Vol. 1. Pp. 518—529.

11. *Синдаловский Л. Н.* Аналитическое моделирование опытных опробований водоносных пластов и скважинных водозаборов (программный комплекс ANSDIMAT). СПб. : Наука, 2014. 520 с.

12. *Богомолов Г. В.* Основы гидрогеологии. М. : ГОСГЕОЛИЗДАТ, 1951. 36 с.

13. *Маслов Н. Н.* Основы инженерной геологии и механики грунтов. М. : Высшая школа, 1982. 511 с.

14. *Cooper H. H., Jacob C. E.* A generalized graphical method for evaluating formation constants and summarizing well-field history // Transactions, American Geophysical Union. 1946. Vol. 27. Iss. 4. Pp. 526—534.

15. *Максимов В. М.* Справочное руководство гидрогеолога. Т. 1. Ленинград : Недра, 1979. 37 с.

16. *Jacob C. E.* Effective radius of drawdown test to determine artesian well // Proceedings of the American Society of Civil Engineers. 1946. Vol. 72. Iss. 5. Pp. 629—646.

17. *Ефремов И. В., Дудоров В. Е., Савченкова Е. Э.* Расчет пожарного запаса воды: методические указания. Оренбург : ОГУ, 2015. 18 с.

© *Игнаткина Д. О., Юрьев Ю. Ю., Власова О. С., Фокин В. С., Лепехина Д. М., Гапонов А. И., 2025*

Поступила в редакцию
27.04.2025

Ссылка для цитирования:

Интеграция скважин в систему водоснабжения при реконструкции объекта социально-культурного назначения / Д. О. Игнаткина, Ю. Ю. Юрьев, О. С. Власова, В. С. Фокин, Д. М. Лепехина, А. И. Гапонов // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2025. Вып. 2(99). С. 140—152. DOI: 10.35211/18154360_2025_2_140.

Об авторах:

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

Юрьев Юрий Юрьевич — канд. техн. наук, доц., зав. каф. водоснабжения и водоотведения, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1; viv_vgasu@mail.ru

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

Фокин Вадим Сергеевич — магистрант каф. водоснабжения и водоотведения, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1

Лепехина Дарья Михайловна — магистрант каф. водоснабжения и водоотведения, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, г. Волгоград, ул. Академическая, 1

Гапонов Александр Иванович — магистрант каф. водоснабжения и водоотведения, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, г. Волгоград, ул. Академическая, 1

**Darya O. Ignatkina, Yurii Yu. Yuriev, Oksana S. Vlasova, Vadim S. Fokin,
Darya M. Lepekhina, Alexander I. Gaponov**

Volgograd State Technical University

INTEGRATION OF WELLS INTO THE WATER SUPPLY SYSTEM DURING THE RECONSTRUCTION OF A SOCIO-CULTURAL FACILITY

Problems with centralised water supply to social and cultural facilities vary significantly depending on the size of cities. The highest indicators of provision are observed in cities with a population of more

than one million people. In cities with smaller populations they decrease. In rural areas and sparsely populated areas, this indicator decreases rapidly. In addition to centralised and individual water supply, some regions of Russia use mixed systems combining elements of centralised networks and local sources. For example, in small villages there may be a mini-water supply system serving several streets or residential buildings, supplemented by individual wells for houses located far from the main networks. The development of water supply in Russia, especially in rural areas, requires significant investment in the modernisation of existing networks, the construction of new water pipelines and the introduction of modern water treatment and water quality control technologies, both in centralised systems and in individual wells. Particular attention should be paid to monitoring the condition of groundwater to prevent depletion of aquifers and ensure rational use of water resources. This article analyses the positive experience of integrating wells into the water supply system during the reconstruction of a facility intended for socio-cultural needs.

Key words: water supply, reconstruction, centralized water supply systems, individual water supply sources, integration, groundwater.

For citation:

Ignatkina D. O., Yuriev Yu. Yu., Vlasova O. S., Fokin V. S., Lepekhina D. M., Gaponov A. I. [Integration of wells into the water supply system during the reconstruction of a socio-cultural facility]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-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. 2, pp. 140—152. DOI: 10.35211/18154360_2025_2_140.

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

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

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

Vadim S. Fokin — Master's Degree student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation

Darya M. Lepekhina — Master's Degree student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation

Alexander I. Gaponov — Master's Degree student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation