



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра метеорологии, экологии и природопользования

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)
по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование
(квалификация – бакалавр)

На тему Экологические аспекты регулирования качества питьевой воды в г. Туапсе

Исполнитель Жерлицына Виктория Михайловна

Руководитель к.г.н., доцент Соловьева Анна Андреевна

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой _____

Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Цай Светлана Николаевна

«24» января 2022 г.



Туапсе
2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1 Характеристика системы водоснабжения города Туапсе	5
1.1 Водные ресурсы и проблемы их рационального использования.....	5
1.2 Описание системы и структуры водоснабжения г.Туапсе и деление территории поселения на эксплуатационные зоны	10
2 Геологическое строение и гидрогеологические условия участка подземных вод.....	17
2.1 Геологическое строение района водозабора.....	17
2.2 Качественная характеристика подземных вод источников водоснабжения города Туапсе	25
3 Мониторинг подземных вод водозаборных сооружений, базируемых на Туапсинском месторождении подземных вод	39
3.1 Организация мониторинга подземных вод	39
3.2 Разработка современных методов контроля качества воды питьевого водоснабжения г. Туапсе.....	46
Заключение	57
Список использованной литературы.....	59

Введение

Мониторинг подземных вод целенаправлен на обоснование рационального использования ресурсов подземных вод и представляет собой систему проведения наблюдений и сбора информации для оценки состояния и прогнозирования изменений в системе водоотбора применительно к решению задач управления работой водозаборов подземных вод. При организации ведения такого мониторинга выделяются объектный и территориальный мониторинг подземных вод.

Объектный мониторинг проводится на участках водозаборов централизованного водоснабжения в пределах области влияния водоотбора на поток подземных вод и решает задачи оптимизации работы водозабора, исходя из водохозяйственных требований; мультиобъектный мониторинг проводится на территории, охватывающей несколько объектов (например, водозаборов и других сооружений на городских территориях) при существенном взаимовлиянии между ними.

Территориальный мониторинг проводится на территории субъектов федерации, исходя из планируемого развития централизованного водоснабжения на этой территории. Объектный мониторинг включает проведение контрольных замеров и наблюдений при специальных прогностических обследованиях. Регулярные замеры проводятся для регулярного слежения за состоянием водозаборных скважин и качеством добываемой воды. Регулярные замеры включают замеры динамических уровней и расходов водоотбора в водозаборных скважинах и определение загрязняющих компонентов в воде [5, с.139].

Особый случай проведения РЗ имеет место при наличии явного ухудшения условий водоотбора (аварийное снижение производительности или превышение загрязнения по показателям ПДК). Прогностические обследования проводятся для обоснования оптимизации работы водозаборов. Задачи таких обследований связаны с решением вопросов регулирования водоотбора с

учетом улучшения качества воды в водозаборе. Прогностические обследования, как правило, проводятся в рамках эксплуатационной разведки для переоценки эксплуатационных запасов подземных вод на данном водозаборе. Особое обследование проводится при работах по регенерации водозаборных скважин, и имеют задачу оценку эффективности этих работ.

Актуальность данной работы обусловлена тем, что централизованное снабжение водой городов, поселков и промышленных предприятий представляет собой сложный комплекс технико-экономических и организационных мероприятий. Их рациональное решение определяет уровень санитарного благоустройства городов и поселков, обеспечивает нормальные условия жизни населения, гарантирует бесперебойную работу промышленности.

Объект исследований — система водоснабжения Туапсинского района.

Предмет исследований — мониторинг источников водоснабжения.

Цель данной работы: дать оценку мониторингу питьевой воды в городе Туапсе, изучить сущность и специфику контроля качества воды в системе питьевого водоснабжения химическими и физико-химическими методами.

Задачи работы:

- дать общую характеристику системы водоснабжения, рассмотреть их преимущества и недостатки;
- провести исследования качества и физико-химических показателей вод в источниках водоснабжения;
- обобщить материалы по современному состоянию системы водоснабжения региона;
- рассмотреть основные пути стабильного водообеспечения Туапсинского района.

1 Характеристика системы водоснабжения города Туапсе

1.1 Водные ресурсы и проблемы их рационального использования

Основой водных ресурсов России является речной сток, составляющий в среднем по водности года 4262 км^3 , из которых около 90% приходится на бассейны Северного Ледовитого и Тихого океанов. На бассейны Каспийского и Азовского морей, где проживает свыше 80% населения России и сосредоточен ее основной промышленный и сельскохозяйственный потенциал, приходится менее 8% общего объема речного стока.

В настоящее время, обеспеченность водой в расчете на одного человека в сутки в различных странах мира разная. В ряде стран с развитой экономикой назрела угроза недостатка воды. Дефицит пресной воды на земле растет в геометрической прогрессии. Однако существуют перспективные источники пресной воды – айсберги, рожденные ледниками Антарктиды и Гренландии.

Особое место в использовании водных ресурсов занимает водопотребление для нужд населения. На хозяйственно–питьевые цели в нашей стране приходится около 10% водопотребления. При этом обязательными являются бесперебойность водоснабжения, а также строгое соблюдение научно обоснованных санитарно-гигиенических нормативов [1, с.44].

Использование воды для хозяйственных целей – одно из звеньев круговорота воды в природе. Но антропогенное звено круговорота отличается от естественного тем, что в процессе испарения часть использованной человеком воды возвращается в атмосферу опресненной. Другая часть (составляющая, например, при водоснабжении городов и большинства промышленных предприятий 90%) сбрасывается в водоемы в виде сточных вод, загрязненных отходами производства.

Большое значение имеет удовлетворение потребностей населения в питьевой воде в местах его проживания через централизованные или нецентрализованные системы питьевого водоснабжения.

Классификация водопользований. Для водопользований устанавливаются

следующие признаки классификации: цели водопользования; объекты водопользования; технические условия водопользования; условия предоставления водных объектов в пользование; характер использования воды; способ использования водных объектов; воздействие водопользований на водные объекты:

- по объектам водопользования воды подразделяются на поверхностные, подземные, внутренние территориальные, морские;
- по техническим условиям водопользования – на общее и специальное;
- по условиям предоставления водных объектов в водопользование – на совместное и обособленное;
- по характеру использования воду рассматривают как вещество с определенными свойствами, как массу и энергетический потенциал и как среду обитания;
- по способу использования водных объектов – с изъятием воды (с возвратом и без возврата), без изъятия воды;
- по воздействию водопользования на водные объекты – на количественные и качественные.

Выбор источника является одной из наиболее ответственных задач при проектировании системы водоснабжения, так как он определяет, в значительной степени, характер самой системы, наличие в ее составе тех или иных сооружений, а, следовательно, стоимость и строительства, и эксплуатации.

Источник водоснабжения должен удовлетворять следующим основным требованиям:

- обеспечивать получение из него необходимых количеств воды с учетом роста водопотребления на перспективу развития объекта;
- обеспечивать бесперебойность снабжения водой потребителей;
- давать воду такого качества, которое в наибольшей степени отвечает нуждам потребителей или позволяет достичь требуемого качества путем простой и дешевой ее очистки;

- обеспечивать возможность подачи воды объекту с наименьшей затратой средств;
- обладать такой мощностью, чтобы отбор воды из него не нарушал сложившуюся экологическую систему.

Правильное решение вопроса о выборе источника водоснабжения для каждого данного объекта требует тщательного изучения и анализа водных ресурсов района, в котором расположен объект.

Практически все используемые для целей водоснабжения природные источники воды могут быть отнесены к двум основным группам:

- поверхностные источники – реки (в естественном состоянии или зарегулированные) и озера;
- подземные источники – грунтовые и артезианские воды и родники.

К поверхностным, относятся воды океанов, морей, озер, рек, ручьев, прудов и т.д. На сегодняшний день это основной источник водоснабжения городов и, к сожалению, не самый лучший. Эта вода вбирает в себя все виды поверхностных загрязнений, химические выбросы, патогенные микроорганизмы – в общем, все, что приносит с собой хозяйственная и промышленная деятельность человека [11, с.118 – 119].

Подземные воды пропитывают толщу земной коры примерно до глубины 13–14 км, заполняя поры, трещины и пустоты в виде тончайших пленок, капель, струй и даже потоков. Подземные воды чаще всего бывают доброкачественными. Располагаясь на глубине, они меньше загрязняются различного рода нечистотами, хотя и не гарантируют их полное отсутствие.

Следует отметить, что область питания водоисточника может находиться за десятки и сотни километров от точки водозабора.

Подземные воды делят на грунтовые и межпластовые.

Грунтовые воды залегают на первом водоупорном слое. Образуются они в результате фильтрации через почву и грунт атмосферных и поверхностных вод. Эта вода используется большинством сельского населения, жителями небольших городов.

Артезианские воды. Подземные воды, залегающие между двумя

водоупорами и обладающие напором, называются артезианскими. Они заполняют пласт на всю его мощность. При вскрытии таких водоносных пластов буровыми скважинами уровень воды в них поднимается выше кровли водоносного пласта. Этот уровень называется напорным или пьезометрическим. Иногда уровень воды в скважинах, вскрывших водоносный пласт, поднимается выше поверхности земли, а вода из них изливается на поверхность.

Это та вода, которая поступает с осадками (снег и дождевая вода). Для водоснабжения она используется крайне редко, пожалуй, только на юге и на Крайнем Севере. При прохождении через толщу воздуха атмосферная вода растворяет газы, входящие в его состав, захватывает пылевые частицы и другие аэрозоли, обогащается микроорганизмами.

Гидрографическая сеть Туапсинского района относится к бассейну Черного моря. Густота речной сети высока, но отличается неравномерностью. Реки короткие, типично горные, с высокой скоростью течения. Наиболее крупные реки: Джубга, Шапсухо, Нечепсухо, Туапсе Шепси.

Преобладающая их ширина 5–20 метров, в устьях до 50–80 метров, глубина 0,2–0,7 м. местами до 1,5–2,0 метра, скорость течения 0,2–0,5 м/с. Дно рек галечно-каменистое, а при выходе на равнину галечно-песчаное. Долины рек узкие с крутыми склонами. Берега крутые, высотой 1,5–7 м., нередко обрывистые. В низовьях долины рек становятся более широкими, образуя прерывистые поймы шириной 200–300 метров и при высоких паводках затопляются водой (1,5–2,0 м) на 3–5 дней. Все реки легко преодолимы вброд, но обычно не имеют удобных подходов к руслам.

По большому счету, коренные породы региона – это преимущественно водоупорные мало обводненные отложения. Подземные воды аллювиальных отложений являются единственными источниками водоснабжения населенных пунктов побережья.

Водное хозяйство района, ведомственно распределенное между различными предприятиями и организациями, осуществляет забор подземных и поверхностных вод на транспортировку, очистку и подачу потребителям.

Суммарный сток, равный примерно 1,5 км³/год, многократно

превышает потребности в пресной воде населения и хозяйства. В то же время, доступные для использования водные ресурсы, при имеющихся инженерных средствах, не обеспечивают запросы водопотребителей.

Охрана вод регулируется законодательством Российской Федерации о недрах (подземные воды являются как полезным ископаемым, так и водными объектами) и водным законодательством, а также рядом правительственных и ведомственных нормативных актов (инструкций, положений, базовых и государственных нормативов).

Водное законодательство представлено Водным кодексом Российской Федерации (ноябрь 1995) и принимаемыми в соответствии с ним федеральными законами и иными нормативными правовыми актами, а также законами и нормативными правовыми актами ее субъектов, регулиующими водные отношения. Водное законодательство Российской Федерации регулирует отношения в области использования и охраны водных объектов в целях:

- обеспечения прав граждан на чистую воду и благоприятную среду;
- поддержания оптимальных условий водопользования;
- поддержания качества поверхностных и подземных вод в состоянии, отвечающем санитарным и экологическим требованиям;
- защиты водных объектов от загрязнения, засорения и истощения;
- предотвращения или ликвидации вредного воздействия вод, а также сохранения биологического разнообразия водных экосистем.

Требования к качеству питьевых вод содержатся в утвержденных нормативах предельно допустимых концентраций (ПДК) веществ в воде, стандартах качества воды, изложенных в ГОСТах, Технических условиях, Требованиях.

ГОСТом предусмотрена определенная система сертификации питьевой воды, материалов, технологических процессов и оборудования, применяемых в хозяйственно–питьевом водоснабжении. Основные положения утверждены постановлением Госстандарта России и Госкомсанэпиднадзора России (28.04.1995 г. № 8/5). Пользование водами регулируется лицензиями, которые

имеют разрешительный характер.

Права и обязанности владельца водным объектом, цели и сроки его использования и т.д. оговорены в «Положении о порядке лицензирования пользования недрами» (утверждено постановлением Совета Министров Российской Федерации от 15.07.92 № 3314–1), в Инструкции по применению «Положения о порядке лицензирования пользования недрами» к участкам недр, предоставляемым для добычи подземных вод, а также других подземных ископаемых, отнесенных к категории лечебных» (зарегистрирована в Министерстве юстиции Российской Федерации [18, с.44 – 46]).

Длина рек варьируется 14 км (р. Цыпка) до 43 км (р. Туапсе с притоком Чилипси), а площадь водосборов не превышает 103 кв. км. Площадь водосбора реки Туапсе с притоками составляет 352 кв. км. Среднегодовой расход вод 14,2 кубометра в секунду. Во время паводков количество воды увеличивается до 1200 м³/сек. Реки первой группы дренируют примерно 25 % территории региона. Реки второй группы, имеющие существенное снеговое питание, берут начало на Главном Кавказском хребте. Эти реки дренируют 75 % территории региона.

На территории муниципального образования город Туапсе расположены два водных объекта – река Туапсе и река Паук. В целом длина и водность рек возрастает от северо-западной к юго-восточной границе Краснодарского Причерноморья.

1.2 Описание системы и структуры водоснабжения г.Туапсе и деление территории поселения на эксплуатационные зоны

Туапсе и Туапсинский район занимает почти 100 км Причерноморья от бассейна р.Текос до водораздела рек Шепси и Макопсе. Высота горных хребтов здесь возрастает до 2000м. Площадь и водность речных бассейнов увеличивается по сравнению с Новороссийск – Геленджикским районом. Климат можно считать переходным от сухого субтропического к влажному субтропическому. В районе развиты рекреационное, сельскохозяйственное и

лесохозяйственное природопользование, а в г. Туапсе имеются портово-транспортный, промышленный и нефтеперерабатывающий комплексы.

Охрана вод регулируется законодательством Российской Федерации о недрах (подземные воды являются как полезным ископаемым, так и водными объектами) и водным законодательством, а также рядом правительственных и ведомственных нормативных актов (инструкций, положений, базовых и государственных нормативов).

В Туапсинском городском поселении услуги по водоснабжению и водоотведению оказывает МУП «ЖКХ города Туапсе».

МУП «ЖКХ города Туапсе» обеспечивает подъем, обеззараживание подземных вод для собственных нужд и нужд потребителей города, обеспечивает транспортировку воды до потребителей.

МУП «ЖКХ города Туапсе» оказывает услуги следующим потребителям:

- население;
- бюджетные организации;
- прочие потребители.

Источником хозяйственно–питьевого водоснабжения г. Туапсе в настоящее время являются подземные воды, поднимаемые скважными насосами. На территории городского поселения существует централизованная система водоснабжения, представленная подземными скважинами (рисунок 1), сетями водоснабжения.



Рисунок 1 – Скважина №18э. Внешний вид павильона

В настоящее время в Туапсинском городском поселении имеются две системы водоснабжения:

- система хозяйственно–питьевого и противопожарного водоснабжения;
- система производственного водоснабжения;
- система технического водоснабжения.

Водозабор представляет собой линейный ряд из 33–х эксплуатационных скважин (скважины №№1э и 2э–затампонированы), расположенных вдоль русла долины р. Туапсе на правом и левом берегу реки. Протяженность водозабора составляет 4,5 км и условно он состоит из 3–х участков: Мессажайского, Центрального и Верхнего. Все эксплуатационные скважины вскрывают аллювиальный водоносный горизонт на полную мощность, а водозаборные скважины размещены согласно «Плана подсчета эксплуатационных запасов». Бурение эксплуатационных скважин проводилось Краснодарским СУ треста «Промбурвод» и Черноморской гидрогеологической и инженерно–геологической станцией.

Сооружение водозабора началось в 1964 году с бурения 14 эксплуатационных скважин (1э–14э) на левобережной высокой пойме р. Туапсе глубиной 29,5–37 м. Скважины расположены в виде линейного ряда протяженностью 0,5 км со средним расстоянием между ними 71 м и удалением от русла реки в среднем на 45 м. Общая длина ряда скважин – 0,867 км. Скважина № 14-э расположена в средней части водозабора между линейным рядом и бортом долины. Мощность водоносного горизонта по линии водозабора изменяется от 16 до 34 м.

В 1971–1972 гг. дополнительно были пробурены еще две скважины (15э–16э). За время эксплуатации с 1964 по 1973 гг. среднегодовая производительность водозабора составляла 28,7–31,6 тыс.м³/сут. Динамические уровни в скважинах в этот период отмечались на глубинах от 5 до 9 м.

С увеличением водопотребности населения г. Туапсе возникла необходимость в расширении водозабора и в 1975–76 гг. после детальной разведки и подсчета запасов по Туапсинскому месторождению выше

действующего водозабора было пробурено и введено в эксплуатацию еще 17 скважин (17э–33э), глубиной 30–35 м, со средним расстоянием между ними 200 м и удалением от русла реки от 20 до 130 м, расположенных в п. Красное и п. Греческий. Протяженность участка около 3,6 км. Вскрытая мощность эксплуатационного горизонта составила 15–33,9 м.

В 1972–74 г.г. на Туапсинском месторождении проведены разведочные работы по оценке эксплуатационных запасов подземных вод долины р. Туапсе для обоснования расширения действующего Мессажайского водозабора. Эксплуатационные запасы подземных вод без учета искусственного восполнения подсчитаны в количестве 38,3 тыс. м³/сут. (категория запасов А+В) [21, с.317].

Режимные наблюдения на Туапсинском водозаборе ведутся с начала 70–х годов. В этот период наблюдения проводились по 13-ти эксплуатационным скважинам. В дальнейшем наблюдательная сеть была расширена по мере реконструкции водозабора. К концу 1973 года водозабор был представлен 21 скважиной, из которых 16 – эксплуатирующиеся, а 5 – являются наблюдательными.

К 1996 году количество наблюдательных скважин составило 11 скважин.

В соответствии с задачами ведения государственного мониторинга подземных вод, на данный момент, на Туапсинском водозаборе по федеральной режимной сети наблюдаются 4 скважины (№№ 76б, 84, 303, 320).

Наблюдательные скважины оборудованы оголовками, замеры уровней проводятся ежедекадно.

Резервуары – два резервуара емкостью 1000м³, один резервуар емкостью 3000м³ и два резервуара емкостью 5000м³ – сооружены из сборного железобетона. Каждый резервуар оборудован подающим, всасывающим, переливным и грязевым трубопроводами. Между резервуарами расположены две камеры, в которых установлена запорно-регулирующая арматура.

Городской водопровод работает по следующей схеме (рисунок 2): вода из скважин погружными насосами подается по сборным водоводам в 5

резервуаров, общей емкостью 15 тыс.м³.

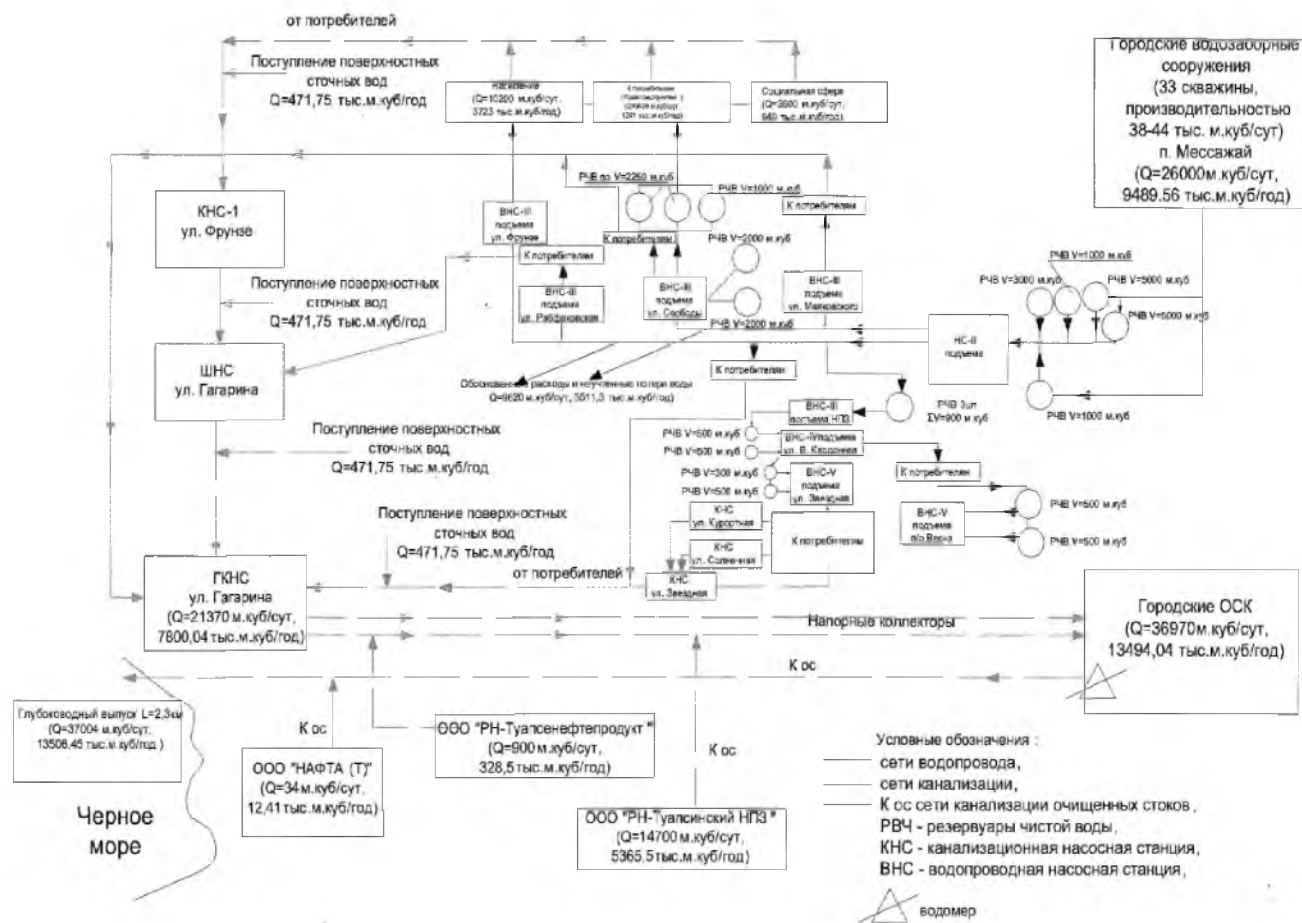


Рисунок 2 – Схема водоснабжения МУП «ЖКХ города Туапсе»

Из них, после обеззараживания хлором, вода насосной станцией II-го подъема, расположенной на площадке Туапсинского водозабора, подается по двум ниткам диаметром 600 мм непосредственно в разводящую сеть города. По разводящей сети вода поступает в два резервуара по ул.Свободы емкостью по 2000 м³ каждый (ВНС ул.Свободы). Из резервуаров вода поступает в сеть зоны №1, которая охватывает Центральный район города и частично микрорайон «Приморская долина». Насосной станцией 3-го подъема, расположенной на этой же площадке, часть воды из резервуаров подается в резервуары емкостью 2x2250 м³ и 1x1000 м³, расположенные на горе Варваринка.

От этих резервуаров вода поступает во вторую зону, которая включает в себя Северо-Западный район, район ул.Кириченко, Барсовая щель и часть микрорайона «Приморская долина» до ВНС 3-го подъема по ул. Фрунзе и ВНС по ул. Володарского.

В связи с горным рельефом местности и со значительным перепадом отметок рельефа в городе сложилась и действует 3-х зонная система водоснабжения [14, с.34].

В Туапсинском городском поселении сформировано три зоны водоснабжения: объединенные хозяйственно-питьевого противопожарного водоснабжения, производственного водоснабжения, а также технического водоснабжения. Зона хозяйственно-питьевого и противопожарного водоснабжения представлена сетями водоснабжения, насосными станциями, водозаборными сооружениями, обеспечивающих потребителей питьевой водой. Зона производственного водоснабжения представлена водозаборными сооружениями, сооружениями подачи и распределения технической воды для нефтеперерабатывающего завода. Зона технического водоснабжения представлена водозаборными сооружениями, сооружениями подачи и распределения технической воды для Северо-Кавказского филиала ОАО «РЖД».

Водоотбор производится на основании Лицензии КРД №03872 ВЭ от 11 марта 2010 года сроком на 25 лет.

Водозаборные скважины оборудованы погружными центробежными насосами марки ЭЦВ. Минимальная глубина скважины—21м, максимальная—38м.

Часть воды от насосной станции II-го подъема Туапсинского водозабора по пути в город поступает в резервуары общей емкостью 900 м³ у насосной станции III подъема (НПЗ). Далее вода этой насосной станцией подается в район Грознефть и в резервуары емкостью 2х500м³ на площадке насосной станции IV подъема ВНС ул.В.Кардонная, из резервуаров часть воды поступает в сеть 3-й зоны, остальная вода подается в резервуар по ул.Звездная емкостью 1х3000м³ и на ВНС 5-го подъема ВНС ул.Звездная, а также ВНС «Весна» для водоснабжения п/о «Весна», п.Южный и п.Гизель-Дере. Кроме того, имеются небольшие насосные станции 3-го подъема на ул. Рабфаковская, ул.Маяковского, которые служат для обеспечения требуемого напора воды у потребителей. На рисунке 3 представлена структурная схема водоснабжения.

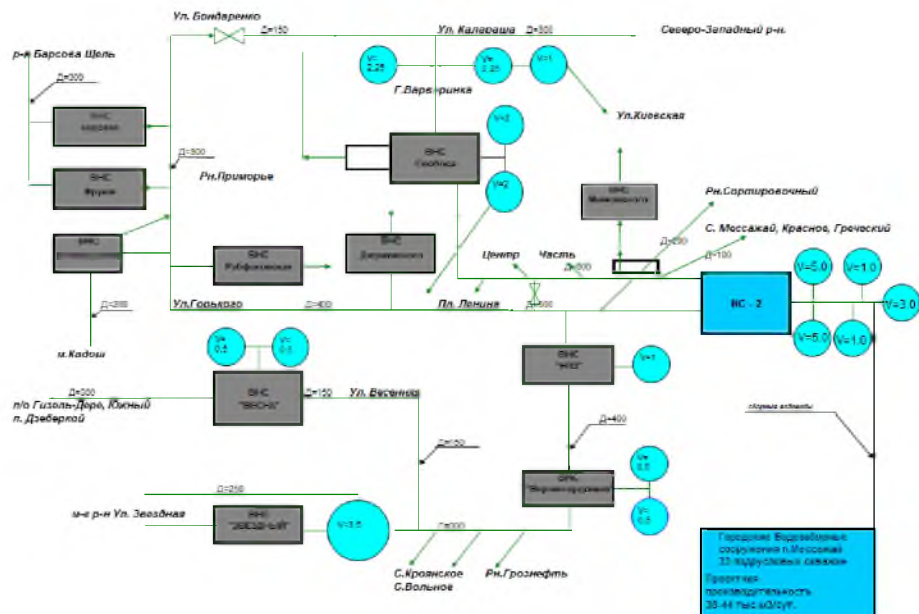


Рисунок 3 – Структурная схема водоснабжения г.Туапсе

Сети и сооружения зоны хозяйственно–питьевого водоснабжения находятся в собственности МУП «ЖКХ г. Туапсе», сети и сооружения зоны производственного водоснабжения находятся в собственности нефтеперерабатывающего завода. Сети и сооружения зоны технического водозабора находятся в собственности СК ОАО РЖД.

2 Геологическое строение и гидрогеологические условия участка подземных вод

2.1 Геологическое строение района водозабора

Туапсинское месторождение пресных подземных вод расположено в пределах Новороссийско-Лазаревской структурно-фациальной зоны, в строении которой принимают участие карбонатно-терригенный флиш верхней юры (верховье долины), терригенный субфлиш нижнего мела с подчиненными прослоями известняков и мергелей, карбонатный флиш верхнего мела, а в устьевой части – палеоценовые отложения.

Само месторождение приурочено к голоценовым аллювиальным отложениям, выполняющим переуглубление долины р. Туапсе, границы которого совпадают с контурами распространения низкой и высокой пойменной и первой надпойменной террас. Они сложены валунно-галечными разностями со слабосуглинистым заполнителем с максимальной мощностью переуглубления в устье до 40 м, постепенно уменьшаясь к верховьям до 8–10 м.

Содержание валунов в аллювии непостоянно и достигает максимума в районе пос. Цыпка (северная граница месторождения) и Холодный Родник (район южной границы месторождения), где долина прорезает песчаники долменной свиты нижнего мела. На этих участках долины преобладают крупные (диаметром до 1–2 м) плохо окатанные глыбы и валуны. На остальных участках долины преобладают мелкие валуны средней и реже – хорошей окатанности известнякового и песчаникового состава [6, с.29].

Посхеме тектонического районирования Кавказа Е.Е. Милановского и В.Е. Хаина описываемая территория располагается в пределах складчатого сооружения Большого Кавказа.

Горная часть территории приурочена к области мегантиклинория Большого Кавказа. С юга она ограничена Черным морем, с севера Ахтырским и Черкесским глубинными разломами. Мегантиклинорий имеет чрезвычайно сложное тектоническое строение, которое характеризуется наличием крупных

продольных структурно–фациальных зон, осложненных поперечной зональностью. Осевым элементом структуры является Псбепско-Гойтхский антиклинорий, южнее протягивается Новороссийско-Лазаревский синклинорий, отделенный от него Бекишейским и Безепским надвигами.

Новороссийско-Лазаревский синклинорий протягивается широкой полосой от Джигинского разлома до восточных границ Краснодарского края. В его пределах с запада на восток выделяются синклинории второго порядка Анапско-Агойский, Геленджикский, Тхабский, Лазаревский, Чвежипсинский и геоантиклиналь Ахцу.

Лазаревская зона является частью флишевой зоны южного склона, на западе она ограничивается Агойским поперечным разрывом от Геленджикского синклинория, на севере Бекишейским разломом от Гойтхской зоны, а на юге и юго-востоке Краснополянским разломом от Чвежипсинской зоны. Зона характеризуется напряженной тектоникой и развитием в меловом флише интенсивно сжатых узких линейных складок, скошенных или опрокинутых к юго-западу и осложненных крутыми взбросо-надвигами. Складчатость практически принадлежит одному структурному мезо-кайнозойскому этажу, исключение составляет только расположенное на востоке поднятие Амуко, где на поверхность выходят отложения нижней-средней юры несогласно перекрытые меловым флишем. Картина геологического строения осложняется рядом поперечных нарушений с различными амплитудами перемещения по ним пород. Тектонические разломы имеют четко выраженные пространственные направления, соответствующие как общекавказским, так и планетарным структурам. Это разломы общекавказского и антикавказского заложения. Тектонические разломы и пликативные структуры имеют определяющее значение в водоносности мезо–кайнозойских отложений, так как с ними связаны «открытые» водопроницаемые трещинные системы, по которым в карбонатных толщах активно развиваются карстовые процессы. С неотектоническими синклинальными кромками, приуроченными к пересечениям общекавказкого и антикавказкого простираний, связаны зоны глубокого проникновения в меловые отложения пресных подземных

вод. В коре экзогенной дезинтеграции мезо-кайнозойских отложений безнапорно-субнапорные воды дренируются реками, напорные воды разломов разгружаются в эрозионную сеть и впадины.

В описываемом районе распространены два комплекса отложений, различных по характеру водоносности: рыхлые четвертичные осадки, характеризующиеся порово-пластовой водоносностью, а также флишевые и терригенные толщи палеогенового и мелового возраста, содержащие, главным образом, воды спорадического распространения (приложение 1). С четвертичными отложениями связаны пресные воды, приуроченные к осадкам переуглубленных речных долин и комплексу склоновых образований, причем последние обычно обводнены спорадически. В отложениях палеогенового и мелового возраста выделяются две гидродинамические зоны. К первой приурочены подземные воды, циркулирующие до глубины 50–100 м и связаны с зонами экзогенной трещиноватости (зона активного водообмена). Ниже последней подземные воды приурочены к локальным трещинным системам эндогенного происхождения (зона замедленной циркуляции). Характер обводненности, флишевых и терригенных пород палеогенового и мелового возраста преимущественно спорадический, в связи с крайне неравномерной трещиноватостью пород и частыми прослоями глин и аргиллитов.

Некоторым исключением характеризуются подземные воды, приуроченные к существенно-песчаниковым свитам нижнего мела: долменной, убинской и афипской свит. По данным бурения, на соседних площадях все скважины, пройденные в отложениях этих свит, вскрыли подземные воды. Водообильность пород колеблется в значительных пределах, достигая максимума на площадях тектонической трещиноватости. Исходя из этого, указанные песчаниковые свиты условно рассматриваются в качестве водоносных комплексов [9, с.38].

Достаточно большим распространением на территории района пользуются глинисто-аргиллитовые толщи палеогенового и нижнемелового возраста, которые вне трещинных зон являются водоупорными.

Аллювиальный водоносный горизонт приурочен к валунно-галечниковым отложениям с песчано-гравийным заполнителем, слагающим пойму и первую надпойменную террасу реки Туапсе. Мощность аллювиального водоносного горизонта весьма изменчива. В верховьях долины р. Туапсе она составляет 6,3–6,9 м. В средней части долины мощность водоносного горизонта значительно увеличивается и составляет более 30 м, а в устье, 40–50 м.

Воды преимущественно грунтовые. Глубина их залегания 0,8–4,0 м. Дебит скважин при откачках изменялся от 2–3 до 57,7 л/с при понижениях уровня 1,7–4,2 м. Удельный дебит скважин также колеблется в широких пределах, от 1 л/с до 44,4 л/с, имея тенденцию увеличения к низовьям долины.

Питание аллювиального водоносного горизонта происходит, главным образом, за счет инфильтрации поверхностных вод и, в меньшей степени, за счет инфильтрации атмосферных осадков, а также дренирования подземных вод склоновых образований и дочетвертичных пород.

Аллювиальный водоносный горизонт переуглубленных речных долин является практически единственным (основным) источником централизованного хозяйственно–питьевого водоснабжения района.

Водоносный горизонт аллювиальных отложений долины р. Туапсе имеет характер грунтового потока, направленного к устью долины [12, с.28].

На большей части площади водоносный горизонт характеризуется непосредственной гидравлической связью с рекой, а валунно-галечниковый аллювий представляет собой единую обводненную толщу. В плане водоносный горизонт–«пласт-полоса», границы которого совпадают с бортами долины, сложенными отложениями палеогена (в устье) и мела, которые характеризуются весьма низкой водопроницаемостью. Обводненность этих отложений незначительна и имеет, в основном, спорадический характер. В меженный период года дебит немногочисленных родников, дренирующих воды флишевых отложений мела, не превышает 0,01–0,03 л/с, в связи с чем коренные породы по сравнению с аллювием р. Туапсе являются практически безводными.

Ширина «пласт–полосы» водоносного аллювия значительно изменяется.

На 3-х километровом приустьевом участке долины она достигает наибольших значений – 700–900 м, а на площади действующих водозаборов ТНПЗ и Мессажайского (участка) составляет, соответственно, 260–300 м и 300–550 м. Выше по долине – в районе с. Красное, ширина «пласт–полосы» достигает 400 м.

В целом для переуглубления долины р. Туапсе характерно частое чередование сужений и расширений. На участке от устья до пос. Цыпка насчитывается 4 сужения поперечного профиля долины: в районе пос. Холодный Родник (6 км от устья долины), между пос. Мессажай и Красное (8,5 км от устья), в 1 км западнее пос. Греческий (10,5 км от устья) и между пос. Греческий и Цыпка (12 км от устья). Каньонообразный участок долины расположен и между поселками Цыпка и Кирпичное.

Глубина залегания зеркала грунтовых вод в естественных условиях на площади пойменных террас не превышает 1,5–3 м, а на первой надпойменной террасе достигает 4–5 м. Максимальная мощность водоносного горизонта (до 40 м) прослеживается на приустьевом участке долины Туапсе. На площади водозабора ТНПЗ она составляет 34–37 м), снижаясь у бортов долины до 16,5 м.

Подземные воды в галечниках, залегающих под линзообразными прослоями глин, характеризуются местными напорами от 10–15 до 20–25 м. Обычно уровни субнапорных вод устанавливаются выше отметок зеркала грунтовых вод, а на участках инфильтрации речных вод в водоносный горизонт (зоны местного питания микробассейнов) пьезометрические уровни субнапорных вод устанавливаются несколько ниже отметок зеркала безнапорных вод, что связано с потерей напоров с глубиной, являющейся необходимым условием инфильтрации поверхностных вод в пласт.

Питание аллювиального грунтового потока происходит, главным образом, за счет инфильтрации поверхностных вод и в меньшей степени – за счет инфильтрации атмосферных осадков. Частичное пополнение естественных запасов грунтовых вод происходит за счет дренирования подземных вод склоновых четвертичных отложений и коренных пород. Характер взаимосвязи

поверхностных и подземных вод долины и величина питания аллювиального потока во многом зависят от изменения площади поперечного сечения водоносного горизонта.

На участках водоносного горизонта между смежными сужениями долины выделяются местные зоны питания, транзита и частичной разгрузки подземных вод. Эти участки долины представляют собой своеобразное сочетание грунтового потока с грунтовым «микробассейном» и характеризуются значительными естественными ресурсами и запасами подземных вод.

Сразу же ниже по течению от сужений, в связи с постепенным увеличением площади поперечного сечения переуглубления долины, происходит инфильтрация речных вод в валунно-галечниковые отложения и увеличение естественных ресурсов аллювиальных вод.

В пределах собственно расширенных участков долины, где площадь поперечного сечения потока остается практически постоянной, взаимосвязь речных и подземных вод проявляется в накоплении и отдаче реке регулировочных запасов аллювиальных вод, т.е. отмечается, главным образом, в периоды паводков. Эти участки «микробассейнов» рассматриваются в качестве местных зон транзита подземных вод.

Водовмещающими породами являются галечниковые отложения с включением валунов. Тип заполнителя в грубообломочном аллювии неоднороден и от устья долины к верховьям изменяются, в целом, от гравийно-песчаного до гравийно-песчано-глинистого и гравийно-суглинистого, что обуславливает закономерное снижение водообильности валунно-галечниковых отложений вверх по долине [22, с.84].

По водообильности аллювиальных отложений в долине р. Туапсе можно выделить два участка. Первый – протяженностью 10 км, расположен от устья реки до пос. Красное, второй участок охватывает остальную часть долины.

В низовьях долины до пос. Холодный Родник дебиты эксплуатационных скважин составляют 29–55 л/с при понижениях уровня до 1,5–2,5 м, а удельные дебиты отдельных скважин достигают 20–30 л/с.

Зависимость дебита от понижения уровня при опытных откачках из скважин параболическая, что характерно для грунтовых вод.

Фильтрационные свойства аллювиальных отложений изменяются по трем основным направлениям: по вертикальному разрезу, по поперечному сечению и по простираанию долины.

Некоторое снижение фильтрационных свойств аллювия с глубиной связано с постепенной сменой рыхлого галечно-валунного материала, слагающего верхние горизонты разреза, сравнительно уплотненными осадками более древних стадий накопления аллювиальных отложений.

В некоторых сечениях долины ухудшение фильтрационных свойств аллювиальных отложений обычно отмечается в 20–100 метровой полосе вдоль коренных бортов. Это объясняется, в основном, обогащением аллювия в процессе его накопления суглинисто-глинистым материалом, сносимым со склонов долины.

Для Центральной части переуглубления долины характерно постоянство фильтрационных свойств аллювиальных отложений. Это объясняется, главным образом, частыми смещениями русла реки, происходившими в процессе формирования аллювиальных толщ, что исключало образование каких-либо зон прирусловой глинистой кольматации (скважины №№ 3э–11э на водозаборе Мессажай, скважины 1э–9э водозабора ТНПЗ).

Истинные скорости фильтрации подземных вод изменяются в зависимости от глубины исследований, от 4,7–4,8 м/сут. для пойменного аллювия, характеризующегося сравнительно рыхлым сложением, до 2–3,1 м/сут. для нижней части валунно-галечникового разреза на участках с повышенным содержанием пылевато-глинистых фракций в заполнителе. Значения истинной скорости фильтрации хорошо согласуются с коэффициентами фильтрации аллювиальных отложений. Зависимость истинной скорости движения подземных вод от коэффициента фильтрации, определенного по данным опытных откачек, близка к прямолинейной.

Направление движения подземных вод в большинстве случаев (на

участках со сравнительно постоянной шириной долины) практически совпадает с простираем долины. Только в зонах частичной разгрузки подземных вод в «микробассейнах» перед сужениями долины грунтовый поток разворачивается к руслу реки на $45-75^\circ$ [21, с.14].

Среднее значение коэффициента водоотдачи аллювиальных отложений по результатам лабораторных исследований – 0,17.

Режим подземных вод аллювиальных отложений в естественных условиях зависит от гидрологического режима р. Туапсе. Минимальные отметки уровня подземных вод в скважинах фиксируются в летне-осеннюю межень в августе–октябре, в основном в конце меженного периода.

Наиболее высокое положение зеркала грунтовых вод наблюдается в паводковый период с октября–ноября по март–апрель.

Абсолютный максимум уровней зависит по времени от максимума уровня и расхода реки Туапсе и может наблюдаться в любое время года.

В естественных условиях амплитуда колебания уровня составляет 1,10–2,5 м и достигает наибольших значений по скважинам, удаленным от реки.

В условиях эксплуатации подземных вод амплитуда колебания уровня значительно увеличивается. Вне площадей водозаборов составляет 4,1–7,6 м, на водозаборах ТНПЗ и Мессажайском годовые амплитуды колебания достигают максимальных значений – 13–19 м, при этом на конец меженного периода отрыв депрессионной воронки от дна р. Туапсе составляет 10–20 м.

Ход изменения температуры подземных вод сглажено повторяет ход температуры воздуха и речных вод. Температура подземных вод при откачках из скважин изменяется в пределах $10-15^\circ$, достигая максимальных значений в летнюю межень. В течение года температура изменяется от 5–8 до 15–17 и даже $20-22^\circ\text{C}$, достигая крайних значений по скважинам, расположенным у реки.

Питание подземных вод аллювиальных отложений происходит, в основном, за счет фильтрации речных вод, в меньшей степени – за счет инфильтрации атмосферных осадков и дренирования подземных вод меловых и склоновых четвертичных отложений [23, с.47].

Разгрузка грунтового потока происходит в Черное море в районе Туапсинской бухты.

2.2 Качественная характеристика подземных вод источников водоснабжения города Туапсе

На территории Туапсинского городского поселения водоочистные сооружения отсутствуют. Вода, поднимаемая насосной станцией первого подъема, проходит обеззараживание хлором, после чего подается насосной станцией II-го подъема по двум ниткам диаметром 600 мм в сеть города.

Контроль качества питьевой воды централизованного водоснабжения осуществляется лабораторией. Производственная лаборатория контроля качества воды является самостоятельной структурой, входит в состав МУП «ЖКХ города Туапсе», аккредитована Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии в системе СААЛ РФ. Аттестат аккредитации испытательной лаборатории № РОСС RU.0001. 515167 от 28 июня 2013г. по 28 июня 2018 года. В состав лаборатории входят два подразделения:

– отдел лаборатории, который проводит контроль качества питьевой воды централизованного водоснабжения и водоисточников. Контроль качества питьевой воды проводится по утвержденным графикам.

– технологическая лаборатория ОСК, которая ведет контроль за качеством очистки сточных вод и влиянием их на водоем (Черное море). Контролирует поступающие сточные воды промышленных предприятий. Контроль качества ведется по утвержденным графикам.

При оценке качества воды, предназначенной для удовлетворения хозяйственно – питьевых потребностей, обычно используется анализ, в процессе которого определяются : физические свойства (температура, запах и вкус, прозрачность или мутность, цветность), Cl, SO₄²⁻, HCO₃⁻, CO₃²⁻, NO₃⁻, Ca²⁺, Mg²⁺, Fe²⁺, Fe³⁺, pH, CO₂ (свободная), сухой остаток P, NO₂⁻, NH₄⁺ и

окисляемость. Анализ дает общую характеристику воды и производится в полустационарных или стационарных условиях. При этом можно контролировать анализ по сухому остатку с вычислением суммы $K^+ + Na^+$ по разности.

В отдельных случаях (главным образом для подземных вод) может потребоваться подробный анализ с дополнительным определением Na^+ , K^+ , Mn^{2+} , $Fe_2O_3 + Al_2O_3$, SiO_2 , агрессивной CO_2 , H_2S . Этот вид анализа позволяет произвести общий контроль определений не только по сухому остатку, но и по суммам мг – экв анионов и катионов.

Наиболее распространенными формами выражения концентрации химических веществ являются объемная (мг/л) и нормальная (мг – экв /л); в более редких случаях концентрацию выражают в весовой (мг / кг) и молярной (г – мол/л) форме. В любом случае результаты анализа могут быть представлены в виде солей ($NaCl$, $Ca SO_4$ и т.д.), окислов (Na_2O , CaO и т.д.), ангидридов (SO_3 , N_2O_5 и т. д.) или в ионной форме. Последняя форма наиболее полно отражает действительное состояние веществ, растворенных в воде, их диссоциацию, облегчает и ускоряет проверку анализа, и потому в настоящее время является общепринятой. Следует, однако, иметь в виду, что при этой форме выражения неионизированные или очень мало ионизированные соединения (чаще всего трехвалентного железа, алюминия, кремния) обозначаются в виде соответствующих окислов (Fe_2O_3 , Al_2O_3 , SiO_2), а растворенные неионизированные газы – всегда их формулами (CO_2 , H_2S , O_2).

При пересчете концентраций, выраженных в солевой или окисно-ангидридной форме, в ионную форму содержание соли, окисла или ангидрида умножают на отношение молекулярных весов данного иона и соответствующего ему соединения. Например, содержание Ca^{2+} в исследуемой воде при окисной форме выражения анализа, т.е через CaO , оказалось равным $[Ca] = 100$ мг / л. Молекулярные веса: $Ca = 40,08$, $CaO = 56,08$. $40,08$.

$$\text{Следовательно: } [Ca^{2+}] = 100 \cdot \frac{40,08}{56,08} = 71,5 \text{ мг/л.}$$

В таблице 1, в качестве примера, приведен химический анализ воды с определениями, выраженными в ионной, и окисло – ангидридной формах записи.

Таблица 1 – Форма выражения химического состава воды

Ионная форма					Окисно – ангидридная форма		
Наименование определений	Молекулярный или ионный вес	Эквивалентный вес	Концентрация		Наименование определений	Молекулярный вес	Концентрация в мг /л
			в мг /л	в мг – экв / л			
Cl ⁻	35,46	35,46	17,73	0,5	Cl ₂	70,91	35,46
SO ₄ ²⁻	96,07	48,03	72,04	1.5	SO ₃	80,07	60
HCO ₃ ⁻	61,02	61,02	122,04	2	CO ₂	44	88
CO ₃ ²⁻	60,01	30,01	0	0	CO ₂	44	0
NO ₃ ⁻	62,01	62,01	31	0,5	N ₂ O ₅	108	54
Ca ²⁺	40,08	20,04	60,12	3	CaO	56,08	84
Mg ²⁺	24,32	12,16	12,16	1	MgO	40,32	20,16
Fe ²⁺	55,85	27,93	Следы		FeO	71,81	Следы
Fe ³⁺	55,85	18,62	не обнаружено		Fe ₂ O ₃	159,7	не обнаружено
pH	–	–	7		pH	–	7
CO ₂ (свободная)	44	22	22	1	CO ₂ (свободная)	44	22
Сухой остаток	–	–	300	300 мг /л	Сухой остаток	–	300
NO ₂ ⁻	46	46	следы		NO ₃	76	следы
NH ₄ ⁺	18,03	18.03	не обнаружено		NH ₃	17.03	не обнаружено
окисляемость	–	–	18	18 мг /л	окисляемость	–	18

Показатели качества питьевой воды определялись в Туапсинском филиале ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Краснодарском крае», с 15.12.2017 по 15.12.2018 г., с 15.12.2018 по 15.12.2019 г., с 15.12.2019 по 15.12.2020 г. В результате, сформированы таблицы показателей качества воды в скважинах «МУП ЖКХ г.Туапсе» и построены диаграммы присутствия некоторых химических веществ – мышьяка, меди, свинца, марганца, в сравнении с их ПДК. Рассмотрим показатели качества воды в скважинах «МУП

ЖКХ г.Туапсе» (таблица 2).

Таблица 2 — Показатели качества воды в скважинах «МУП ЖКХ г.Туапсе» (с 15.12.2017 по 15.12.2018 г.)

Показатель	Всего исслед.	В т.ч. неуд.	Неуд. концентрации	Макс. мг/л	Мин. мг/л	Среднее мг/л	95% Проц.	Медиана
Санитарно– гигиеническая лаборатория	2428	1						
Аммиак (по азоту)	11			0	0	0	0	0
Железо	2			0	0	0	0	0
Нитраты (по NO ₃)	6			1,6	0	0,26667	1,6	0
Нитраты (по NO ₂)	1			0	0	0	0	0
Сульфаты	6			19,3	8,5	10,87667	19,3	8,5
Кадмий	6			0,0002	0	0,00003	0,0002	0
Марганец	22			0	0	0	0	0
Мышьяк	1			0	0	0	0	0
Свинец	6			0,0008	0	0,00067	0,0008	0,0008
Медь	6			0,0164	0,013	0,01583	0,0164	0,0164
Цинк	6			0,088	0,0264	0,03667	0,088	0,0264
Фториды	1			0	0	0	0	0
Хлор остаточный свободный	150			0,43	0	0,30753	0,37	0,3
Хлориды	55			182,5	9	37,48182	155	26
Хлор остаточный связный	17			0,8	0,3	0,47647	0,8	0,3
Жесткость общая	22			7	3	4,60636	5	4,6
pH	214			8,3	7	7,31243	7,6	7,3
Окисляемость перманганатная	28			0,9	0,24	0,67	0,9	0,8
Общая минерализация (сухой остаток)	22			370	107	231,63864	292	233,5
Нефтепродукты (суммарно)	5			0	0	0	0	0
Хлороформ	92			0,029	0	0,0026	0,013	0
Тетрахлорметан	8			0	0	0	0	0
Запах	76			1	0	0,22368	1	0
Запах при 20 С	300			2	0	0,07333	1	0
Запах при 60 С	302			2	0	0,07285	1	0
Мутность	375	1	2,38	2,38	0	0,05456	0	0
Привкус	302			0	0	0	0	0
Цветность	375			24,8	0	0,44027	0	0
Гексахлорциклогексаген (альфа, бета, гамма– изомеры)	5			0	0	0	0	0

Все перечисленные в таблице 2 соединения относятся к тяжёлым металлам и обладают кумулятивным действием, то есть свойством накапливаться в организме и срабатывать при превышении определённой концентрации в организме.

ПДК в воде меди составляет 1,0 мг/л; цинка – 5,0 мг/л; свинца – 0,03 мг/л; мышьяка 0,05 мг/л; марганца – 0,1 мг/л.

Анализируя рисунок 4, мы определили, что среднее и max значения свинца в воде ниже ПДК и составляет среднее – 0,00067, а максимальное – 0,0008 мг/л. Содержание меди намного ниже ПДК: среднее – 0,01583 мг/л, максимальное – 0,0164 мг/л. Содержание мышьяка и марганца в питьевой воде не обнаружено.

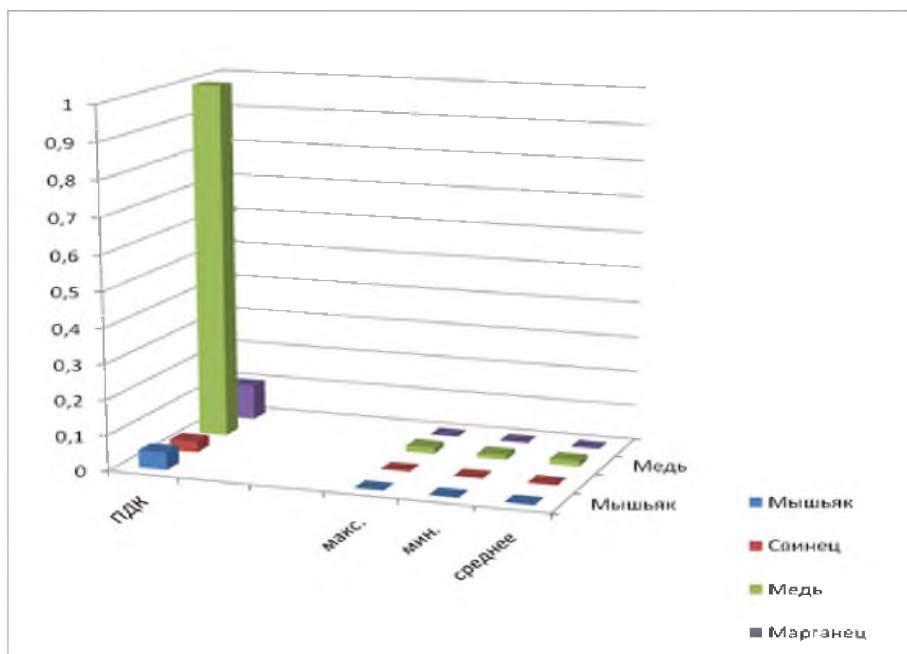


Рисунок 4 –Содержание соединений свинца, мышьяка, меди, марганца в питьевой воде (ПДК, среднее, max), с 15.12.2017 по 15.12.2018 г.

Таблица 3 – Показатели качества воды в скважине«МУП ЖКХ г.Туапсе» (с 15.12.2018 по 15.12.2019 г.)

Показатель	Всего исслед.	В т.ч. неуд.	Неуд. концентрации	Макс. мг/л	Мин. мг/л	Среднее мг/л	95% Проц.	Медиана
Санитарно–гигиеническая лаборатория	8629	1						
Ион аммония	1			0,129	0,129	0,129	0,129	0,129
Показатель	Всего исслед.	В т.ч. неуд.	Неуд. концентрации	Макс. мг/л	Мин. мг/л	Среднее мг/л	95% Проц.	Медиана
Аммиак (по азоту)	56			0	0	0	0	0
Железо	111			0,24	0	0,0064	0	0
Нитраты (по NO3)	100			0	0	0	0	0
Нитраты (по NO2)	55			0	0	0	0	0
Сульфаты	6			15,8	13,8	15,13333	15,8	15,3
Кадмий	1			0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
Марганец	3			0	0	0	0	0
Сероводород	77			0	0	0	0	0
Мышьяк	1			0	0	0	0	0
Свинец	2			0,0055	0,0045	0,005	0,0055	0,005
Медь	2			0,0086	0,0007	0,00465	0,0086	0,00465
Цинк	2			0,1308	0,0617	0,09625	0,1308	0,09625

Продолжение таблицы 3

Фториды	6			0	0	0	0	0
Хлор остаточный (общий)	1			0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Хлор остаточный свободный	932	1	н/о	0,86	0	0,26603	0,35	0,3
Хлориды	230			480	9	74,01087	290	32,5
Хлор остаточный связанный	8			0,85	0,8	0,825	0,85	0,825
Жесткость общая	10			6,2	4,2	4,56	6,2	4,3
рН	832			8	6,1	7,27163	7,7	7,3
БПК5	5			22,8	0,91	8,242	22,8	0,98
Окисляемость перманганатная	16			1,12	0,64	0,93	1,12	0,88
Общая минерализация (сухой остаток)	15			257	117	215,33333	257	225
Нефтепродукты (суммарно)	25			0,1	0	0,03824	0,1	0,03
ПАВанионактивные	4			0	0	0	0	0
Кислород растворенный	3			7,66	7,53	7,59333	7,66	7,59
Хлороформ	126			0,028	0	0,00185	0,012	0
Запах	264			1	0	0,05303	1	0
Запах при 20 С	1069			2	0	0,01029	0	0
Запах при 60 С	1069			1	0	0,01029	0	0
Мутность	1330			38,4	0	0,17923	0	0
Привкус	933			0	0	0	0	0
Прозрачность	3			30	30	30	30	30
Цветность	1330			19,93	0	0,28432	0	0

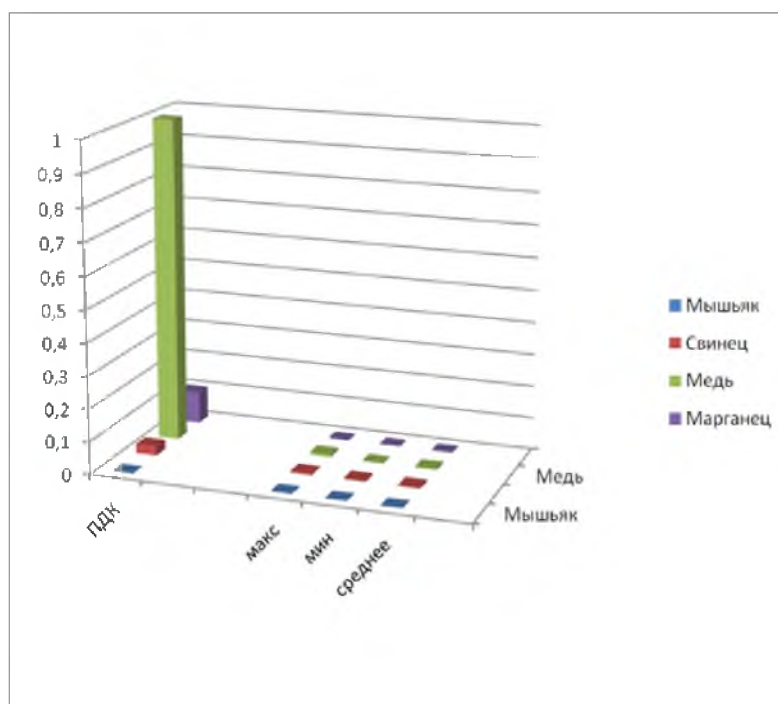


Рисунок 5 – Содержание соединений свинца, мышьяка, меди, марганца в питьевой воде (ПДК, среднее, max), с 15.12.2018 по 15.12.2019 г.

Анализируя рисунок 5, мы определили, что среднее и max значения свинца в воде ниже ПДК и составляет среднее – 0,00213 мг/л, а максимальное – 0,0092 мг/л. Содержание меди намного ниже ПДК: среднее – 0,00319 мг/л, максимальное – 0,0233 мг/л. Содержание мышьяка и марганца в питьевой воде не обнаружено.

Таблица 4–Показатели качества воды в водопроводе «МУП ЖКХ г.Туапсе» (с 15.12.2019 по 15.12.2020 г.)

Показатель	Всего исслед.	В т.ч. неуд.	Неуд. концентрации	Макс. мг/л	Мин. мг/л	Среднее мг/л	95% Проц.	Медиана
Санитарно– гигиеническая лаборатория	5377	0						
Железо	20			0	0	0	0	0
Нитраты (по NO3)	56			1,2	0	0,17429	1,1	0
Сульфаты	5			25	24	24,2	25	24
Кадмий	1			0	0	0	0	0
Марганец	3			0	0	0	0	0
Свинец	1			0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
Медь	1			0,0026	0,0026	0,0026	0,0026	0,0026
Цинк	1			0,0115	0,0115	0,0115	0,0115	0,0115
Фториды	5			0	0	0	0	0
Хлор остаточный (общий)	20			0,32	0	0,1345	0,32	0,1
Хлор остаточный свободный	706			0,65	0	0,22259	0,33	0,3
Показатель	Всего исслед.	В т.ч. неуд.	Неуд. концентрации	Макс. мг/л	Мин. мг/л	Среднее мг/л	95% Проц.	Медиана
Хлориды	251			700	0	79,75737	462,5	20
Хлор остаточный связный	8			0,85	0	0,70625	0,85	0,8
Хлор активный	1			0	0	0	0	0
Плавающие смеси	1			0	0	0	0	0
Жесткость общая	57			4,6	0	4,09474	4,6	4,2
pH	563			8,2	0	7,17565	7,7	7,3
БПКполн	1			0	0	0	0	0
БПК5	3			2,15	0,87	1,35333	2,15	1,04
Окисляемость перманганатная	15			1,28	0,56	0,90133	1,28	0,96
Фенол	4			0	0	0	0	0
Взвешенные вещества	4			53	3	17,25	53	6,5
Общая минерализация (сухой остаток)	19			350	0	230,68421	350	240
Нефтепродукты (суммарно)	9			0,13	0	0,03067	0,13	0,016
ПАВанионактивные	5			0	0	0	0	0
Кислород растворенный	1			9,33	9,33	9,33	9,33	9,33
Хлороформ	50			0,029	0	0,00501	0,019	0
Запах	262			3	0	0,20229	1	0
Запах при 20 С	560			2	0	0,03036	0	0
Запах при 60 С	568			2	0	0,02817	0	0
Мутность	828			2,04	0	0,07041	0,71	0

Продолжение таблицы 4

Окраска	1			0	0	0	0	0
Привкус	515			0	0	0	0	0
Прозрачность	1			30	30	30	30	30
Цветность	829			30	0	0,81634	6,66	0

Изучив рисунок 6 можно сделать вывод о том, что максимальное значение содержания свинца также не превышало ПДК и составило – 0,0003 мг/л, среднее – 0,0003 мг/л. Проведя оценку данных, содержания меди в питьевой воде, можно сделать вывод о том, что среднее и максимальное значения ниже ПДК и составляют: среднее – 0,0026 мг/л, а max 0,0026 мг/л. Марганец и мышьяк не обнаружены.

Как мы видим, показатели качества питьевой воды, с 15.12.2017 по 15.12.2018 г., с 15.12.2018 по 15.12.2019 г., с 15.12.2019 по 15.12.2020 г., исследуемых веществ, в пределах допустимых норм.

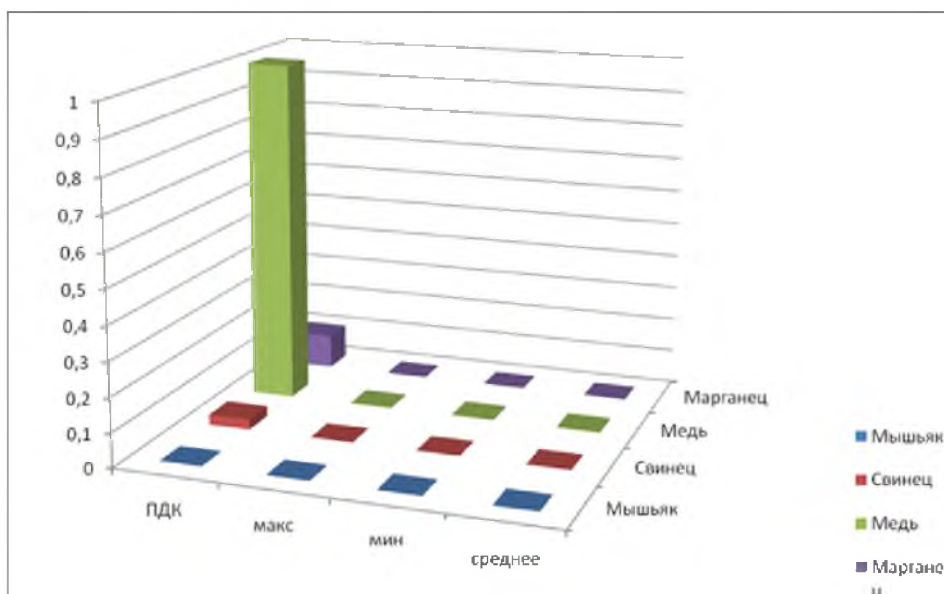


Рисунок 6 – Содержание соединений свинца, меди, марганца в питьевой воде (ПДК, среднее, max), с 15.12.2019 по 15.12.2020 г.

Приступая к изучению анализов воды, необходимо прежде всего убедиться в их правильности.

Правильность определения физических свойств (температуры, цветности, мутности или прозрачности, запаха и вкуса) может быть проверена только при помощи повторных определений в аналогичных условиях; поэтому

проектировщик, как правило, должен иметь серии анализов для одних и тех же точек и условий отбора. При количественной оценке мутности воды следует помнить, что этот показатель имеет наибольшую ценность при сравнении проб, но дает лишь приближенное представление о фактическом содержании взвешенных веществ. Последние для расчетных грязевых нагрузок должны быть определены весовым способом [4, с.4].

Для контроля химического анализа сравнивают суммарное количество всех нелетучих составных частей, определенных анализов, с величиной сухого остатка. Естественно, что из – за неточностей в определениях всегда будет наблюдаться разница в сравниваемых величинах. Но, как правило, вес сухого остатка оказывается не более чем на 7 – 12 % выше суммы ионов солей. Такого рода контроль исключает возможность появления ошибки в анализе, а в отдельных случаях указывает на необходимость дополнительных определений.

Анализы физических, химических и бактериальных свойств воды используются при проектировании водопроводных сооружений для выявления лучшего с санитарной точки зрения места водозабора. Для определения характера обработки воды и выполнения предъявляемых к ней требований. Данные анализов, кроме того, позволяют рассчитать ориентировочные дозы реагентов, необходимых для обработки воды по проектируемой технологической схеме. Последняя возможность особенно важна при отсутствии технологических анализов, которых проектировщики часто не имеют.

Сравнение химического и бактериального анализов воды с требованиями ГОСТ 2761 – 96 позволяет решить вопрос о возможности использования избираемого источника для хозяйственно – питьевого водоснабжения, следует однако, иметь ввиду, что превышение предельного содержания показателей, приведенных в ГОСТе, не исключает возможности использования источника в поставленных целях, но ставит перед проектировщиком дополнительные задачи по определению мер улучшения свойств воды. Эти меры в каждом

случае должны согласовываться с органами Государственной санитарной инспекции [7, с.78].

Окончательное решение о методах обработки принимается на основе сравнения физико-химических и бактериальных свойств воды с требованиями ГОСТ 2874 – 96, а также в зависимости от расхода обрабатываемой воды и местных условий.

Следует заметить, что для выявления необходимых методов обработки воды используются не все показатели, характеризующие источник водоснабжения. Некоторые из них (NO_2^- , NH_4^+ , NO_3^- , окисляемость) были использованы раньше для предварительной оценки санитарного состояния источника, а HCO_3^- , CO_3^{2-} , CO_2 , pH – для проверки анализа по сухому остатку и значению pH. Кроме того, показатели HCO_3^- , pH, а также окисляемость и температура используются для решения частных вопросов проектирования водоочистных сооружений.

Содержание HCO_3^- для подавляющего большинства природных вод (особенно в открытых водоемах) при практическом отсутствии в них ионов CO_3^{2-} и OH^- отождествляется со щелочностью воды (мг – экв /л), т.е. концентрацией веществ, способных нейтрализовать кислоты. Контроль щелочности параллельно с контролем содержания CO_2 и pH на последовательных этапах обработки воды позволяет при проектировании сооружений выявить необходимость подщелачивания и подкисления воды. Это обеспечивает наиболее выгодные условия прохождения проектируемых технологических процессов и позволяет ориентировочно определить дозы реагентов, необходимые для создания этих условий. Концентрация HCO_3^- , помимо этого, численно определяет карбонатную жесткость воды.

При повышенной окисляемости воду нужно хлорировать перед введением раствора коагулянта для окисления и разрушения органических веществ, тормозящих процесс коагуляции. Температура воды является фактором, определяющим (наряду с характером загрязнений) выбор коагулянта.

Подземные воды долины р. Туапсе в течение всего года сохраняют гидрокарбонатно-кальциевый состав I и II типов.

Минерализация их изменяется в пределах 0,214–0,426 мг/дм³, лишь в единичных случаях снижаясь до 0,121–0,196 мг/дм³, что объясняется расположением скважин вблизи реки.

По данным эксплуатации водозабора подземные воды эксплуатационных скважин характеризуются постоянством химического состава в течение всего периода их эксплуатации. Коли–титры воды обычно изменяются от 125 до 333. Наиболее низкие значения коли–титров возможны в любое время года, независимо от расхода реки и объясняется присутствием источника загрязнения, в основном населенные пункты, расположенные в пределах водозабора и выше него [16, с.12 – 13].

Как видно из таблицы 5, качественный состав подземных вод за более чем 20–летний период не изменился.

Таблица 5 — Средние и экстремальные значения основных компонентов химического состава подземных вод водозабора МУП «ЖКХ города Туапсе» за период с 2001 по 2021г.г.

№ п/п	Показатели качества воды	Ед. изм.	ПДК по СанПиН 1.2.3685–21	Среднее значение	Максимальное значение	Минимальное значение
1	2	3	4	5	6	7
1	Мутность	мг/дм ³	1,5(2,0)	0,60	0,92	0,42
2	Водородный показатель, рН	ед. рН	6–7	7,59	8,30	7,30
3	Жёсткость общая	ммоль /дм ³	7,0(10)	3,35	4,40	1,20
4	Окисляемость	мг/дм ³	5,0	1,02	2,30	0,40
5	Минерализация	мг/дм ³	1000	293,16	380,00	117,50
6	Сухой остаток	мг/дм ³	1500	224,42	270,00	93,10
7	Натрий+Калий	мг/дм ³	–	10,19	22,50	5,00
8	Магний	мг/дм ³	–	5,05	14,58	0,00
9	Кальций	мг/дм ³	–	62,26	120,00	24,00
10	Железо общее	мг/дм ³	0,3(1,0)	0,01	0,05	0,00

Продолжение таблицы 5

11	Стронций	мг/дм ³	7,0	0,46	0,54	0,37
12	Аммиак (по азоту)	мг/дм ³	2,0*	0,35	1,00	0,10
13	Нитрит–ион	мг/дм ³	3,0*	0,00	0,02	0,00
14	Нитраты (по NO ₃ ⁻)	мг/дм ³	45	0,95	2,95	0,00
15	Сульфаты	мг/дм ³	500	17,47	25,90	7,00
16	Гидрокарбонаты	мг/дм ³	–	182,54	262,30	54,90
17	Хлориды	мг/дм ³	350	7,17	15,00	2,76
18	Кремний	мг/дм ³	10*	2,65	4,98	0,30
19	Медь (сум.)	мг/дм ³	1,0	0,01	0,05	0,00

Содержание ионов натрия, магния, хлора и сульфата изменяется в пределах, соответственно, 0–64, 0–35, 3–18, 0–38,4 мг/дм³. Кальция содержится в пределах от 17 до 91 мг/дм³, а гидрокарбонат–ион – от 122 до 256 мг/дм³. Содержание в подземных водах железа не превышает 0,1 мг/дм³.

Общая жесткость подземных вод колеблется от 1 до 4,9 мг–экв/дм³. Неустраняемая жесткость при этом составляет менее 10%. Содержание нитритов в подземных водах долины р. Туапсе изменяется от нуля до 0,05 мг/дм³. Содержание нитратов достигает 2,0 мг/дм³, что не превышает предела норм для хозяйственно–питьевого водоснабжения. Ион аммония – до 0,5 мг/дм³, реакция воды (рН) от слабокислой (6,6) до слабощелочной (7,6). При детальной разведке и при дальнейших исследованиях в подземных водах аллювиальных отложений долины р. Туапсе медный купорос, хлорофос, ДНОК, хлорокись меди, цинк, рогор, фосфамид и фосфид цинка не обнаружены. Однако вопрос о возможности заражения ядохимикатами нельзя считать решенным.

Содержание фтора, йода, брома, урана, радия, ртути, меди, цинка, свинца, хрома трех– и шестивалентного, никеля, кобальта, молибдена, бария, фенолов и нафтеновых кислот не превышает допустимых норм.

В целом колебания содержаний макрокомпонентов незначительны, т.е.

можно сделать вывод о постоянстве химического состава в количественном выражении.

Подземные воды циркулируют в хорошо промытых водоносных отложениях, которые можно отнести к геохимически «инертным» породам. Как следствие, состав этих вод отличается минимальными концентрациями макро- и микрокомпонентов. Содержания органических веществ, судя по величине перманганатной окисляемости, тоже минимальны, что фиксируется и по аналитическому отсутствию нефтепродуктов, фенолов, поверхностно-активных веществ. Концентрации нормируемых микроэлементов не превосходят значений ПДК. Органолептические показатели качества подземных вод отвечают требуемым кондициям по вкусу, запаху; они бесцветны [25, с.70 – 71].

По микробиологическим и вирусологическим показателям подземные воды четвертичного водоносного горизонта безвредны в эпидемическом отношении.

По радиационным показателям качество воды соответствует гигиеническим нормативам. Суммарная альфа-активность и бета-активность составляют 0,0119–0,0636 Бк/л (норма 0,1) и 0,3188–0,4458 Бк/л (норма 1,0) соответственно, что не превышает нормативы.

Качество подземных вод на участке водозабора соответствует требованиям Санитарно-эпидемиологических правил и норм СанПиН 1.2.3685–21, по комплексу обобщенных, санитарно-токсикологических, органолептических, радиационных, микробиологических и вирусологических показателей.

Высокие кондиции качества подземных вод аллювиальных водоносных горизонтов отличаются стабильностью за многолетний период исследований. Следовательно, можно прогнозировать, что дальнейшая работа водозабора не приведет к существенным изменениям химического состава подземных вод.

Химический состав подземных вод склоновых отложений достаточно разнообразен. Эти воды имеют гидрокарбонатный кальциево-натриевый,

гидрокарбонатно-сульфатный, кальциево-натриевый и кальциево-магниевый, а также гидрокарбонатно-хлоридный кальциево-магниевый составы. Интересно, что чем ниже минерализация этих вод, тем выше в них относительные концентрации хлор, натрий ионов, что является отражением преобладающего состава дождевых осадков и еще раз подтверждает преимущественное атмосферное питание подземных вод. Из-за отсутствия надежной изоляции от возможных источников загрязнения воды субэвральные отложения вблизи населенных пунктов часто характеризуются неудовлетворительным санитарно-бактериологическим состоянием.

3 Мониторинг подземных вод водозаборных сооружений, базируемых на Туапсинском месторождении подземных вод

3.1 Организация мониторинга подземных вод

В соответствии с «Методическими рекомендациями по ведению мониторинга месторождений и участков водозаборов питьевых подземных вод» (Москва, 1998 г., МПР РФ) наблюдением должны быть охвачены все эксплуатируемые водоносные горизонты и комплексы, причем точки наблюдений следует располагать равномерно, как на территории групповых водозаборов, так и в зоне их влияния [2, с.31].

Таким образом, для наблюдений рекомендуется использовать все скважины. Такой выбор наблюдательной сети позволит наиболее полно изучить эксплуатируемые водоносные комплексы и позволит в ближайшее время провести переоценку запасов подземных вод водозабора.

Организация мониторинга подземных вод предусматривает выполнение следующих организационно–технических мероприятий:

1. Подготовка и обустройство эксплуатационной наблюдательной скважины для замеров уровней воды (динамического), которая заключается в установке замерной трубки (рисунок 7). Для измерения уровня воды монтируется так называемая пьезометрическая труба, препятствующая запутыванию кабеля электроуровнемера в токопроводящих кабелях насоса. Это металлическая или пластиковая труба диаметром 20 – 25 мм, которая устанавливается на 5 – 10м ниже динамического уровня.

В крайнем случае, в станине необходимо изготовить отверстие для замеров уровня. Выполнение замеров по трубкам наиболее безопасное, надежное и точное, как статического, так и динамического уровня. Замеры уровня через отверстия менее надежны, поскольку датчик, хлопущка могут запутаться в проводах, и даже заклинить в трубах насоса, поэтому эти замеры можно производить в период подъема насоса (при его замене или хлорировании скважины).

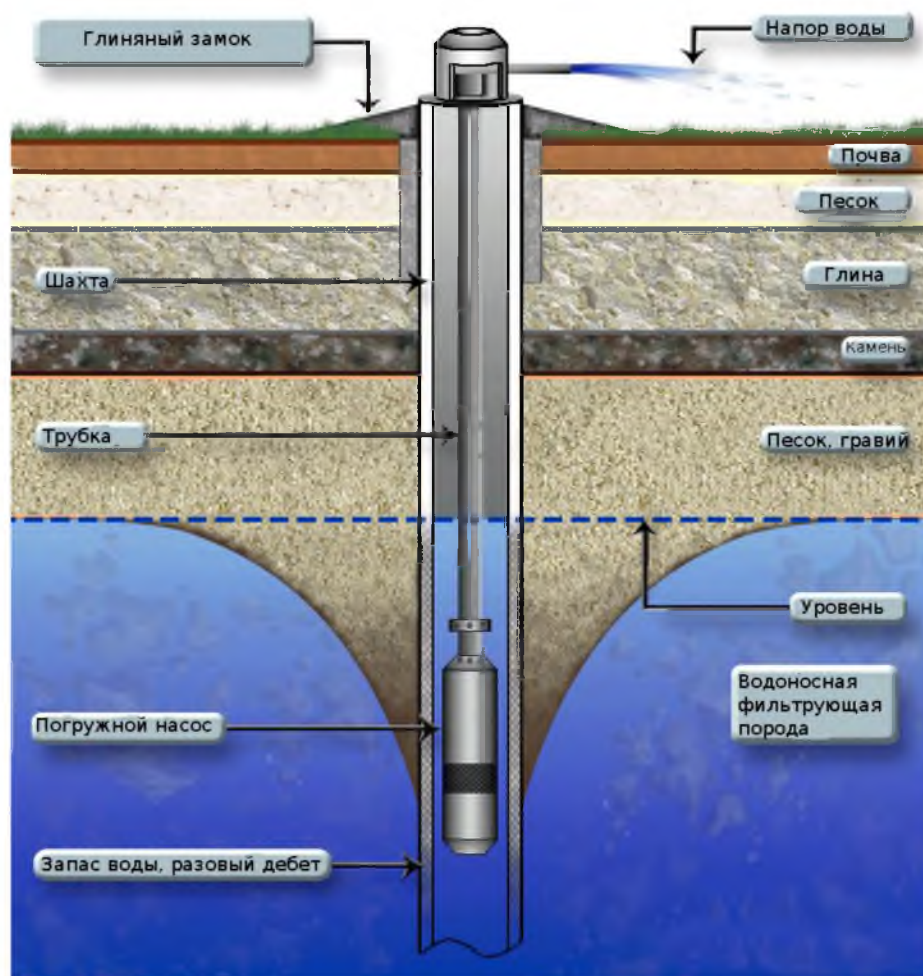


Рисунок 7 – Замерная труба

На эксплуатационной (наблюдательной) скважине должен быть нанесён краской номер.

Оборудовать трубками необходимо будет 31 скважина. Трубка диаметром 25 мм устанавливается на 10 м ниже современного динамического уровня. Максимальный динамический уровень отмечается в скважине 29-э – 10м.

Всего потребуется $(10+10)*31 = 620$ м замерных труб с муфтами. Спуск замерных трубок в трубах большего диаметра может осуществляться самоходной буровой установкой или автокраном. Всего потребуется 31 монтаж – демонтаж для скважин 1 группы с $K = 0,6$.

Также по 31 скважине предусматривается:

2. Оснащение наблюдателей техническими средствами измерения уровня подземных вод (рулеткой, электроуровнемером).

3. Подготовка бланков форм документов для регистрации результатов наблюдений за уровнем подземных вод, дебитом водозаборных сооружений, а также за отбором проб на химические и микробиологические анализы.

Мониторинг подземных вод включает в себя наблюдения за водоотбором, уровневый режимом и гидрохимическим составом подземных вод и санитарно-техническим состоянием водозаборного сооружения [8, с.127].

Наблюдения за эксплуатируемым водоносным комплексом проводятся непосредственно в водозаборной скважине. Наблюдаемыми показателями являются:

- величина водоотбора (дебит водозаборной скважины);
- уровень подземных вод;
- химический состав, физические свойства подземных вод, их микробиологические характеристики;
- санитарное состояние водозабора и прилегающей территории.

Отбор подземных вод является важнейшей характеристикой эксплуатируемого водоносного комплекса. Учет его также необходим для установления величины платежей при пользовании недрами для добычи подземных вод.

В соответствии с требованиями СНиП 2.04.02–84* «Водоснабжение. Наружные сети и наблюдения» все водозаборные скважины оборудуются специальными водомерами, фиксирующими величину отбора воды. С помощью водомеров определяется объем воды (m^3) за сутки, месяц и т.д.

В связи приказом № 205 от 08.07.2009 г. Министерства природных ресурсов и экологии РФ Об утверждении Порядка ведения собственниками водных объектов и водопользователями учета объема забора (изъятия) водных ресурсов из водных объектов и объема сброса сточных вод и (или) дренажных вод, их качества вместо формы № ПОД–11 вводятся формы 1.1 и 1.2, а вместо формы № ПОД–12 – 1.5 и 1.6.

Наблюдения за количеством отбираемых подземных вод выполняются и

будут выполняться на 31 эксплуатационной скважине по водомеру и регистрироваться в журналах по формам 1.1 и 1.2.

Фиксация величины водоотбора в журнале учета водопотребления при круглосуточной работе скважины должна проводиться 1 раз в 10 суток, при прерывистой работе – перед каждой остановкой скважины.

Учет водоотбора будет выполняться по 1 эксплуатационной скважине подекадно (три раза в месяц) с последующими подсчетами за месяц и год.

$31 \text{ скв.} \times 3 \times 12 = 1116 \text{ замеров за год.}$

Затраты времени на измерение водоотборов составят: $1116 \times 0,031 \times 0,12 = 4,15$ смен. Затраты времени на снятие и запись замера по водомеру, в среднем, составляют 3–4 мин, поэтому к нормам времени (т. 32) применен К 0,12.

В случае отсутствия или выхода из строя водомера, определение объемов извлеченной из скважины воды осуществляется косвенным методом – через расход электроэнергии. Результаты учета расхода электроэнергии на добычу воды и расчет объёма добытой воды заносится в журнал формы 1.5 и 1.6.

Для характеристики уровня режима подземных вод рекомендуется проводить замеры пьезометрического (динамического) уровня по наблюдательным скважинам. Наблюдения за пьезометрическими уровнями в скважинах должны проводиться 1 раз в месяц при круглосуточных работах и передостановкой и перед включением, если скважина временно включается.

Для замеров уровня можно использовать выпускаемые заводами (фирмами) электроконтактные уровнемеры «УСК–ТЭ–100» или уровнемеры с механическим реверсивным счетчиком «УСБ–Т–100», а также хлопущки на рулетке «РГ–Л–100».

Все измерения уровня производятся от края пьезометрической трубы или опорной плиты, превышение ее или заглубление над поверхностью земли должно быть тщательно измерено и занесено в журнал наблюдений за уровнем подземных вод [19, с.52].

В журнал вносятся данные глубины уровня подземных вод от

поверхности земли, которые вычисляются следующим образом: от глубины уровня подземных вод, измеренного от края пьезометрической трубы или опорной плиты, вычитается высота патрубка (превышение края пьезометрической трубы над поверхностью земли).

Измерение уровня производится 2 раза подряд: если второй раз получается новый отсчет, то двукратное измерение повторяется снова.

Замеры уровней воды будут проводиться 1 раз в месяц по 31 скважине.

Общее количество замеров за год составит: $31 \times 1 \times 12 = 372$ замера.

Каждая из 31 скважин по опыту работы один раз в год останавливается с подъемом насосной колонны (для ремонта или смены насоса). В обязательном порядке необходимо заверить уровни воды после подъема насоса и перед его спуском, всего 2 замера в год. Количество замеров электроуровнемером составит: $2 \text{ замера} \times 31 \text{ скв.} = 62$ замера.

Общее количество замеров уровня при ведении уровня мониторинга подземных вод составит: $372 + 62 = 434$ замера.

Замеры уровней выполняются электроуровнемером без установки треноги. Затраты труда на выполнение замеров составят: $434 \times 0,026 = 11,284$, итого: 434 замера – 11,284 смены.

Наблюдения за качеством подземных вод будут проводиться для установления степени влияния водоотбора на естественный гидрохимический режим подземных вод и для производственного контроля качества воды.

Поскольку Владелец лицензии не проводил расширенные лабораторные исследования подземных вод эксплуатируемого водоносного комплекса, показатели, подлежащие постоянному производственному контролю, в соответствии с требованиями, установленными пиктами 3.3., 3.4.1., 3.5. (таблицы 1, 2, 4) СанПиНа 2.1.4.1074–01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества», принимаются следующие:

– микробиологические показатели (термотолерантные колиформные бактерии, общие колиформные бактерии, общее микробное число);

- органолептические показатели (запах, привкус, цветность, мутность);
- обобщенные показатели (водородный показатель рН, общая минерализация (сухой остаток), жесткость общая, окисляемость перманганатная, нефтепродукты (суммарно), синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ), фенольный индекс);
- общий химический состав хлориды (Cl^-), сульфаты (SO_4^{2-}), гидрокарбонаты (HCO_3^-), карбонаты (CO_3^{2-}), кальций (Ca^{2+}), магний (Mg^{2+}), натрий+калий ($\text{Na}^+\text{+K}^+$), аммоний (NH_4^+), нитриты (NO_2^-), нитраты (NO_3^-), железо общее ($\text{Fe}_{\text{общ}}$);
- микрокомпонентный состав (алюминий (Al^{3+}), барий (Ba^{2+}), бериллий (Be^{2+}), бор (В, суммарно), кадмий (Сd, суммарно), литий (Li), марганец (Mn, суммарно), медь (Сu, суммарно), молибден (Mo, суммарно), мышьяк (As, суммарно), никель (Ni, суммарно), ртуть (Hg, суммарно), свинец (Pb), селен (Se, суммарно), стронций (Sr^{2+}), фтор (F), цинк (Zn^{2+});
- органические вещества и пестициды (гамма-ГХЦГ (линдан), ДДТ (сумма изомеров), 2,4-Д).

В соответствии с требованиями СанПиН 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» количество и периодичность отбора проб воды из каждой водозаборной скважины в течение года должна быть следующей:

- на микробиологические показатели – 4 пробы (по сезонам года); на органолептические показатели – 4 пробы (по сезонам года);
- на обобщенные показатели – 4 пробы (по сезонам года);
- на общий химический состав – 1 проба в год;
- на микрокомпонентный состав – 1 проба в год;
- на органические вещества и пестициды – 1 проба в год.

Производственный контроль качества воды должен осуществляться лабораториями, аккредитованными в установленном порядке на право выполнения исследований (испытаний) качества питьевой воды.

В течение первых трех–пяти лет наблюдений будет определяться полный перечень установленных контролируемых показателей. По результатам наблюдений, учитывая высокую степень защищённости подземных вод от поверхностных загрязнений, перечень контролируемых показателей и периодичность отбора пробы воды будут скорректированы по согласованию Роспотребнадзором:

- исключены из перечня микрокомпоненты, которые ни разу не были обнаружены в подземных водах;
- периодичность отбора проб для определения микробиологических, органолептических и обобщённых показателей сокращена до одного раза в год;
- периодичность отбора проб воды для определения общего химического состава останется прежней – 1 проба в год;
- периодичность отбора проб воды для определения микрокомпонентов, органических веществ и пестицидов уменьшена до одного раза в пять лет.

Пробы будут анализироваться в Аккредитованном испытательной лабораторном центре Туапсинского филиала ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Краснодарском крае» и в собственной Лаборатории МУП «ЖКХ города Туапсе».

Помимо перечисленных компонентов, по рекомендации органов Роспотребнадзора могут отбираться пробы воды на специфические показатели (радионуклиды, ядохимикаты и др.), которые определяются по анализу экологической и водохозяйственной обстановки территории.

Анализы воды, рекомендуемые выполнить по скважинам, должны быть учтены в «Рабочей программе производственного контроля качества добываемой воды по МУП «ЖКХ города Туапсе», которую необходимо разработать и согласовать с органами Роспотребнадзора.

Перед отбором проб воды из ранее простаивающей скважины (ремонт, замена насоса) проводится ее предварительное покачивание. Обязательный

сброс воды во время покачивания– не менее 3–5 объемов столба воды в скважине [3, с.26].

Если проба на химический анализ не может быть проанализирована в день отбора, ее необходимо консервировать. Во всех случаях проба должна быть доставлена в лабораторию не позднее 3-х суток после ее отбора. Выбор способа консервации проб, самого консерванта зависит от геохимического типа вод, гидрогеохимических свойств определяемых компонентов, особенностей химико– аналитического метода определения и регламентируется соответствующими нормативными документами. Объем проб воды и консерванты определяет лаборатория-исполнитель. Лаборатории, производящие анализы, должны быть сертифицированы и аккредитованы.

3.2 Разработка современных методов контроля качества воды питьевого водоснабжения г. Туапсе

Контроль качества воды централизованных систем питьевого водоснабжения г.Туапсе осуществляется химическими и физико-химическими методами анализа.

В настоящее время существуют следующие способы физико-химического контроля качества воды:

- тепловой способ. Кипячение воды в течение 12–20 мин убивает все не спорообразующие микроорганизмы. Для уничтожения спор применяют нагрев воды до 120⁰С под давлением или дробную стерилизацию воды – ее кипятят в течение 15 мин, охлаждают до 35⁰С, выдерживают при этой температуре 2ч для прорастания спор и снова нагревают до кипения;

- действие ультрафиолетового излучения. Вода, длительное время находящаяся на солнечном свете, освобождается от патогенных микроорганизмов. Облучение воды ультрафиолетовыми лучами хорошо обеззараживает воду, свободную от взвешенных и коллоидных примесей;

- действие ионизирующего излучения. По литературным данным,

облучение воды рентгеновскими лучами, γ - и β - излучателями обеззараживает воду. Эти методы обеззараживания воды пока не нашли практического применения;

- действие ультразвуковых колебаний убивает большинство микроорганизмов. Интенсивность ультразвукового излучения должна быть не менее 2 Вт/см^2 при продолжительности озвучивания не менее 5 мин;

- обеззараживание воды фильтрованием. Большинство патогенных микроорганизмов (за исключением вирусов) имеет размер более 1–2 мк. Поэтому фильтрованием воды через фильтры с размерами пор менее 1 мк можно освободить ее от микроорганизмов. Метод этот пригоден только для обеззараживания подземных или хорошо осветленных вод с содержанием взвешенных веществ менее 2 мг/л, так как при большем содержании взвеси, последняя быстро закупоривает поры фильтра, что приводит к резкому снижению его пропускной способности [20, с.144].

В качестве обеззараживающих используют так называемые ультрафильтры из микропористой керамики или фарфора (фильтры Беркефельда, Шамберлена и др.), фильтры с асбестоцеллюлозными фильтрующими пластинами (фильтры Зейца), мембранные ультрафильтры и др.

К физико-химическим методам анализа качества воды, которые используются в г. Туапсе относятся такие методы как хроматография, включая газовую, жидкостную и тонкослойную; электрохимические методы анализа; колориметрия; люминесцентный анализ.

Хроматография метод разделения соединений, основанный на распределении вещества между двумя фазами: неподвижной с большой поверхностью и подвижной, протекающей через неподвижную фазу. Компоненты смеси селективно задерживаются стационарной фазой, причем площади пиков хроматограммы пропорциональны концентрациям соответствующих компонентов. Методом газожидкостной хроматографии в сточных водах определяют органические кислоты с длиной углеродных цепей

C2 – C5> спирты, альдегиды, сложные эфиры, фенолы и другие органические соединения. Метод тонкослойной хроматографии позволяет определять в сточных водах нефтепродукты, побочные продукты синтеза изопрена, фенолы.

Колориметрия метод анализа, основанный на сравнении качественного и количественного изменения световых потоков при их прохождении через исследуемый и стандартный растворы. Определяемый компонент с помощью химической реакции переводят в окрашенное соединение, после чего измеряют интенсивность окраски полученного раствора.

Основные методики определения органолептических свойств питьевой воды.

Государственный санитарно-эпидемиологический надзор за качеством питьевой воды осуществляют органы и учреждения государственной санитарно-эпидемиологической службы в соответствии с нормативными и методическими документами Госсанэпидслужбы России в плановом порядке и по санитарно-эпидемиологическим показаниям [24, с.35].

Для проведения лабораторных исследований (измерений) качества питьевой воды допускаются метрологически аттестованные методики, утвержденные Госстандартом России или Минздравом России. Отбор проб воды для анализа проводят в соответствии с требованиями государственных стандартов.

Характер запаха воды определяют ощущением воспринимаемого запаха (землистый, хлорный, нефтепродуктов и др.) при температуре 20°C и 60°C и оценивают по пятибалльной системе согласно требованиям.

При проведении измерения в колбу с пробкой отмеривают фиксированный объем испытуемой воды. Колбу закрывают пробкой, содержимое колбы несколько раз перемешивают вращательными движениями, после чего колбу открывают и определяют характер и интенсивность запаха. Определения проводят при 20°C и 60°C.

Результаты (таблица 6) определение запаха воды с 15.12.2017 по 15.12.2018 г., количество проб 300 и 302:

– при 20°C – макс. 2, среднее 0,07333;

– при 60°С – макс. 2, среднее 0,07285;

Характер запаха воды очень слабый.

Таблица 6 – Оценка интенсивности запаха воды

Интенсивность запаха	Характер проявления запаха	Оценка интенсивности запаха, балл
Нет	Запах не ощущается	0
Очень слабая	Запах не ощущается потребителем, но обнаруживается при лабораторном исследовании	1
Слабая	Запах замечается потребителем, если обратить на это его внимание	2
Заметная	Запах легко замечается и вызывает неодобрительный отзыв о воде	3
Отчетливая	Запах обращает на себя, внимание и заставляет воздержаться от питья	4
Очень сильная	Запах настолько сильный, что делает воду непригодной к употреблению	5

Определение запаха воды с 15.12.2018 по 15.12.2019 г., количество проб 1069:

– при 20°С – макс. 2, среднее 0,01029;

– при 60°С – макс. 1, среднее 0,01029;

Характер запаха воды очень слабый.

Определение запаха воды с 15.12.2019 по 15.12.2020г., количество проб 560 и 568:

– при 20°С – макс. 2, среднее 0,03036;

– при 60°С – макс. 2, среднее 0,02817;

Характер запаха воды очень слабый.

Различают четыре основных вида вкуса: соленый, кислый, сладкий, горький. Все другие виды вкусовых ощущений называются привкусами. Интенсивность вкуса и привкуса определяют при 20°С и оценивают по пятибалльной системе согласно требованиям.

Характер вкуса или привкуса определяют ощущением воспринимаемого вкуса или привкуса (соленый, кислый, щелочной, металлический и т.д.). При

проведении определения испытываемую воду набирают в рот малыми порциями, не проглатывая, задерживая 3 – 5 секунд.

Таблица 7 – Оценка интенсивности вкуса и привкуса питьевой воды

Интенсивность вкуса и привкуса	Характер вкуса и привкуса	Оценка интенсивности вкуса и привкуса, балл
Нет	Вкус и привкус не ощущаются	0
Очень слабая	Вкус и привкус не ощущаются потребителем, но обнаруживаются при лабораторном исследовании	1
Слабая	Вкус и привкус замечаются потребителем, если обратить на это его внимание	2
Заметная	Вкус и привкус легко замечаются и вызывают неодобрительный отзыв о воде	3
Отчетливая	Вкус и привкус обращают на себя внимание и заставляют воздержаться от питья	4
Очень сильная	Вкус и привкус настолько сильный, что делает воду непригодной к употреблению	5

В результате определения привкуса в пробах воды (таблица 7) с 15.12.2017 по 15.12.2018 г., с 15.12.2018 по 15.12.2019 г., с 15.12.2019 по 15.12.2020 г., вкуса и привкуса не ощущалось.

Цветность воды определяют фотометрически – путем сравнения проб испытуемой жидкости с растворами, имитирующими цвет природной воды.

Определение выполняют на приборе фотоэлектроколориметре (ФЭК–57, ФЭК–60) с синим светофильтром (λ – 413 нм).

На приборе сначала проводят замер показаний электроколориметра для стандартной шкалы растворов, имитирующей цвет природной воды при разной концентрации окрашивающих веществ, затем измеряют саму природную воду и сравнивают окраски. Стандартный раствор готовят путем смешивания известных количеств окрашенных солей двухромовокислого калия ($K_2Cr_2O_7$), и сернокислого кобальта ($CoSO_4 \cdot 7H_2O$) растворяют в подкисленной дистиллированной воде и доводят объем раствора до 1 л. Раствор соответствует цветности 500°.

Для приготовления шкалы цветности используют набор цилиндров Несслера. В каждом цилиндре смешивают приготовленный стандартный раствор в соотношении, указанном на шкале цветности (таблица 8). Раствор в

каждом цилиндре соответствует определенному градусу цветности. Шкалу цветности хранят в темном месте. Через каждые 2 – 3 месяца ее заменяют.

Таблица 8 — Шкала цветности питьевой воды

Стандартный раствор, мл	0	1	2	3	4	5	6	8	10	12	14
Количество подкисленного раствора воды	100	99	98	97	96	95	94	92	90	88	85
Градусы цветности	0	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70

Полученные значения оптических плотностей и соответствующие им градусы цветности наносят на график. Затем в цилиндр Несслера отмеривают 100 мл профильтрованной исследуемой воды и визуально сравнивают со шкалой цветности, производят просмотр сверху на белом фоне. Если исследуемая проба воды имеет цветность выше 70°, пробу следует разбавить дистиллированной водой в определенном соотношении до получения окраски исследуемой воды, сравниваемой с окраской шкалы цветности. Полученный результат умножают на число, соответствующее величине разбавления.

При определении цветности с помощью электроколориметра используются кюветы с толщиной поглощающего свет слоя 5 – 10 см. Оптическая плотность фильтрата исследуемой пробы воды измеряется в синей части спектра со светофильтром при $\lambda - 413$ нм.

Определение мутности производят не позднее, чем через 24 ч после отбора пробы. Мутность воды определяют фотометрическим путем сравнения проб исследуемой воды со стандартными суспензиями [13, с.65 – 66].

Для проведения испытаний применяют фотоэлектроколориметр марок ФЭК–57, ФЭК–60 с зеленым светофильтром ($\lambda - 530$ нм), кюветы с толщиной поглощающего свет слоя 5 – 10 см.

Стандартные суспензии изготавливают из каолина (глина). Для этого каолин просеивают через шелковое сито с диаметром отверстий 0,1 мм, хорошо взбалтывают с 3 – 4 л дистиллированной воды и оставляют стоять 24 ч. Через 24 ч сифоном, не взмучивая осадка, отбирают среднюю не осветлившуюся

часть жидкости. К оставшейся части вновь приливают воду, сильно взбалтывают, снова оставляют в покое на 24 ч и вновь отбирают среднюю не осветлившуюся часть. Так повторяют до тех пор, пока не накопится достаточное количество суспензии с не осаждающейся мутью в течение 3 суток. Затем удаляют жидкость над осадком, как содержащую слишком мелкие частицы.

Из полученного осадка готовят стандартную суспензию так, чтобы в 1 л ее содержалось 100 мг взвеси каолина.

Для проверки концентрации отбирают 250 мл суспензии, фильтруют через промытый беззольный фильтр, осадок промывают, высушивают и прокаливают до постоянной массы. Затем готовят эталонную шкалу, для чего приготовленную рабочую стандартную суспензию мутности взбалтывают и точно отмеренное ее количество разбавляют дистиллированной водой с нулевой мутностью [10, с.36 – 37].

Готовят следующие рабочие стандартные суспензии: 0; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 5,0 мг/дм³. Для приготовления стандартных суспензий можно использовать порошок трепела (SiO₂), не содержащий железа. Градуировочный график строят по стандартным рабочим суспензиям. Полученные значения оптических плотностей и соответствующие им концентрации стандартных суспензий (мг/дм³) наносят на график. Содержание мутности в мг/дм³ определяют по градуировочному графику.

В результате определения мутности воды в пробах с 15.12.2017 по 15.12.2018 г., с 15.12.2018 по 15.12.2019 г., с 15.12.2019 по 15.12.2020 г., мутность в пределах нормы:

- количество проб – 375, макс. 2,38 мг/л, среднее 0,05456 мг/л;
- количество проб – 828, макс. 2,04 мг/л, среднее 0,07041 мг/л.

В результате определения мутности воды, с 15.12.2017 по 15.12.2018 г., обнаружено максимальное превышение мутности на 0,34 мг/л: количество проб – 1330, макс. 3,84 мг/л, среднее 0,17923 мг/л.

Решению вопроса о компоновке очистных сооружений должны

предшествовать выбор схемы технологического процесса очистки воды, а также установление типа, числа и размеров отдельных сооружений (отстойников фильтров и др.). Схему очистки воды, тип сооружений и их компоновку выбирают, исходя из качества воды в источнике и требований потребителей к качеству воды и на основании технико–экономический сравнений возможных вариантов [15, с.144].

В принятой нами схеме очистки воды с применением коагулянтов и флокулянтов вода, подаваемая насосной станцией 1 подъема, поступает в смеситель куда одновременно подаются реагенты, приготовленные в реагентом цехе, где происходит ее тщательное перемешивание с реагентами в течении 1–2 минут. Из смесителя вода поступает на осветлитель со взвешенным слоем осадка, предназначенного для предварительного осветления воды перед фильтрованием. Для глубокого осветления воды применяют фильтры открытого типа. После фильтров осветленная вода поступает в резервуар чистой воды. В трубу, подающую в резервуар, вводится хлор из хлораторной. Необходимый для обеззараживания воды контакт ее с хлором обеспечивается в резервуаре. В нашем случае хлор в воду подается дважды, перед смесителем (первичное хлоривание) и после фильтров (вторичное хлорирование). Из – за недостаточной щелочности исходной воды в смеситель одновременно с коагулянтом подается раствор извести через дозаторы. Для интенсификации процессов коагуляции перед камерой хлопьеобразования вводят через дозатор флокулянт – полиакриламид ПАА – 10.

Смеситель – используется обычный перегородчатый смеситель. Часто применяется осветлитель со взвешенным слоем осадка (Коридорного типа) – Который представляет собой прямоугольный в плане резервуар, разделенный на три секции. Две крайние секции являются рабочими камерами осветлителя, а средняя служит осадка уплотнителем. Осветляемая вода подается у дана осветлителя по перфорированным трубам и равномерно распределяется по площади осветлителя. Затем она проходит через взвешенный слой осадка, осветляется и по перфорированному лотку (или трубе), располагаемому на

некотором расстоянии над поверхностью взвешенного слоя, отводится на фильтры.

Взвешенный слой осадка состоит из хлопьев непрерывно и хаотическидвигающихся под действием потока воды, вследствие чего масса осадка во взвешенном слое постоянно перемешивается. Излишки постоянно накапливаемого осадка отводятся через осадкоприемные окна в осадкоуплотнитель. Осветление воды через движение ее через взвешенный слой объясняется явлением коагуляции. При движении частиц взвеси с потоком воды через взвешенный слой, который непрерывно перемешивается, обеспечивается частое столкновение их с ранее образовавшимися хлопьями и хлопьями, вновь формирующимися вокруг частиц коагулянта. Процесс коагуляции и осветления воды здесь протекает интенсивнее чем в камерах хлопьеобразования и в отстойниках. Перед осветлителем не требуется устройства камер хлопьеобразования [17, с.4 – 5].

Из осветлителя воду подают на фильтры для глубокого осветления путем пропуска ее через толщу песчаной загрузки. Эти фильтра способны улавливать почти все взвеси, в нашем случае используются скорые фильтры (5,5 – 12 м/ч). Скорый безнапорный фильтр представляет собой прямоугольный железобетонный резервуар, который загружен кварцевым песком, уложенным на гравийный поддерживающий слой. Осветляемая вода по трубопроводу подается на фильтр, проходит через фильтрующую загрузку, в которой задерживаются взвешенные частицы, и собираются дренажной системой. Дренаж выполняется из перфорированных труб. Из дренажа по трубопроводу осветленная вода отводится в резервуар чистой воды.

В зависимости от количества воды, поступающей на фильтр, и содержания в ней взвешенных веществ периодически осуществляют промывку фильтра (через 12 – 72 ч).

Промывка скорых фильтров производится обратным потоком воды. Промывная вода по трубе подается в дренаж, который равномерно распределяет воду по площади фильтра. При движении воды снизу вверх через

загрузку фильтрующий слой расширяется, увеличиваясь в объеме и перемешивается, в результате чего происходит отмывка зерен загрузки от загрязнений. промывная вода собирается желобами и отводится в карман. В период промывки задвижки на фильтрах, предназначенных для отвода фильтрата, закрыты. Расход воды, подаваемой на промывку 1 м^3 фильтрующей поверхности, называется интенсивностью промывки ($15\text{--}16 \text{ л/см}^2$). Продолжительность подачи промывной воды на скорый фильтр равна $3\text{--}8$ мин. После промывки фильтр снова включают в работу.

Хлорирование осветленной воды проводится перед поступлением ее в резервуар чистой воды хлорсодержащие реагенты вводят в трубопровод фильтрованной воды концентрация 2 мг/л при этом должны быть обеспечены хорошее смешивание его с водой и достаточная продолжительность (не менее 30 мин) его контакта с водой до ее подачи потребителю. Также производится предварительное хлорирование, способствующее коагуляции и позволяющее снизить расход хлора Осветленную и обеззараженную воду собирают в резервуарах чистой воды, где обеззараживание завершается в результате контакта с дезинфекторами (хлором). Дозирование газообразного хлора осуществляется вакуумными хлораторами. Концентрация остаточного свободного хлора в воде, забираемой из резервуаров чистой воды, должна быть не менее 0.3 и не более 0.5 мг/л . Хлорное хозяйство располагают в отдельно стоящих хлораторных, в которых заблокированы расходный склад хлора, испарители (в случае необходимости) и помещение для хлораторов (хлор дозаторные). Воздух, выбрасываемый в атмосферу постоянно действующими вентиляционными системами складов хлора и хлор дозаторных, удаляется через трубу при этом предусматривается его очистка.

Среди оставшихся в воде после фильтрования бактерий могут быть болезнетворные. Уничтожение их может быть достигнуто: введением в воду сильных окислителей, способных убивать ферменты бактериальных клеток; нагреванием воды до температуры $80 \text{ }^\circ\text{C}$ (пастеризация) – $100 \text{ }^\circ\text{C}$ (стерилизация); облучением воды ультрафиолетовыми лучами; озонированием; воздействием

ультразвуком; введением в воду серебра или других металлов, обладающих олигодинамическим действием на микроорганизмы. Практическое применение нашли 1, 3 и 4-й методы.

В качестве окислителей можно использовать хлор, йод, марганцево-кислый калий, перекись водорода, гипохлорит натрия и кальция. Чаще всего применяют жидкий хлор и хлорную известь. Газообразный хлор сжижают под давлением 0,6...0,8 Па и в жидком виде доставляют на водопроводную станцию в стальных баллонах весом 25 кг. Посредством особых приборов – хлораторов хлор дозируют и смешивают с водой. Полученная в установке для обеззараживания 7 хлорная вода поступает в резервуар чистой воды 8. Обычная доза хлора 1,0...1,5 мг/л в случае предварительного хлорирования до очистных сооружений и 0,3...0,5 мг/л при хлорировании после фильтров. В малых установках применяют хлорную известь. Для устранения запаха хлора к обрабатываемой воде прибавляют одновременно с хлором в небольших количествах аммиак (аммонизация воды). Хлор, введенный в воду, образует хлорноватистую кислоту и соляную кислоту по уравнению $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HOCl} + \text{HCl}$. Хлорноватистая кислота HOCl – соединение нестойкое, диссоциирующее с образованием гипохлоритного иона OCl⁻.

Заключение

Водными объектами Туапсинского района, являются прибрежные воды Черного моря, речные и подземные воды горной зоны. Взаимодействие этих вод происходит в береговой зоне. Оно проявляется в некой распресненности морских вод береговой зоны и перманентной их загрязненности естественными и антропогенными веществами, подступающими с суши. Регион располагает значительными ресурсами подземных вод.

Пресные подземные воды залегают на сравнительно небольших глубинах в зоне активного водообмена. Они приурочены и к трещиноватым, и карстующимся толщам коренных пород, зонам разломов в этих породах, гравийно-галечным аллювиальным отложениям речных долин. В последнем случае подземные воды гидравлически связаны с речными, отличаются высокой водообильностью и широко используются для водоснабжения населенных пунктов.

Система хозпитьевого водоснабжения г. Туапсе и Туапсинского района базируется на подземных водах Туапсинского месторождения, эксплуатация которого ведется Туапсинским водозабором производительностью в год низкой водности – 44 тыс. м³/сут, согласно имеющейся лицензии.

В связи со значительным перепадом отметок рельефа на территории города в настоящее время сложилась 3-х зонная система водоснабжения. Согласно сложившейся схеме водоснабжения насосная станция 2-го подъема, расположенная на площадке туапсинского водозабора, подает воду непосредственно в сеть города и два резервуара по ул. Свободы, емкостью по 2000 м³ с отметкой дна 74,0 м.

Выводы:

– использование водных ресурсов для нужд населения занимает особое место в использовании водных ресурсов, на хозяйственно-питьевые цели в нашей стране приходится около 10% водопотребления, большое значение имеет удовлетворение потребностей населения в питьевой воде в местах его

проживания через централизованные или нецентрализованные системы питьевого водоснабжения, вода характеризуется рядом физических и химических свойств, который должны соответствовать санитарно-гигиеническим нормам;

– контроль качества воды централизованных систем питьевого водоснабжения г. Туапсе осуществляется химическими и физико-химическими методами анализа. Количественный химический анализ воды подразделяют на титриметрический (или объемный) и гравиметрический (или весовой), титриметрический метод анализа используется для определения неорганических и органических веществ в воде, в основе этого метода лежит точное измерение объемов растворов двух веществ, реагирующих между собой, в основе всех расчетов титриметрического метода анализа лежит закон эквивалентов; к физико-химическим методам анализа качества воды, которые используются в г. Туапсе относятся такие методы как хроматография, включая газовую, жидкостную и тонкослойную; электрохимические методы анализа; колориметрия; люминесцентный анализ;

– содержание элементов свинца, мышьяка, марганца и меди в питьевой воде г. Туапсе – их среднее и максимальное значения не превышают ПДК. Показатели запаха, цветности, мутности, привкуса воды в пределах нормы;

– наиболее распространенные технологические схемы очистки речной воды для хозяйственно-питьевых целей: глубокое осветление, обесцвечивание и обеззараживание воды путем коагулирования и последовательного осветления воды в отстойниках и на фильтрах;

– оценка состояния источника питьевого водоснабжения – одна из наиболее ответственных задач при проектировании системы водоснабжения, при решении которой определяется, характер и тип водозаборных и водораспределительных сооружений, необходимость использования той или иной технологии очистки воды.

Список использованной литературы

1. Аксютин, О.Е. Экологическая безопасность строительства и эксплуатации подземных хранилищ газонефтепродуктов в отложениях каменной соли / О.Е. Аксютин, В.А. Казарян, А.Г. Ишков и др. – Вологда: Инфра-Инженерия, 2010. – 44 с.
2. Алиев, Р.А. Основы общей экологии и международной экологической политики: учеб. пособие / Р.А. Алиев, А.А. Авроменко и др. – М.: Аспект–Пресс, 2014. – 384 с.
3. Андросова, Н.К. Экология. Основы геоэкологии: учеб. для бакалавров / А.Г. Милютин, Н.К. Андросова, И.С. Калинин. – М.: Юрайт, 2013 – 542 с.
4. Астахов, А.С. Экологическая безопасность и эффективность природопользования / А.С. Астахов, Е.Я. Диколенко, В.А. Харченко. – Вологда: Инфра–Инженерия, 2009. – 256 с.
5. Бадагуев, Б.Т. Экологическая безопасность предприятия: Приказы, акты, инструкции, журналы, положения, планы / Б.Т. Бадагуев. – М.: Альфа–Пресс, 2012. – 139 с.
6. Бадагуев, Б.Т. Экологическая безопасность предприятия. Приказы, акты, инструкции, журналы, положения, планы. 2-е изд., пер. и доп. / Б.Т. Бадагуев. – М.: Альфа–Пресс, 2012. – 29 с.
7. Буркинский, Б.В. Экономико–экологическая безопасность морехозяйственной деятельности / Б.В. Буркинский. – Ростов н/Д: Феникс, 2008. – 238 с.
8. Ветошкин, А.Г. Основы процессов инженерной экологии. Теория, примеры, задачи: учеб. пособие / А.Г. Ветошкин. – СПб.: Лань, 2014. – 512 с.
9. Волкова, П.А. Основы общей экологии: учеб. пособие / П.А. Волкова. – М.: Форум, 2012. – 126 с.
10. Гутенев, В.В. Основы инженерной экологии: учеб. пособие / В.В. Денисов, И.А. Денисова, В.В. Гутенев. – Ростов н/Д: Феникс, 2013. – 623 с.
11. Графкина, М.В. Экология и экологическая безопасность

автомобиля: учеб. / М.В. Графкина, В.А. Михайлов, К.С. Иванов. – М.: Форум, 2011. – 320 с.

12. Захваткин, Ю.А. Основы общей и сельскохозяйственной экологии: Методология, традиции, перспективы / Ю.А. Захваткин. – М.: КД Либроком, 2013. – 228 с.

13. Калыгин, В.Г. Экологическая безопасность в техносфере. Термины и определения / В.Г. Калыгин. – М.: КолосС, 2008. – 166 с.

14. Калыгин, В.Н. Безопасность жизнедеятельности. Промышленная и экологическая безопасность в техногенных чрезвычайных ситуациях / В.Н. Калыгин, В.А. Бондарь, Р.Я. Дедеян. – М.: КолосС, 2008. – 434 с.

15. Коростелева, Л.А. Основы экологии микроорганизмов: учеб. пособие / Л.А. Коростелева, А.Г. Кошаев. – СПб.: Лань, 2013. – 144 с.

16. Коростелёва, Л.А. Основы экологии микроорганизмов: учеб. пособие / Л.А. Коростелёва, А.Г. Кошаев. – СПб.: Лань, 2013. – 240 с.

17. Кривенко, В.П. Биологические основы экологии: учеб. пособие / В.П. Кривенко. – СПб.: ГУАП, 2012. – 358 с.

18. Маслов, Н.В. Градостроительная экология: учеб. пособие для строит. вузов / Н. В. Маслов. – М.: Высшая школа, 2003. – 284 с.

19. Радько Т.Н. Основы геоэкологии / Т.Н. Радько. – М.: КноРус, 2013. – 144 с.

20. Саркисов О.Р. Экологическая безопасность и эколого–правовые проблемы в области загрязнения окружающей среды: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Юриспруденция» / О.Р. Саркисов. – М.: ЮНИТИ–ДАНА, 2013. – 232 с.

21. Стойков В.Ф. Экологическая безопасность в строительной деятельности: организация, управление: учеб. пособие / В.Ф. Стойков, И.М. Потравный. – М.: Экономика, 2011 – 335 с.

22. Шакуров М.Ш. Основы процессов инженерной экологии. Теория, примеры, задачи: учеб. пособие / М.Ш. Шакуров. – СПб.: Лань, 2014. – 512 с.

23. Шарп С. Основы экологии микроорганизмов: учеб. пособие / С. Шарп. – СПб.: Лань, 2013. – 240 с.