



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 «Анализ мониторинга качества подземных вод водозаборного сооружения
села Кирпичное»

Исполнитель Щурова Юнна Владимировна

Руководитель к.б.н., доцент Долгова-Шхалахова Алина Владимировна

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой _____

Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Цай Светлана Николаевна

« 29 » января 2024 г.

Филиал Российского государственного гидрометеорологического университета в г. Туапсе	
НОРМОКОНТРОЛЬ ПРОЙДЕН	
« 26 » января 20 24.	
	
ПОДПИСЬ	РАСШИФРОВКА ПОДПИСИ

Туапсе
2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1 Общие сведения о районе исследования	5
1.1 Краткие сведения о природно-климатических условиях района.....	5
1.2 Особенности климатических условий	9
2 Анализ мониторинга подземных вод на территории водозаборных сооружений с.Кирпичное	14
2.1 Основные сведения о водозаборе.....	14
2.2 Результаты мониторинга подземных вод	22
3 Программа мониторинга подземных вод водозаборных сооружений	37
3.1 Организация мониторинга подземных вод	37
3.2 Ведение наблюдений за состоянием подземных вод.....	42
Заключение	49
Список использованной литературы.....	51

Введение

С каждым годом доступ к качественной воде все больше осложняется экологическими факторами. Именно поэтому особое внимание человека вызывают подземные воды. Под нашими ногами находятся огромные резервуары с ценнейшим полезным ископаемым – водой. Подземные воды используют для хозяйственных, питьевых, а также производственных нужд.

Водоснабжение с. Кирпичное осуществляется за счет водозабора, состоящего из 2-х скважин (шахтных колодцев) №№ 1-«кир», 2-«кир» расположенного в прибрежной зоне левого берега р. Туапсе. Водозаборными скважинами глубиной до 20 м, каптируется аллювиальный голоценовый водоносный горизонт. Горизонт представлен валунно-гравийно-галечниками отложениями с суглинисто-супесчаным заполнителем. Водоупором служат слабопроницаемые отложения палеоцена и верхнего мела.

Участок недр расположен на восточной окраине с. Кирпичное, на левом берегу реки Туапсе. Участку недр общей площадью 0,214 га, включающим себя площади и границы зон санитарной охраны первого пояса водозаборных скважин, и ограничением по глубине до 20 м, придается статус горного отвода.

Водозабором эксплуатируются пресные подземные воды современных аллювиальных отложений, представленных крупным галечником с валунами и песчано-глинистым заполнителем. Водозабор в с. Кирпичное относится к водозабору фильтрационного типа с использованием подрусловых вод, с непосредственной гидравлической связью между шахтными колодцами и рекой Туапсе. Глубина залегания зеркала грунтовых вод в естественных условиях на площади пойменных рек не превышает 1,5 – 3,0 метров, на подпойменной террасе 4 – 5 метров, максимальная мощность водоносного горизонта достигает 40 м, средняя мощность от 30 до 8 м. Рабочие части фильтров расположены в средней и нижней частях водоносного горизонта.

Актуальность исследований обосновывается тем, что для стабильного обеспечения населения качественной питьевой водой необходим контроль за их

соблюдением, или мониторинг, который представляет собой систему наблюдений, оценку и прогнозирование изменений состояния подземных вод.

Объектом исследования являются подземные воды и система водоснабжения.

Предмет исследования: изучение системы мониторинга за состоянием качества подземных вод и технологии водоснабжения в с.Кирпичное.

Цель данной работы заключается в мониторинге состояния качества подземных вод, системы водоснабжения с. Кирпичное и разработке мер по их улучшению.

Для реализации поставленной цели решаются следующие задачи:

- рассмотреть особенности природно-климатических условий района исследования;
- изучить систему и существующую технологию водоснабжения с. Кирпичное;
- провести анализ результатов мониторинга за качеством подземных и поступающих в водопроводные сети вод;
- оценить эффективность мероприятий по рациональному использованию подземных вод.

1 Общие сведения о районе исследования

1.1 Краткие сведения о природно-климатических условиях района

Район исследований (рисунок 1.1) характеризуется низкогорным и среднегорным сильно расчленённым рельефом с абсолютными отметками горных вершин 200-1000 м. Основными элементами рельефа здесь являются горные хребты, имеющие в большинстве северо–западное простирание, и прорезающие их долины рек и крупных балок. Последние ориентированы, в основном, субмеридионально, вкрест простирания горных хребтов. Глубина эрозионного расчленения рельефа изменяется в значительных пределах: вблизи берега моря превышение водораздельных гребней над днищем долин не превышает 100-200 м, а к верховьям постепенно увеличивается до 600-800 м.

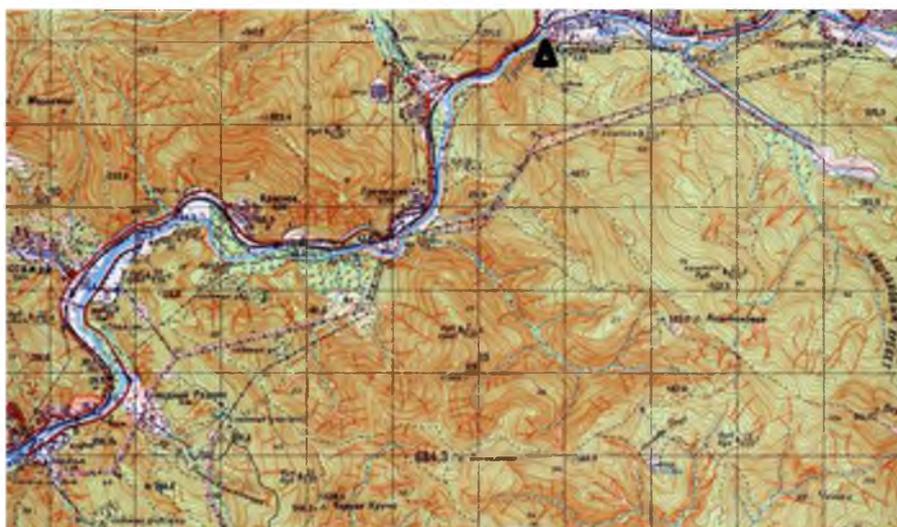


Рисунок 1.1 – Обзорная карта района исследования

Очертания форм рельефа определяются главным образом литологическим составом и тектонической структурой дочетвертичных отложений. Для области развития верхнемелового карбонатного флиша характерен резко расчленённый рельеф с узкими гребнями хребтов, большими (свыше 20° - 30°) уклонами каньонообразных долин балок. В местах развития терригенного флиша нижнего мела развиты мягкие сглаженные формы рельефа с «расширенными долинами и пологими водоразделами.

Долины многочисленных оврагов и балок («щелей») характеризуются

крутыми (свыше 20° - 25°), иногда практически отвесными склонам. Сочленение склонов с низкими речными и балочными террасами обычно сглаживается мощными делювиально–пролювиальными шлейфами [15, с.41].

Водный сток рек и ручьёв в течение года и различных лет крайне неравномерен и характеризуется паводковым режимом. Паводки, обычно, непродолжительны и возможны в любое время года. По существующей классификации все реки района по площади водосбора относятся к малым рекам.

Питание рек смешанное (рисунок 1.2): за счёт атмосферных осадков и подземных вод. Наибольшие среднемесячные расходы большинства рек приходятся на зимне–весенний период с максимумами в феврале–марте. В дальнейшем происходит уменьшение расходов рек и до октября–ноября устанавливается межень, продолжительность которой в наиболее засушливые годы достигает 4–6 месяцев.



Рисунок 1.2 – Карта рек Туапсинского района

Химический состав поверхностных вод в течение года изменяется весьма незначительно и обычно не превышает 0,3–0,5 г/л; волю преимущественно гидрокарбонатного кальциевого состава.

Гидрографическая сеть района водозабора - горного типа и относится к

бассейну Черного моря. Река Туапсе берет начало на южном склоне Главного водораздельного хребта на высоте около 350 м над уровнем моря, в 2 км северо-восточнее горы Лысая. Длина реки 35 км, площадь водосбора 351 км². В верхнем течении, до впадения р. Пшенахо, река носит название Чилипси, а ниже по течению – Туапсе. В верховьях и средней части бассейн реки Туапсе асимметричный, с широкой левобережной частью. Наиболее крупным притоком реки Туапсе является река Пшенахо (левобережный приток), длина которой 18,5 км. Наиболее крупным правобережным притоком является река Цыпка, длиной 11 км. Густота речной сети в бассейне реки Туапсе около 0,8 км/км².

В верхнем течении долина реки Туапсе имеет южное направление, которое, ниже слияния с р. Пшенахо, изменяется на юго-западное.

Долина р. Туапсе преимущественно имеет корытообразный поперечный профиль. На участках между устьем р. Пшенахо и с. Кирпичное, между селами Кирпичное и Цыпка, Цыпка и Греческое и в районе поселка Холодный родник долина резко сужается и местами имеет V-образный поперечный профиль.

Средний уклон реки Туапсе 0,017, а в низовье (ниже пос. Холодный родник) уменьшается до 0,002. Это горная река с быстрым – до 1-2 м/с течением, мелководная в межень и полноводная в паводки. Низкая пойма реки, шириной от нескольких метров до 100-130 м, заливается ежегодно и многократно во время всех крупных паводков на высоту до 1,5-3 м. Высокая пойма заливается полностью 1 раз в 15-20 лет, при этом, высота ее затопления не превышает обычно 0,5 м. Катастрофически ливневые паводки за период наблюдения с 1937 г. были отмечены в августе 1941, 1945 и 1991 годов, когда высота затопления высокой поймы у села Красное, в центральной части Туапсинского горводозабора, составляла около 2,5-5 м [6, с.268].

Уровневый режим р. Туапсе (изучается по посту ГМС «Туапсе» с 1914 г.) подвержен резким колебаниям в любое время года и зависит от количества и интенсивности атмосферных осадков. Максимальные уровни воды наблюдаются в пике паводков, которые за год насчитывается от 16 до 26.

Наиболее высокие паводочные подъемы уровня обычно наблюдаются летом и осенью и связаны с ливневыми дождями. Летние паводки в противоположность зимним - кратковременны, часто происходят в течение нескольких часов, реже – нескольких суток.

Наиболее крупные паводки наблюдались в августе 1991 года и октябре 2010 года, когда уровень воды в реке на участке Георгиевское – Кирпичное поднимался, соответственно, на 8-9 и 5-6 м. В целом период высокого стояния воды в реке приходится на зимний период с ноября по март. Затем, с апреля уровни постепенно снижаются и в августе-октябре занимают наименьшие положения. Амплитуда колебания уровней в году составляет обычно 2,5-4 м.

Водный сток р. Туапсе в течение года и различных лет крайне неравномерен. Многолетний среднегодовой сток составляет 12,54 м³/сек, а модуль стока – 35,7 л/с км². Питание реки смешанное – подземное и дождевое с преобладанием последнего. Ход поверхностного стока в целом повторяет ход уровней и характеризуется паводковыми пиками с резкими подъемами и спадами.

Максимальные среднемесячные расходы реки наблюдаются в декабре-феврале и достигают 40-60 м³/с. Минимальные среднемесячные расходы – 0,05-2,01 м³/с отмечаются в июне-октябре. В межпаводковые периоды вода р. Туапсе прозрачная. Расход взвешенных наносов в это время не превышает сотых и тысячных долей кг/с. Среднемноголетнее значение взвешенных наносов 2,13 кг/с.

Во время паводков река, наряду с большим количеством донных наносов, несет много взвешенных фракций – от глины до песка.

Таким образом, меженные расходы рек обеспечиваются почти исключительно за счет подземной составляющей стока (таблица 1.1). Для гидрогеологических расчетов и в первую очередь, для подсчета запасов подземных вод аллювия, важное значение имеют многолетние минимальные расходы рек, лимитирующиеся величиной их меженного расхода 95% обеспеченности, т.к. речные воды в меженный период являются единственным

источником питания подземных вод гравийно-галечниковых отложений речных долин.

Таблица 1.1 – Расходы р. Туапсе, м³/с.

Расходреки	летне-осенней период						осенне-зимний период					
Средний многолетний	13,4	6,2	5,0	2,4	2,3	2,2	22,1	22,9	22,1	6,1	12,6	24,6
95% обеспеченности	5,1	2,2	1,1	0,6	0,3	0,2	6,1	9,7	9,5	0,4	0,9	7,9

В течении года выделяется два периода с различным режимом подземного питания речного стока. В начале осенне-зимнего периода паводков (октябрь-март) происходит увеличение подземного стока в реки, вызванное восполнением естественных запасов водоносных горизонтов, в значительной мере сдренированных в период летне-осенней межени, продолжительностью 4-6 месяцев. В дальнейшем, по мере полного восполнения естественных запасов подземных вод, величина подземного питания рек до апреля-мая остается практически постоянной и компенсируется обильной инфильтрацией атмосферных осадков в водоносные горизонты. С конца апреля – начала мая, а в многоводные годы – с июня и до осенне-зимнего паводкового периода происходит снижение подземного стока [17, с.44].

Характерно, что летне-осенние ливневые дожди, вызывающие кратковременные паводки на реках не оказывают существенного влияния на величину подземного питания рек, т.к. дождевые воды быстро стекают по густой эрозионной сети, не успевая профильтроваться в водоносные горизонты, а также интенсивно испаряются.

1.2 Особенности климатических условий

Муниципальное объединение расположено на границе двух климатических зон: зоны субтропиков (собственно Черноморское побережье, ограниченное высотами 200 м) и зоны избыточного увлажнения, охватывающий верховье бассейна р. Туапсе. Климат территории в целом

мягкий, влажный, без резких колебаний в зимние и летние месяцы.

Температура воздуха и почвы. Среднегодовая температура воздуха в районе водозабора положительная и изменяется от 12-14° на побережье до 10° в зоне Главного Кавказского хребта. Повсеместно наиболее холодные месяцы декабрь-февраль, наиболее теплые - июль-август. Устойчивость перехода от положительных температур к отрицательным на Черноморском побережье не наблюдается, однако морозные дни возможны с октября по апрель, при этом абсолютные минимумы могут достигать 15-20° мороза. В горах устойчивый холодный период продолжается около 2 месяцев (январь-февраль).

Рост температуры воздуха весной относительно замедлен под влиянием сравнительно холодного остывшего за зиму моря. Среднемесячная температура воздуха в апреле не превышает 11,10.

Лето на побережье наступает в начале мая, а в горах в конце мая-июня. Лето жаркое с абсолютным максимумом +39-42°.

Среднемесячная температура воздуха в августе изменяется от 22,2-23,40 на Черноморском побережье, до 20,2 в горах.

Осень начинается с первой половины октября. В начале она обычно характеризуется сухой и ясной погодой, а вторая ее половина – повышенной облачностью и частыми дождями.

Максимальная глубина промерзания почвы менее 50 см.

Атмосферные осадки. Распределение осадков в течение года и по годам крайне неравномерное. Преобладающая масса осадков выпадает в виде дождей в осенне-зимнее время и летом в виде кратковременных сильных ливней. Часть зимних осадков выпадает в виде снега [20, с.152].

Среднегодовое количество атмосферных осадков изменяется от 1176-1424 мм на Черноморском побережье, до 1642-1843 мм в горной части района. Годовой ход осадков - морского типа с максимумом в зимний период (декабрь-январь). Минимум осадков обычно наблюдается в апреле-мае. Суточный максимум осадков в отдельные годы может достигать 60-100 мм и более. Ливни возможны в течение всего года. В то же время, несмотря на сравнительно

большую годовую сумму осадков, во второй половине лета и осенью возможны засуха, когда осадков выпадет ниже 30% нормы, а среднемесячная температура более чем на 1°С превышает среднемноголетнее ее значение (таблица 1.2).

Таблица 1.2 – Среднемесячное и годовое количество осадков по Муниципальному объединению

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Туапсе	162	145	112	82	62	85	118	117	111	129	136	165	1424

Устойчивый снежный покров образуется только в среднегорной части района в верховьях бассейна р.Туапсе, где сохраняется до апреля.

Влажность воздуха и испаряемость. Среднегодовая упругость водяных паров в районе изменяется в пределах 5,3-21,2 мб. Наименьшая упругость водяного пара отмечается в январе-феврале: 5,3-6,5 мб, а максимальная – в июле и августе – 18,8-21,2 мб.

Для района характерна высокая относительная влажность воздуха в течение всего года - 70-80%, причем наибольших значений она достигает в летнее время в связи с повышенной испаряемостью с водной поверхности моря и рек.

Общая циркуляция атмосферы в районе долины р. Туапсе, как и на всем Черноморском побережье Западного Кавказа, определяется расположением здесь отрога Азиатского антициклона (юго-восток Европейской части России) и прохождением средиземноморских и иранских циклонов.

Кроме общей циркуляции воздуха большое влияние на ветровой режим района оказывает горно-долинная и бризовая циркуляция воздуха.

В прибрежной зоне преобладают ветры северо-восточного направления, повторяемость которых в среднем за год составляет 35-42%. Среднегодовая скорость ветра изменяется от 3,4 до 5,1 м/с, увеличиваясь к северо-западу. Зимой в отдельные годы насчитывается до 10-16 дней в месяц с сильным (более 15 м/с) ветром, а летом число их не превышает 3-7 дней [2, с.181].

Продолжительность безморозного периода в среднем составляет 230-290 дней, иногда достигая 300 дней. Купальный сезон длится 160-170 дней при

температуре воды выше +17°C. Годовой ход средних месячных температур, а также экстремальные значения температур в различные месяцы года представлены в таблице 1.3 климата участка Туапсе-Адлер, наряду с радиационными и циркуляционными факторами, большое влияние оказывает рельеф местности, создающий существенные различия в климатических условиях на относительно небольших расстояниях. Большой Кавказ способствует обострению фронтов в предгорной зоне, увеличению осадков, разнообразию местных ветров и т.д.

Таблица 1.3 – Климатические показатели по данным многолетних наблюдений

Показатель	Зима			Весна			Лето			Осень		
	Дек.	Янв.	Февр.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сент.	Окт.	Нояб.
Среднемесячная температура воздуха	6,7	5,2	5,1	7,6	12,0	16,3	20,7	23,9	24,2	20,0	15,1	10,2
Абсолютный максимум температура воздуха	23,7	22,2	24,0	26,5	30,0	35,4	35,1	41,1	40,0	35,4	31,2	26,1
Абсолютный минимум температура воздуха	-10,5	-19	-15	-8	-4,2	2,3	4,8	5,0	9,0	3,0	-3,9	-9,1
Среднемесячное количество осадков, мм	163	121	110	92	92	84	96	93	118	122	163	182

В зависимости от конкретного года все метеорологические параметры могут испытывать значительные отклонения от средних величин.

Важным фактором, влияющим на климат района, является циркуляция атмосферы. Район находится под влиянием воздушных масс атлантического, арктического и тропического происхождения, которые обычно бывают уже в значительной степени трансформированными и вскоре окончательно перерождаются в континентальный воздух умеренных широт.

Температурный режим рассматриваемого участка обусловлен климатом, характерным для данного региона (таблица 1.4).

Таблица 1.4 – Среднемесячные температуры воздуха

месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
t, C	4.5	5.2	7.6	11.9	16.2	20.2	23.1	23.1	19.4	14.3	10.6	6.9

Ветровой режим формируется под воздействием широтной циркуляции и

местных физико-географических факторов. Преобладающими являются ветры северо-восточного направления, в холодный период (ноябрь-март) увеличивается повторяемость ветров юго-восточного направления, летом – повторяемость южных и юго-западных ветров.

2 Анализ мониторинга подземных вод на территории водозаборных сооружений с.Кирпичное

2.1 Основные сведения о водозаборе

Водозабор расположен в юго-восточной части с.Кирпичное, Муниципального образования (рисунок 2.1), в 13,0км от берега моря, на левой надпойменной террасе долины р.Туапсе, в 30-40 м от русла.

Площадка водозабора расположена на поверхности с абсолютными отметками 67-68 м с уклоном в юго-восточном направлении. К площадке водозабора в северном направлении примыкает р.Туапсе, в северо-восточном – пойма р.Туапсе, в восточном – поле и грунтовая дорога на расстоянии 30 м, юго-восточном – грунтовая дорога на расстоянии – 35 м, в южном направлении: грунтовая дорога – 25 м, а так же заброшенное здание кирпичного завода – 45 – 50 м, на юго-западе: заброшенное здание кирпичного завода – 60 м, грунтовая дорога – 25 м, запад: поле, северо-запад пойма р. Туапсе.

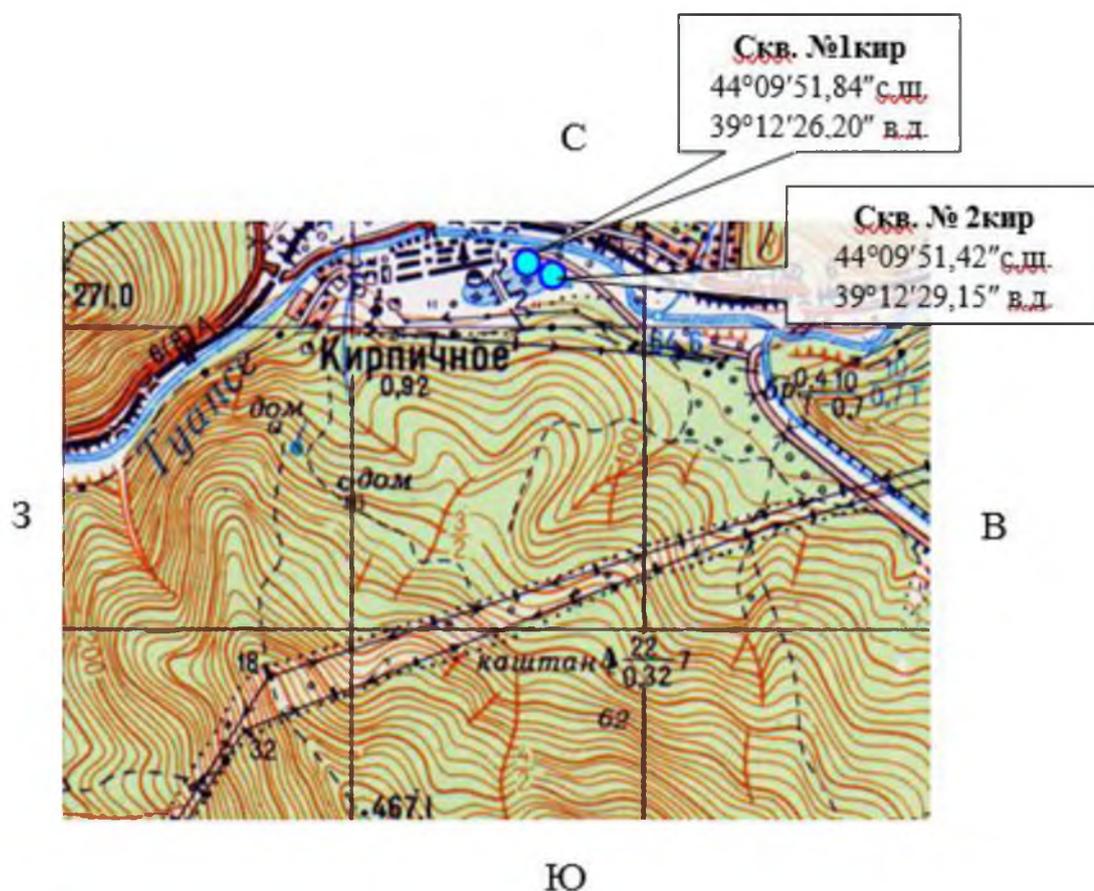


Рисунок 2.1 Схема расположения водозабора и скважин (с.Кирпичное)

Водозабор состоит из 2-х эксплуатационных скважин (№№ 1кир – 2кир) глубиной 15 и 20 м, сооруженных вдоль русла реки с расстоянием между ними 70м.

Водозабором эксплуатируются пресные подземные воды, приуроченные к четвертичным отложениям. Согласно гидрогеологической стратификации подземных вод, это водоносный аллювиальный горизонт голоценовых отложений, представленный валунно-галечниковыми отложениями с валунами изверженных пород с песчаным и песчано-суглинистым заполнителем. Горизонт вскрыт скважинами водозабора на глубину 14 и 19 м [10, с.431].

Скважина №1кир (514) пробурена в 1970-1971гг. Лазаревской ГПП Краснодарской ГРЭ Абсолютная отметка устья скважины №1кир -66,87 м (рисунок 2.2), глубина скважины -15,0 м; конструкция скважины: фильтровая колонна диаметром 219 мм установлена в интервале +0,5–15,0 м с рабочей частью в интервале 6,8-13,6 м. Рабочая часть фильтра – труба Д=219 мм перфорированная, диаметр отверстий 18 мм, с проволоочной обмоткой с расстоянием между витками 2-3 мм. Диаметр проволоки 2,0 мм.

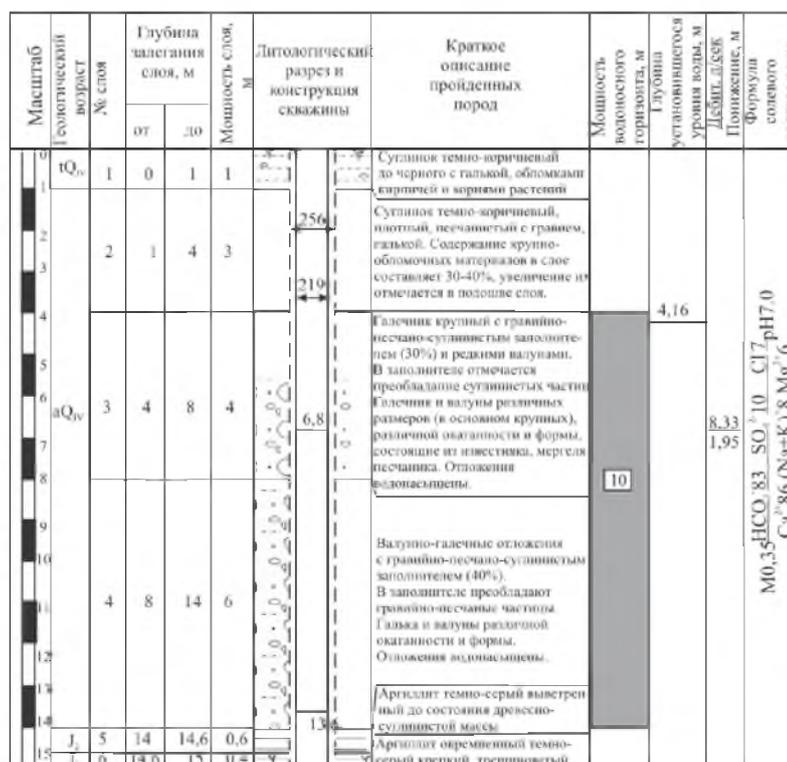


Рисунок 2.2 – Геолого-гидрогеологический разрез разведочно-эксплуатационной скважины №1 кир

Согласно паспортным данным, дебит скважины № 1 кир при строительной откачке, составил 8,33 л/сек ($30\text{ м}^3/\text{час}$, $720\text{ м}^3/\text{сут}$), при понижении уровня воды 2,34 м (динамический уровень составил 6,8м). Статический уровень-4,46м.

Скважина 2 кир пробурена Трестом «Промбурвод» в 1970-71г.г. Абсолютная отметка устья скважины №2э(кир) -66,87 м (рисунок 2.3). Глубина скважины, 20м. Фильтровая колонна диаметром 325 мм установлена в интервале +0,5–20,0 м с рабочей частью в интервале 5,0-20,0м, фильтр-щелистый. Статический уровень- 3,4м.

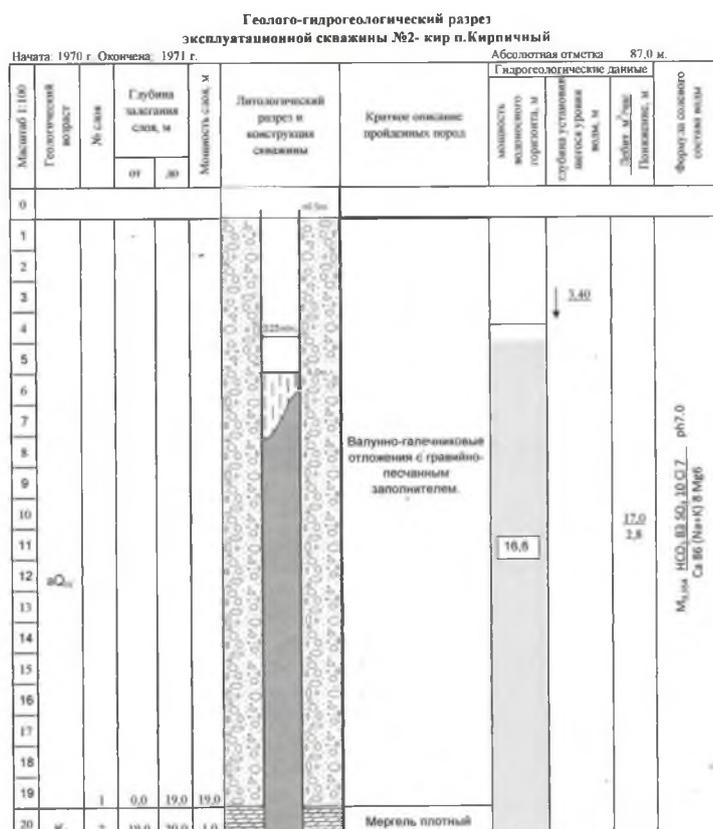


Рисунок 2.3 – Геолого-гидрогеологический разрез разведочно-эксплуатационной скважины №2

Дебит скважины №2 кир, согласно паспортным данным, составил 17,0 л/сек ($1468,8\text{ м}^3/\text{сут}$), при понижении уровня воды 2,8 м (динамический уровень составил 6,2м).

Скважины в настоящее время являются водозаборным сооружением, каптирующим воды аллювиальных валунно-галечниковых голоценовых отложений для водоснабжения с.Кирпичное.

Участок водоснабжения с.Кирпичный по сложности геологического строения и гидрогеологических условий отнесен ко 2-й группе месторождений со сложными геологическим строением, гидрогеологическими, водохозяйственными, экологическими и горно-геологическими условиями. Характеризуются нарушенным залеганием, неустойчивой мощностью и осложненным внутренним строением водоносных горизонтов, неоднородными фильтрационными свойствами водовмещающих пород, невыдержанными гидрохимическими закономерностями [13, с.168].

По химическому составу вода из скважин на водозаборе гидрокарбонатная кальциевая с минерализацией 0,29 г/л.

Существующий водозабор и его обвязка находятся в хорошем техническом состоянии и может в полной мере, обеспечить водоснабжение населения с.Кирпичное (рисунок 2.4).



Рисунок 2.4 – водозабор с.Кирпичное

Для добычи подземных вод скважины оборудованы электропогружными насосами ЭЦВ 8-25-100 (1кир) и ЭЦВ 8-25-125 (2кир), установленными на глубину 12 и 18 м.

Насосы типа «ЭЦВ» - артезианский погружной глубинный скважинный центробежный насос, многоступенчатый, секционный, вертикальный, с закрытым лопастным колесом одностороннего входа. Глубинный насос ЭЦВ предназначены для подъема воды общей минерализацией не более 1500 мг/л, водородным показателем рН 6,5...9,5, с температурой до 25 °С, с массовой долей твердых механических примесей не более 0,01%, содержанием хлоридов не более 350 мг/л, сульфатов не более 500 мг/л, сероводорода не более 1,5 мг/л. ЭЦВ 8-25-125 диаметром 8 « (203 мм.) состоит из центробежного насоса и электродвигателя [22, с.376].

Насос выполнен многоступенчатым с вертикальным расположением вала, работает с подпором. Величина подпора – 1 метр. Электродвигатель - трехфазный асинхронный с короткозамкнутым ротором, погружной. Охлаждение электродвигателя производится омытием откачиваемой водой.

Для защиты насоса от непредусмотренно-резкого (аварийного) снижения уровня воды в скважине установлен датчик «сухого» хода, который расположен выше насоса на расстоянии 1 м.

Скважина № 1 кир заблокирована с помещением хлораторной и станцией 2-го подъема (рисунок 2.5).



Рисунок 2.5 – Павильон скважины №1 кир, хлораторная, станция 2-го подъема

Скважина № 1 расположена в подвале глубиной 2,0 м. Скважина № 2 кир расположена на отдельной площадке вне каптажного сооружения. Приустьевые площадки забетонированы, оголовки скважин закрыты фланцевыми

соединениями. Имеются краны для отбора проб воды. Обеззараживание воды, подаваемой в разводящую сеть, организовано путем хлорирования гипохлоритом натрия через автоматический дозатор с применением электролизной установки типа «Хлорэфс».

Согласно п. 9 приказа Минприроды России от 8 июля 2009 г. N 205 «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» (формы 1.5 – 1.6 приложения к порядку) объем забранной воды определяется косвенным методом по унифицированной форме ПОД-12 (по часам работы насосного оборудования их производительности). Учет водоотбора осуществляется ежедневно с обязательной регистрацией результата замеров в журнале [4, с.243].

На водоподъемной трубе установлен кран для отбора проб воды на химический и бактериологический анализы (рисунок 2.6).



Рисунок 2.6 – Оборудование манометром и краном для отбора проб скважины
2кир

Результаты химических и бактериологических анализов свидетельствуют о стабильности качества подземных вод при эксплуатации.

Территория ЗСО I пояса вокруг скважин огорожена забором (сетка рабица) с воротами, закрывающимися на замок, оголовки скважин герметичны.

Замеры положения уровня (в данном случае статического) в эксплуатационной скважине проводятся один раз в месяц.

Для измерения уровня воды в скважинах в оголовке просверлено отверстие.

За период эксплуатации скважины, по данным режимных наблюдений, устойчивого снижения уровня подземных вод не наблюдалось, отмечались сезонные колебания статического уровня.

Водоснабжение населенного пункта с. Кирпичное осуществляется, в основном, за счет единой централизованной поселковой системы водоснабжения, которая включает в себя сооружения забора и очистки воды. Добыча воды производится с помощью скважинных погружных насосов.

Подача воды на водозаборе с.Кирпичное производится в ёмкость, расположенную на правом берегу реки Туапсе, на более высоких отметках: надземная -1шт. объемом 60м³, далее гидростатическим давлением вода поступает в разводящую поселковую сеть. Существующие водопроводные сети частично тупиковые, частично кольцевые, выполнены из разных материалов: сталь, чугун, асбестоцемент, полиэтилен, с диаметром труб от 40 до 150 мм.

Работа скважин регулируется автоматически, в зависимости от наполнения емкости.

В с.Кирпичное отсутствует централизованная система водоотведения. Хозяйственно-бытовые сточные воды отводятся в индивидуальные септики или частные ЛОК.

Подземные воды, добываемые из скважины, используются для питьевого водоснабжения населения [8, с.472].

Пробы воды отбираются из скважин, согласно графика производственного контроля. Вода отвечает требованиям СанПиН и может использоваться для питьевых целей практически без специальной водоподготовки (за исключением нормативного обеззараживания).

Техническое состояние скважин хорошее. За период эксплуатации скважин, замечаний по их работе не возникало.

Данные, приведённые в таблице 2.1, свидетельствуют о том, что эксплуатация скважин погружными насосами в настоящее время для недропользователя является оптимальной.

Таблица 2.1 – Основные геолого-технические паспортные данные скважин № 1 кир и №2 кир

№ п/п	Показатели	Скв. № 1 кир	Скв. № 2 кир
1	Категория скважин	Развед.-экспл.	Развед.-экспл.
2	Абсолютная отметка устья скважин, м	66,87	66,87
3	Глубина скважины, м	15	20
4	Эксплуатационный водоносный горизонт	аQ ₄ . Четвертичные аллювиальные отложения	аQ ₄ . Четвертичные аллювиальные отложения
5	Мощность водоносного горизонта, м	10,0	15,0
6	Глубина статического уровня воды, м	4,46	3,4
7	Глубина динамического уровня воды, м	6,8	6,2
8	Дебит скважины, л/сек	8,33	17,0
9	Понижение уровня воды, м	2,34	2,8
10	Удельный дебит, л/сек/м	3,56	6,07
11	Качество воды – сухой остаток, г/дм ³	0,29	0,29
12	Качество воды – общая жесткость, мг-экв/л	5,85	5,85
13	Способ бурения	вращательный	вращательный
14	Конструкция скважины	+0,5-15,0 м – 219 мм; 6,8 – 13,6 м – фильтр 219 мм, перфорированный, с проволочной обмоткой	+0,5-20,0 м – 325 мм; 5,0-20,0м – фильтр -325 мм, щелистый
15	Насосное оборудование, марка	ЭЦВ 8-25-100	ЭЦВ8-25-125
16	Глубина установки насоса, м	12	18
17	Производительность, м ³ /час	25	25
18	Высота подъема	100	125
19	Измерительная аппаратура	По часам работы насоса	По часам работы насоса
20	Сведения об использовании водозабора	Питьевое водоснабжение	Питьевое водоснабжение

В целом, исходя из гидродинамических характеристик скважин, можно сделать вывод о сохранении их работоспособности при планируемом уровне водоотбора.

2.2 Результаты мониторинга подземных вод

С начала эксплуатации водозабора недропользователем ведется мониторинг параметров добычи подземных вод. Ежедневно фиксируется объем добычи, ежемесячно замеряется глубина уровня воды в скважинах и температура воды. Результаты наблюдений заносятся в журнал установленной формы.

В таблицах 2.2-2.4 приведены данные водоотбора по каждой скважине (№1кир и №2кир) и водозабора в целом.

Таблица 2.2 – Объем поднятой воды из скважины 1кир в 2019-2022г.г.

Месяц	2019	2020	2021	2022
Январь	0	0	0	0
Февраль	0	0	0	0
Март	0	0	0	0
Апрель	0	0	0	1654
Май	0	0	0	3100
Июнь	0	0	0	1550
Июль	3633	0	0	1875
Август	0	2501	0	2800
Сентябрь	2936	0	0	1125
Октябрь	1017	0	0	0
Ноябрь	0	1143	0	0
Декабрь	863	0	0	0
Итого за 12 месяцев	8449	3644	0	12104

Как видно из таблицы 2.2 добыча подземных вод из скважины 1кир в период с 2019г. по 2022г.г. велась не регулярно, так как была выведена из эксплуатации по техническим причинам. В 2021 году скважина не эксплуатировалась по причине ее затопления во время наводнения. Максимальный водоотбор за 4 года было зафиксировано в 2022 году, скважина использовалась 5 месяцев. Добыча подземных вод в 2022 году суммарно за 12 месяцев составило 12 104 м³/год.

Таблица 2.3 – Объем поднятой воды из скважины 2кир в 2019-2022г.г.

Месяц	2019	2020	2021	2022
Январь	2048	1147	1986	2808
Февраль	2287	2254	2223	2373

Продолжение таблицы 2.3

Март	3098	3450	1618	2345
Апрель	5475	7329	9771	5250
Май	5182	11190	5925	4878
Июнь	5480	4820	9647	3025
Июль	0	8243	4731	2047
Август	4780	0	4591	2384
Сентябрь	0	4705	6678	1374
Октябрь	0	919	1055	0
Ноябрь	626	0	1467	0
Декабрь	0	1385	3339	0
Итого за 12 месяцев	28976	45434	53031	26484

За период с января 2019- по сентябрь 2022г.г. добыча подземных вод для водоснабжения населения осуществлялась из скважины 2 кир. Объем поднятой воды не превышал условий пользования недрами. Максимальный объем поднятой воды зафиксирован в 2021 году и составляет 53 031 м³/год, так как в 2021 году в связи с техническими неисправностями скважины 1 кир эксплуатировалась только скважина 2 кир.

За период с января 2019- по октябрь 2022г.г. добыча подземных вод по водозабору в целом составила 178,122 тыс. м³, из них 24,197 тыс. м³ приходится на скважину №1 кир и 153,925 тыс. м³ на скважину №2 кир (рисунок 2.7 и таблица 2.4).

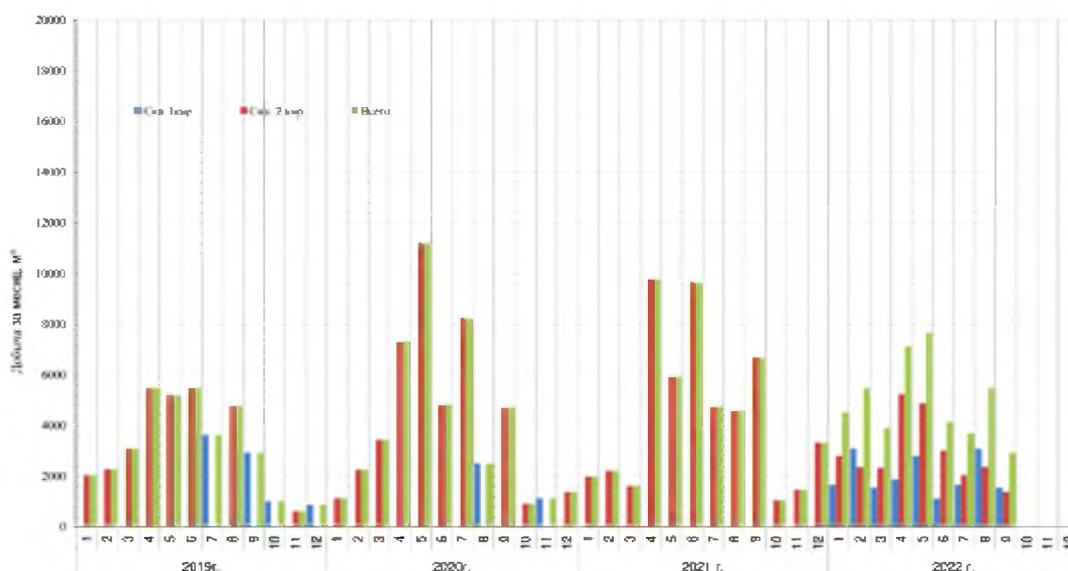


Рисунок 2.7 – График добычи водозаборных скважин № 1 кир и № 2 кир за 2019-2022г.г.

Таблица 2.4 – Сравнительный анализ добычи подземных вод из скважины 1 кир и 2 кир на водозаборе в 2019-2022г.г.

Год	Скважина 1 кир	Скважина 2 кир	Всего из 2-х скважин
2019	8449	28976	37425
2020	3644	45434	49078
2021	0	53031	53031
Всего за 3 года	12093	127441	139534
2022(I-IX)	12104	26484	38588
Итого за 3 года и 9мес	24197	153925	178122

Как видно из таблицы 2.4 за период с 2019г. по 2022г. максимальная добыча подземных вод зафиксирована в 2020г. из скважины 2 кир, так как в 2020 году скважина 1 кир была в работе 2 месяца из-за технического состояния насосного оборудования.

Среднегодовой расход по водозабору составлял, в среднем, 210 м³/сут при большем уровне добычи из скважины №2 кир, равном 132,18 м³/сут (рисунок 2.8).

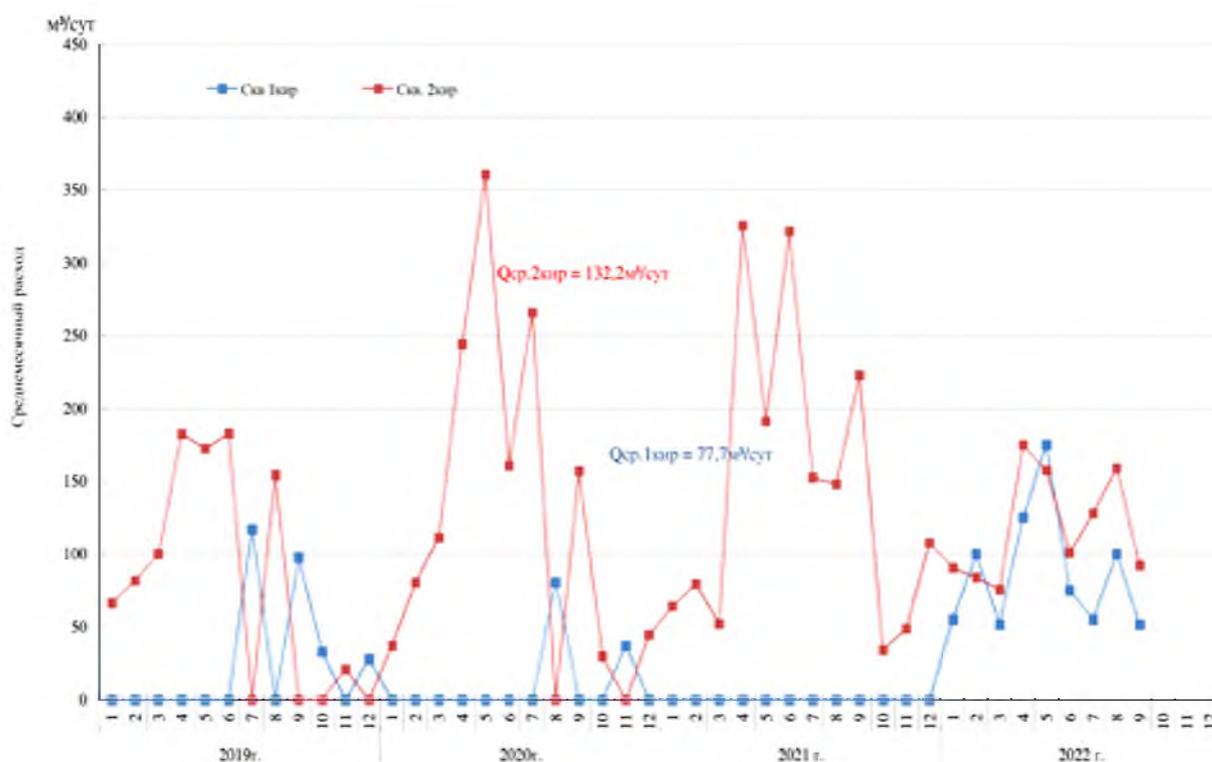


Рисунок 2.8 – График среднесуточного расхода скважин №1 кир и №2 кир за 2019-2022г.г.

Из представленного рисунка 2.8 видно, что максимальный среднесуточный расход пришелся на май 2020 года из скважины 2 кир и составил 132,2 м³/сут.

Скважина №1кир в 2020году работала 2 месяца, в 2021году не работала совсем (причина-наводнение и сгоревший насос), в 2022году начала работать с апреля месяца.

Для последующего обоснования категоризации запасов подземных вод в таблице 2.5 приводятся данные о добыче за последние 3 года, по состоянию на 1.10.2022 года.

Таблица 2.5 – Добыча подземных вод в период с 01.10. 2019г по 01.10.2022г

Период	Скважина 1кир		Скважина 2кир		Всего	
	Объем, м ³	Расход, м ³ /сут	Объем, м ³	Расход, м ³ /сут	Объем, м ³	Расход, м ³ /сут
01.10. 2019г - 01.10.2022г (1096 сут)	16611	82,1	125579	136,24	142190	218,33

Средний расход скважин № 1кир и №2кир с октября 2019г. по октябрь 2022г. составил 82,1 и 136,24 м³/сут, соответственно. Суммарный расход составил 218,33 м³/сут.

По данным отчетности недропользователя добыча подземных вод за три года 2019-2021 гг. составила 139,534м³, при среднем расходе водозабора 200,7 м³/сут. Большая часть добычи – 91% была обеспечена скважиной № 2кир. Скважина № 1кир длительное время находилась в ремонте после затопления в один из паводков на реке.

Информация о добыче в 2022 году приводится в таблице 2.6.

Таблица 2.6 – Добыча подземных вод в 2022году

Месяц	Скважина №1кир	Скважина №2кир	Всего	
	Объем, тыс. м ³	Объем, тыс. м ³	Объем, тыс. м ³	Расход, м ³ /сут
1	2	3	4	5
Январь	-	2,81	2,81	90,6
Февраль	-	2,37	2,37	84,8
Март	-	2,35	2,35	75,7
Апрель	1,65	5,25	6,90	229,5
Май	3,10	4,88	7,98	257,4

Продолжение таблицы 2.6

Июнь	1,55	3,03	4,58	203,8
Июль	1,88	2,05	3,92	253,0
Август	2,80	2,38	5,18	334,0
Сентябрь	1,13	1,37	2,50	167,3
Всего	12,10	26,48	38,58	188,45

Отчетность за девять месяцев (таблица 2.6) показывают, что по-прежнему большая часть добычи (69 %) приходится на скважину № 2кир. Водоотбор осуществляется неравномерно. Минимум приходится на начало года, а максимум на середину года, увеличиваясь в 3- 3,5 раза. В среднем за девять месяцев расход водозабора равен 188,45 м³/сут. Данные о добыче следует оценивать как ориентировочные, поскольку определялась она косвенным методом по номинальной производительности установленного насоса и продолжительности его работы в течение суток.

Расход водозабора, его изменение по сезонам года может представлять определенный фискальный интерес. Так при разведке Туапсинского месторождения в результате изучения режима на действующих водозаборах, были сделаны выводы: «В период межени, когда поверхностный сток не обеспечивает полное восполнение эксплуатационных запасов, происходит сработка естественных запасов подземных вод [11, с.73].

Полное восполнение сработанных в меженный период естественных запасов происходит ежегодно в начальные этапы осенне-зимнего паводкового периода». Этому способствует то, что вода из русла реки легко проникает в пласт, обладающий высокими фильтрационными и емкостными свойствами. Вывод сделан при анализе режима крупного водозабора со среднегодовой производительностью 29-32 тыс. м³/сут и удельным расходом до 55 тыс. м³/сут на 1пог. км (55 тыс. м³/сут ·м). Можно сказать, что одиночные и мелкие водозаборы в аналогичных условиях просто обязаны работать в стационарном режиме.

Колебания уровня подземных вод в скважинах за последние три года показаны на рисунке 2.9.

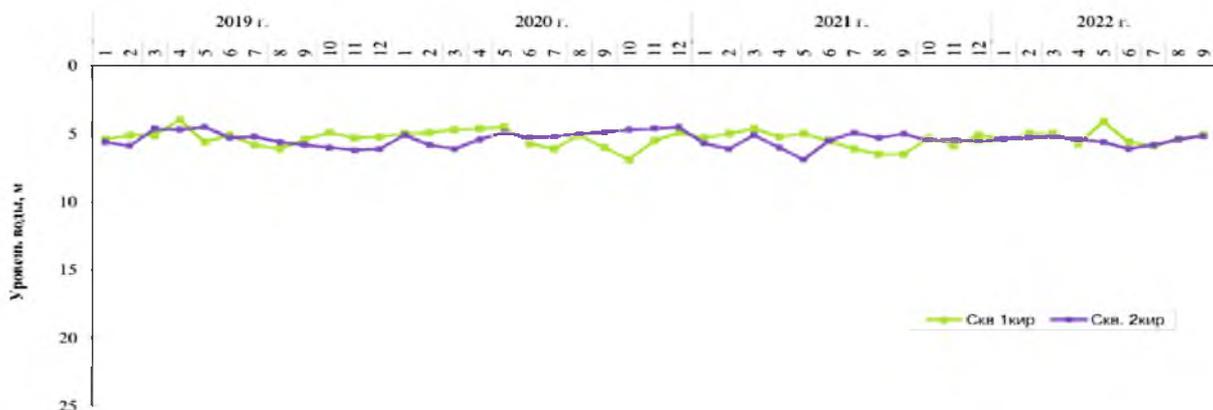


Рисунок 2.9 – График уровней подземных вод по скважинам 1 кир и 2 кир за 2019-2022г.г.

Для комплексного анализа динамики уровня на рисунке приведены данные об атмосферных осадках по месяцам (метеостанция Туапсе) и среднемесячный уровень воды в р. Туапсе по гидрологическому посту в г.Туапсе и по гидрологическому посту с.Кирпичное за 2022год(существует с 2022г.).

Из рисунка 2.10 видно, что в период выпадения осадков поднимался уровень воды в реке. Наибольшее количество осадков зафиксировано в январе 2022 года.

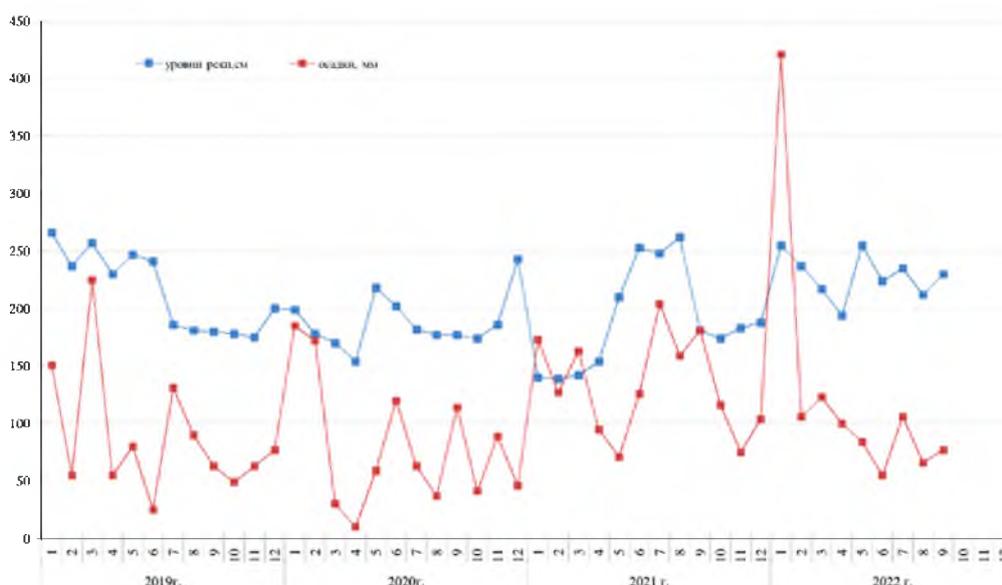


Рисунок 2.10 – Графики уровня в р. Туапсе по посту г.Туапсе и атмосферных осадков за 2019-2022г.г.

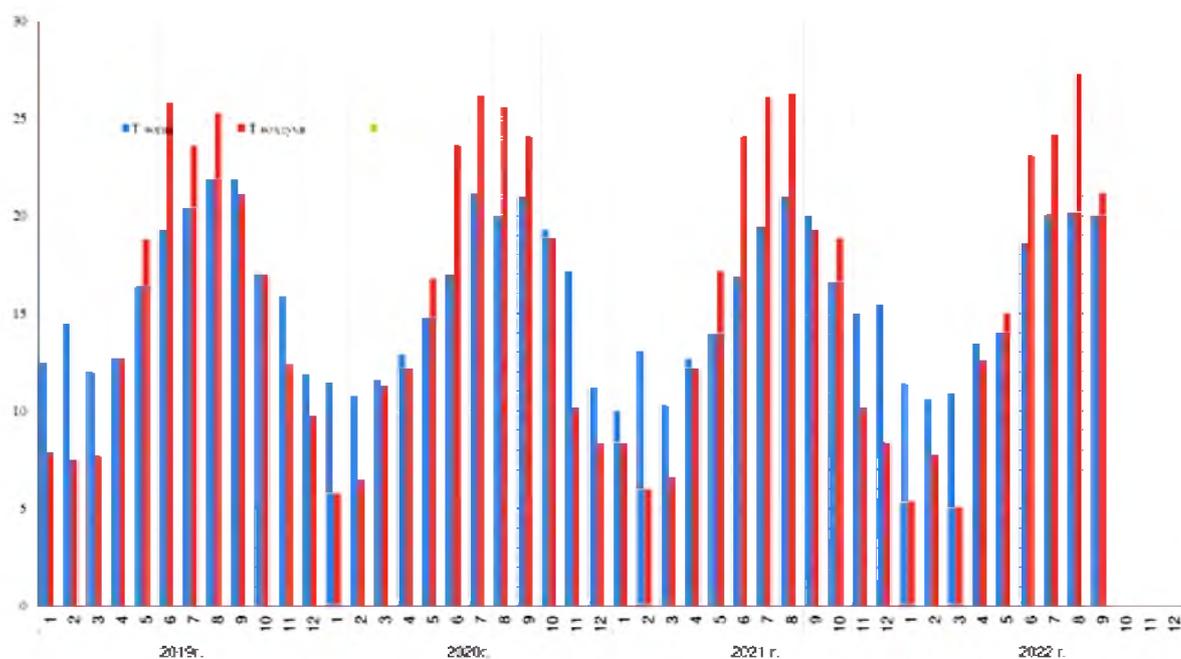


Рисунок 2.11 –График температур воды скважин 1кир и 2кир и воздуха за 2019-2022г.г.

Из графика температур воды скважин 1кир и 2кир и воздуха за период с 2019г. по 2022г.г.(рисунок 2.11) видно, что чем выше температура воздуха, тем выше поднималась температура воды в скважинах. Максимальная температура воздуха зафиксирована в августе 2022 года, а максимальная температура воды зафиксирована в августе и сентябре 2019 года, но температура воздуха в эти месяца в 2019 году была меньше чем в 2022г.

Регулярные измерения уровня в скважинах выполнялись в рамках геологоразведочных работ июль-сентябрь 2022г. раз в декаду. Уровень измерялся в одной, реже в двух неработающих скважинах (таблица 2.7).

Таблица 2.7 – Глубина уровня в скважинах №№ 1кир, 2кир

Дата	Глубина уровня, м		Примечание
	Скважина № 2кир	Скважина № 1кир	
1	2	4	-
15.07.22	5,12	5,15	-
20.07.22	5,10	5,10	-
31.07.22	-	5,18	-
01.08.22	5,15	5,23	ОФН
02.08.22	5,15	5,23	ОФН
10.08.22	5,10	5,20	-
16.08.22	5,11	5,18	-

Продолжение таблицы 2.7

20.08.22	5,10	5,17	-
30.08.22	-	-	-
31.08.22	5,14	5,22	-
10.09.22	5,04	5,13	-
14.09.22	-	5,20	-
20.09.22	5,10	5,18	-
30.09.22	5,10	5,18	-

Анализ показывает, что в этот период глубина уровня в скважинах водозабора была практически постоянной. Водозабор работал в стационарном режиме в период глубокой межени (таблица 2.8).

Таблица 2.8 – Атмосферные осадки и уровень воды в реке июль-сентябрь 2022 года

Месяц	Июль			Август			Сентябрь		
Норма осадков, мм (м/с Туапсе)	90,5			108,5			116,5		
Осадки 2022г, мм / обеспеченность, %	106 / 117			66 / 61			77 / 66		
Среднедекадный уровень в р. Туапсе (с. Кирпичное), м	1,04	1,04	0,80	0,80	0,81	0,87	0,79	0,79	0,78

Уровень в реке постепенно снижался (1,04 – 0,78 м). Осадков выпало значительно меньше нормы.

Анализ показывает, что колебание уровня в скважинах имеет сезонный характер с подъемом в осенне-зимний период и спадом в летне-осеннюю межень, что обусловлено количеством выпадающих осадков, в эти сезоны.

Лабораторные работы по определению качественных показателей подземных вод выполнялись по пробам, отобраным из скважин №1кир и №2кир в 2019-2022г.г. при режимных наблюдениях (таблица 2.9).

Таблица 2.9 – Виды и объемы лабораторных работ за период 2019-2022г.г.

Наименование работ	Един. изм.	Количество
Подземные воды		
Химический анализ нормируемых компонентов	анализ	19
Микробиологические исследования воды	анализ	12
Радиологический анализ воды	анализ	1

Из эксплуатационных скважин №1кир и №2кир отбирались пробы

воды для определения:

- микробиологических показателей;
- органолептических свойств;
- обобщенных показателей;
- неорганических соединений;
- радиологических показателей.

Оценка пригодности использования подземных вод в качестве питьевых определяется в соответствии с методическими рекомендациями к Классификации запасов и прогнозных ресурсов питьевых, технических и минеральных подземных вод.

Вода, используемая для питьевых целей, должна быть безопасна в эпидемическом и радиационном отношении, безвредна по химическому составу и иметь соответствующие органолептические свойства.

Для характеристики качества использованы результаты анализов воды по пробам, отобранным из скважин №1кир и №2кир в процессе осуществления мониторинга подземных вод за период 2019 – 2022г. г. При этом определялись, кроме микробиологических и радиологических показателей, нормируемые химические характеристики подземных вод аллювиального водоносного горизонта [18, с.271].

Проводимый мониторинг качества подземных вод из скважин водозабора показал, что на протяжении всего периода наблюдений с 2019 года по 2022год отмечается стабильность минерализации (в среднем 290 мг/дм³) и нормируемых показателей химического состава.

Содержание микрокомпонентов, ионов тяжелых металлов (цинка, свинца, меди и кадмия) в воде, находятся на уровне их фоновых значений и значительно ниже уровня ПДК для питьевых вод, допустимых СанПиН 2.1.3684-21, СанПиН 2.1.3685-21.

Среди нормируемых санитарно-токсикологических и органолептических показателей качества подземных вод в соответствии с требованиями СанПиН 2.1.3684-21, СанПиН 2.1.3685-21 определялись неорганические вещества 2

класса опасности – As, Pb, F, органолептические – Fe, Cu, NO₃, SO₄, Cl, Zn.

Химические, микробиологические и радиологические показатели (средние значения) качества подземных вод водозабора за период 2019-2022г.г. приведены в таблице 2.10 (в основном данные по скважине 2 кир, так как скважина №1 кир в 2020-2021г.г. не работала).

Таблица 2.10 – Химические, микробиологические и радиологические показатели качества подземных вод скважин № 1 кир и 2 кир за 1971 и 2019-2022 гг.

Регламентируемые показатели	Содержание по результатам испытаний						ПДК, СанПиН 2.1.3684-21 СанПиН 2.1.3685-21
	1971 Детальна яразведка	1971г. (бурение скважин)	2019г	2020г	2021г.	2022г.	
Физико-химические показатели							
1	2	3	4	5	6	7	8
Запах при 20/60 °С	0	0	0	0	-	0	2 балла
Цветность ⁰	-	-	<5	<5	-	<5	<20(35) град
Мутность	-	-	<0,58	<0,58	<0,58	<0,58	1,5 (2,0) мг/л
Окисляемость перманган.	0-2,08	-	0,78	0,70	0,78	0,57	5,0 мгО/л
Аммиак (по азоту)	0-0,5	0	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	2,0 мг/л
Нитрит-ион	0-0,05	0	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	3,0 мг/л
Нитраты (по NO ₃ ⁻)	0-2,0	0	1,07	2,33	2,42	2,22	45,0 мг/л
Фосфаты	-	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-
АПАВ	-	-	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	-
Нефтепродукты	-	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-
Фториды	0-0,4	-	<0,94	<0,197	0,105	<0,088	-
Натрий (Na+K)	0-64	7,8	-	-	-	-	200 мг/л
Кальций Ca ²⁺	17-91	80,2	-	-	-	-	-
Магний ²⁺	0-37,4	2,4	-	-	-	--	-
Гидрокарбонаты HCO ₃ ⁻¹	122-256,2	231,9	-	-	210,5	191,0	-
Сульфаты SO ₄ ⁻²	0-38,42	21,8	31,2	62,6	30,8	37,6	-
Хлор (по Cl ⁻¹)	3-18,0	10,3	7,1	9,0	8,7	8,7	350.0 мг/л
Жесткость общая	1,01-4,94	4,2	5,03	6,14	6,85	5,85	7,0мг/эkv.
Щелочность	-	-	3,96	5,18	5,73	5,63	-
Никель	0,004-0,016	-	-	-	-	-	0,1 мг/л
Железо (общее)	0-0,1	-	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,3 мг/л
Свинец	0-0,03	-	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,03 мг/л
Медь	0-0,025	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	1,0 мг/л
Марганец	0,01	-	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,1 мг/л
Цинк	0,05-0,15	-	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	5,0мг/л
Мышьяк	0	-	0,004	0,004	0,004	0,004	0,05 мг/л
2,4 Д кислота	-	-	-	-	<0,002	-	0,03 мг/л

Продолжение таблицы 2.10

Хром	0,004-0,005	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,05 мг/л
Водородный показатель	6,6-7,6	-	7,3	7,5	7,4	7,4	6-9 ед. рН
Минерализация (Сухой остаток)	121-486	354/238	277,6	386,4	379,4	293,4	мг/л
Гамма –изомер ГХЦГ (линдан)	-	-	-	-	<0,0001	-	0,002 мг/л
ДДТ (сумма изомеров)	-	-	-	-	<0,0001	-	0,002 мг/л
Микробиологические показатели							
Общее микробное число	-	8	2	2	0	1	<50 КОЕ/мл
Общие колиморфные бактерии	-	1	0	1	0	3	Отсутствие в 100 мл
Термотолерантные колиформные бактерии	-	1	0	1	0	3	Отсутствие в 100 мл
Колифаги	-	-	0	0	0	0	Не более 10 БОЕ в 100мл
Споры сульфидредуцирующей щихлостридий	-	-	0	0	0	0	Отсутствие в 20 мл
Радиологические показатели							
Удельная суммарная альфа-активность	-	-	-	-	0	-	Не более 0,2 Бк/л
Удельная суммарная бета-активность	-	-	-	-	0	-	Не более 1,0 Бк/л

По результатам проведенных анализов подземная вода водозабора относится к типу гидрокарбонатной кальциевой, слабощелочной, умеренно жесткой, с минерализацией 0,29г/дм³.

Такие микрокомпоненты как цинк, свинец, медь, мышьяк в пробах воды по своему содержанию не превышают предельно допустимых концентраций.

По показателям радиационной безопасности (суммарная альфа – не обнаружено суммарная бета – не обнаружено) вода соответствует требованиям СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)».

Согласно СанПиН 2.1.3685-21 содержание основных химических компонентов в подземных водах, вскрытых скважинами водозабора, не превышает предельно допустимых концентраций (ПДК).

Приведенные результаты химических и бактериологических анализов свидетельствуют о стабильности качества подземных вод в течение всего периода эксплуатации водозабора.

На объекте имеется Санитарно-эпидемиологическое заключение № 23.КК.10.000.М.000166.06.18 от 07.06.2018 г. о соответствии водного объекта (скв.1кир и 2кир) государственным санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам, выданное Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Краснодарскому краю в городе Туапсе и Экспертное заключение № 311/02.01 от 04.06.2018 г. Федерального государственного учреждения здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в Краснодарском крае» по результатам санитарно-эпидемиологической экспертизы.

Водный объект (скважина №1кир и 2кир), расположенный по адресу: Муниципальное объединение, с.Кирпичное соответствует требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества»; СанПиН 2.1.4.1110-02 «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения»; СП 2.1.5.1059-01 «Гигиенические требования к охране подземных вод от загрязнения» [1, с.143].

При сравнении качественных характеристик подземных вод водозабора с данными опробования при детальной разведке Туапсинского МППВ отмечается стабильность качества подземных вод в течение многолетнего периода. Так, при детальной разведке, по данным опробования: минерализация их изменяется в пределах 0,214-0,426 мг/дм³, иногда снижаясь до 0,121-0,196 мг/дм³, что объясняется расположением скважин вблизи реки. 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. 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). Содержание фтора, меди, цинка, свинца, хрома трех- и шестивалентного, молибдена, не превышает допустимых норм [7, с.314].

Приведенные данные сопоставимы с данными качественной характеристики подземных вод водозабора в с. Кирпичное.

Поверхностные воды долины р. Туапсе, являющиеся основным источником восполнения запасов подземных вод, также характеризуются достаточно постоянным химическим составом, что подтверждается сравнительными результатами анализов поверхностных вод р.Туапсе при режимных наблюдениях в 2007-2022г.г.выполняемых ЧО ГУП «Кубаньгеология», с данными полученными при предварительной и детальной разведке Туапсинского месторождения (таблица 2.11).

Таблица 2.11 – Химический состав поверхностных вод р.Туапсе

Показатели	Содержание, мг/дм ³ , река Туапсе 2007-2022г.г.	Содержание, мг/дм ³ , река Туапсе дет. разведка.	ПДК, СанПиН 2.1.3684-21 СанПиН 2.1.3685- 21
1	2	3	4
Прозрачность	-	5-30	>30
Мутность	0,5-1,45		1,5
Запах при 20°С / 60°С	0	0-1	2**
Водородный показатель (рН)	7,1-7,5	7,0-8,05	в пределах 6,0-9,0
Жёсткость общая	2,0-3,0	2,4-6,8	7,0
Окисляемость перманганатная	1,4-3,0	1,2-6,8	-
Нитрит-ион	0-<0,02	0-0,02	3,3*
Аммиак (по азоту)	0-<0,05	0-0,8	1,5*
Железо (Fe, сум.)	0-<0,1	0-0,5	0,3*
Нитраты (по NO ₃ ⁻)	0-2,0	0-0,4	45*
Хлориды (Cl ⁻)	7,09-9,61	4-26	350
Сульфаты (SO ₄ ²⁻)	13,6-20,0	9,6-91,25	500
Гидрокарбонаты (НСО ₃ ⁻)	97,6-194	85,4-207,4	-
Натрий +Калий (Na+K)	1,9-12,0	0,46-37,03	-
Кальций (Са ²⁺)	32,1-45,0	48,1-72,1	не нормируется
Магний (Mg ²⁺)	4,9-8,0	2,4-7,3	50*
Сухой остаток	122,3-200,0	-	-
Минерализация	171,1-250,0	136-276	1000

Продолжение таблицы 2.11

Фториды (F ⁻)	0-0,2	-	1,2**
Мышьяк (As, сум.)	<0,0025-0,005	-	0,01*
Медь (Cu, сум.)	0,005	-	1,0*
Никель (Ni, сум.)	0,0005	-	0,02**
Цинк (Zn ²⁺)	<0,001	-	1,0**
Кадмий (Cd)	<0,0003	-	0,001
Свинец (Pb)	<0,001-0,002	-	0,01
Ртуть (Hg)	0,0005	-	0,001
Марганец (Mn)	0,008	-	0,1
Молибден (Mo)	<0,001	-	0,25
Хром	<0,001	-	0,05
Сероводород	<0,00005	-	<0,005
Фенолы	<0,0005	-	<0,0001
Микробиологические показатели			
Общие колиформные бактерии	24,5-145-627	-	<500КОЕ/100см ³
E.coli	145	-	<100КОЕ/100см ³
Термотолерантные колиформные бактерии	24,5-637	-	<100КОЕ/100см ³
Колифаги	Не обн.	-	<10БОЕ/100см ³

Поверхностные воды р.Туапсе также по типу гидрокарбонатные кальциевые, щелочные с минерализацией 0,26г/дм³.

На основании выше приведенных данных можно заключить, что на протяжении всего периода наблюдений за качеством подземных вод аллювиального водоносного горизонта в долине р.Туапсе, отмечается стабильность минерализации и нормируемых показателей химического состава, как в плане, так и в разрезе. Глубина опробуемых скважин при детальной разведке Туапсинского месторождения, водозабора составляет от 20 до 37м. Опробуемые скважины расположены по площади долины на правобережье и левобережье, на расстоянии от 4,0 до 21км от устья р.Туапсе и на расстоянии от 50 до 200м от русла реки. При сравнении качественных характеристик подземных вод водозабора с данными опробования при детальной разведке Туапсинского МППВ и городского водозабора отмечается стабильность качества подземных вод в течение многолетнего периода.

Кондиции качества подземных вод аллювиального водоносного горизонта долины р.Туапсе отличаются стабильностью за многолетний период

исследований. Следовательно, можно прогнозировать, что дальнейшая работа водозаборане приведет к существенным изменениям химического состава подземных вод [12, с.152].

Участок на основании имеющихся данных, отнесен ко 2-й группе месторождений со сложными геологическим строением, гидрогеологическими, водохозяйственными, экологическими и горно-геологическими условиями. Характеризуются нарушенным залеганием, неустойчивой мощностью и осложненным внутренним строением водоносных горизонтов, неоднородными фильтрационными свойствами водовмещающих пород, невыдержанными гидрохимическими закономерностями.

3 Программа мониторинга подземных вод водозаборных сооружений

3.1 Организация мониторинга подземных вод

Подземные воды являются наиболее распространенным источником пресной воды на планете: они обеспечивают почти половину всей питьевой воды во всем мире, около 40% воды для орошаемого земледелия и около трети воды, необходимой для промышленности. Они поддерживают экосистему и поддерживают базовый уровень рек. Подземные воды являются важнейшим накопительным элементом для адаптации к изменению климата, они предотвращают оседание грунта и проникновение морской воды. Тем не менее, водоносные горизонты (будучи невидимыми) часто недостаточно изучены и плохо управляются.

Состояние водоносных горизонтов (как качество, так и количество подземных вод) меняется со временем из-за изменения различных экологических процессов (например, изменение характера осадков) и воздействия человека (например, изменение почвенного покрова, забор подземных вод). Оценка подземных вод не является полной - и никакие прогнозы не могут быть сделаны без анализа исторических измерений (изменений во времени). Короче говоря: мы не можем управлять тем, что мы не измеряем [21, с.135].

Мониторинг подземных вод осуществляется во всем мире путем измерения уровней подземных вод, темпов забора подземных вод, весеннего стока и качества подземных вод. Во всем мире отсутствуют достаточные знания о состоянии и тенденциях развития ресурсов подземных вод, в первую очередь из-за:

- недостаточного мониторинга;
- ограниченного доступа к данным / результатам мониторинга.

Мониторинг подземных вод является более сложной задачей, чем мониторинг поверхностных вод (рек и озер): первоначальные инвестиции (например, бурение скважины) больше, пространственная репрезентативность

точек мониторинга (из-за гидрогеологической неоднородности) меньше, а помощь дистанционного зондирования (столь полезного для наблюдений за поверхностными водами) ограничена.

Данные мониторинга подземных вод также менее доступны, чем данные мониторинга рек и озер, опять же частично из-за менее заметного характера водоносных горизонтов. Данные мониторинга поверхностных вод часто доступны для каждого водосборного бассейна, даже для тех, которые используются на международном уровне, благодаря многочисленным международным соглашениям о сотрудничестве. Данные мониторинга подземных вод обычно доступны на национальном уровне, реже по водоносному горизонту и в очень немногих случаях по водоносному горизонту, разделяемому на международном уровне (как часть международного соглашения). К счастью, наблюдается явная положительная тенденция: все больше и больше стран предоставляют данные мониторинга подземных вод в режиме онлайн или по запросу.

Организация мониторинга подземных вод предусматривает выполнение следующих организационно-технических мероприятий, представленных на рисунке 3.1.

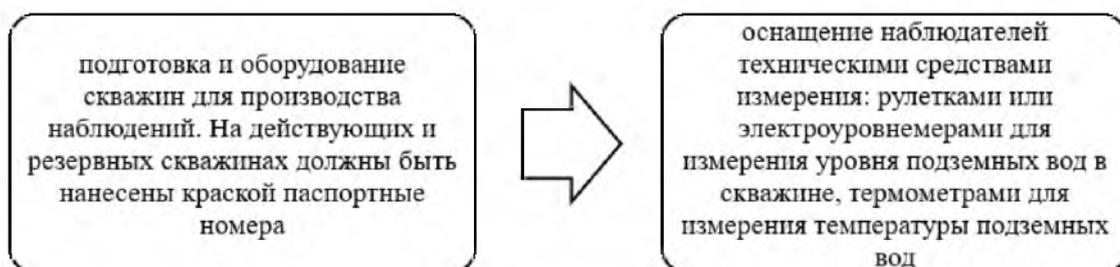


Рисунок 3.1 – Организационно-технические мероприятия

Основными целями мониторинга подземных вод являются анализ и оценка изменения подземных вод по количественным и качественным показателям и прогноз изменения этого состояния под воздействием природных и техногенных факторов, как информационной основы управления ресурсной базой подземных вод и их охраны от истощения и загрязнения путем проведения регулярных наблюдений сбора, накопления, обработки и

обобщения полученной информации. Для этого в составе мониторинга подземных вод решаются следующие задачи рисунок 3.2.

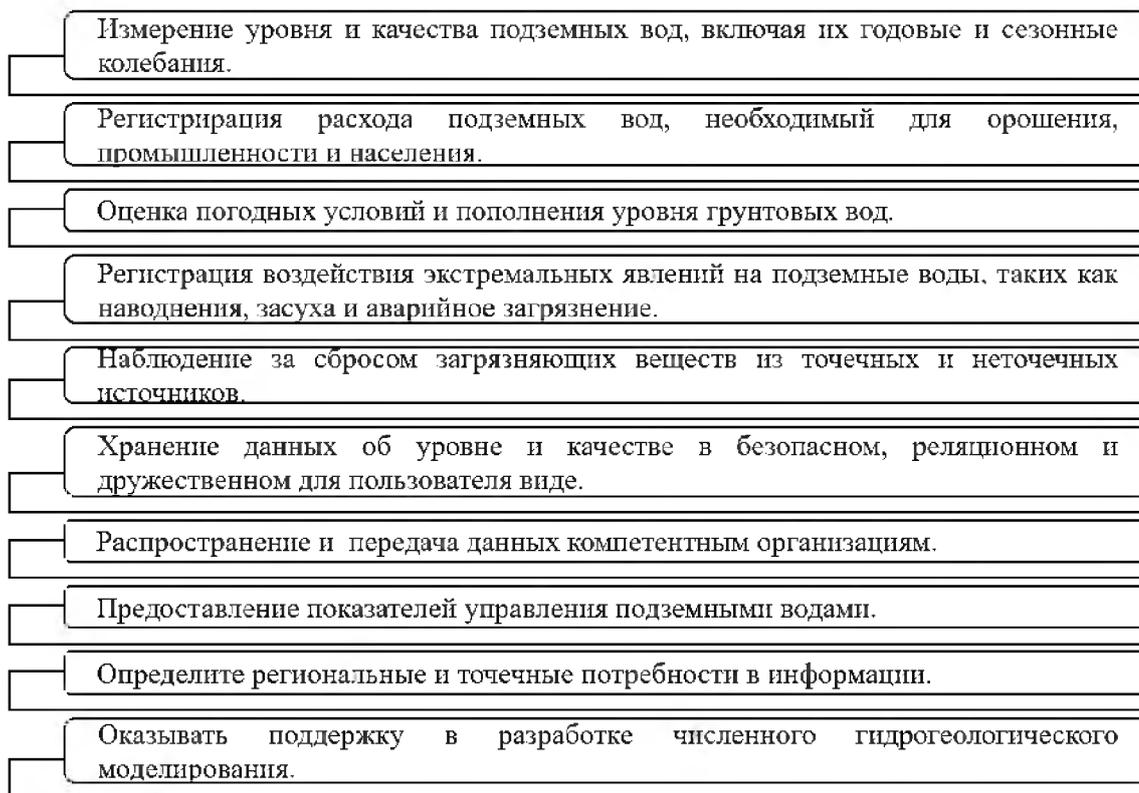


Рисунок 3.2 – Задачи мониторинга подземных вод

Для ведения мониторинга подземных вод назначается ответственное должностное лицо, в функции которого входит рисунок 3.3.

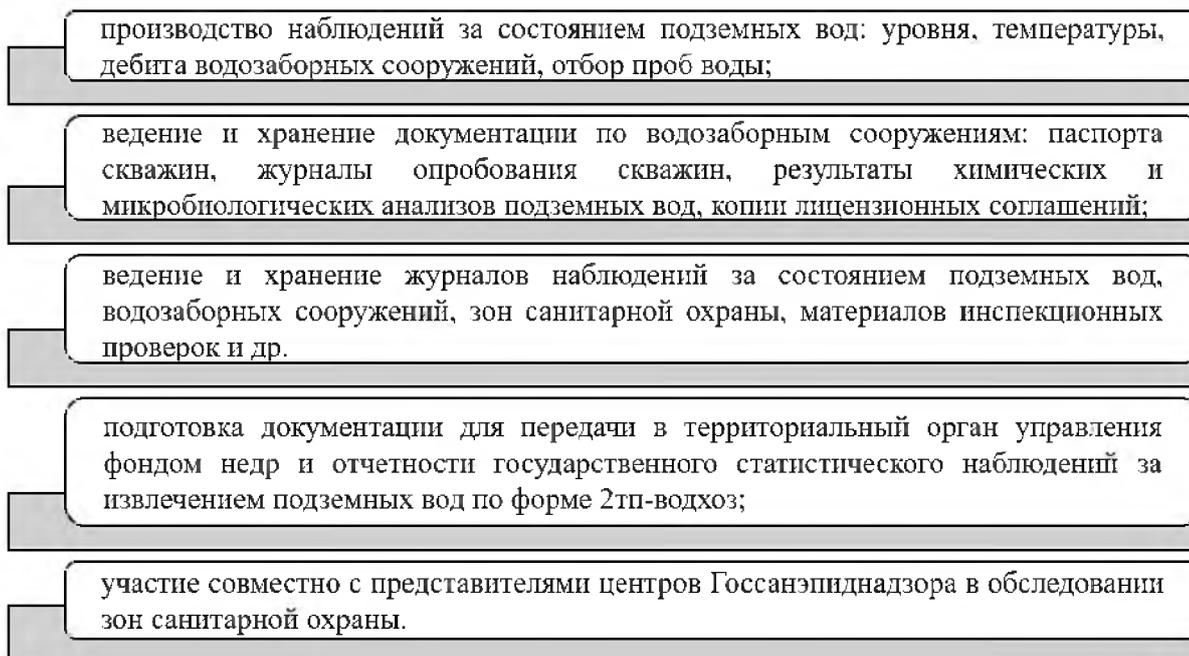


Рисунок 3.3 – Функции должностного лица

Оценка состояния месторождения подземных вод, влияния водоотбора на другие компоненты природной среды, прогноз возможных изменений состояния месторождения, разработка мероприятий по рационализации водоотбора и охране подземных вод от загрязнения и истощения в общем случае включают рисунок 3.4.

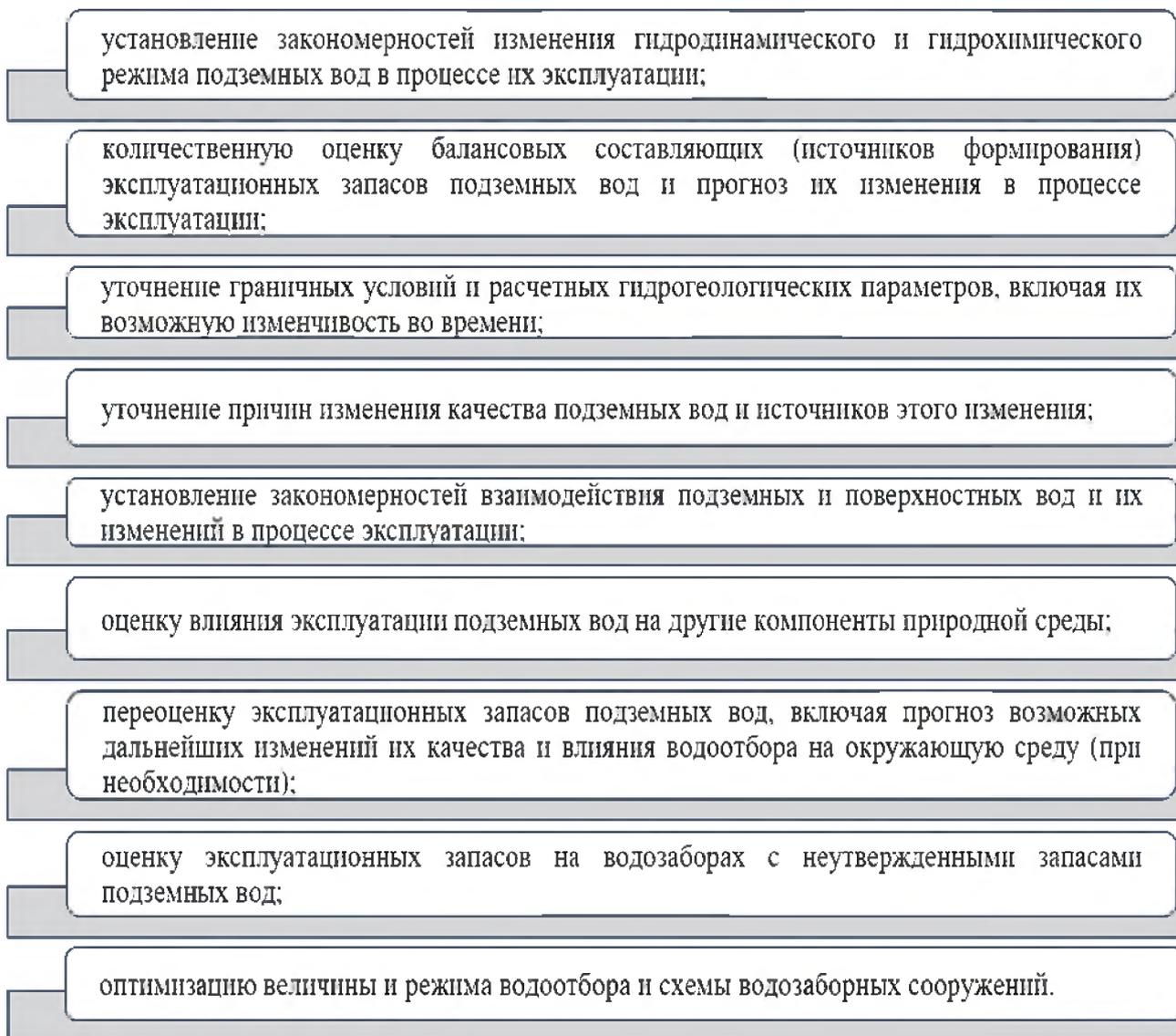


Рисунок 3.4 – Мероприятий по рационализации водоотбора и охране подземных вод от загрязнения и истощения

Мониторинг уровня подземных вод важен по нескольким причинам. Управляющие водными ресурсами и другие лица, принимающие решения, должны осуществлять мониторинг уровня подземных вод, чтобы определить, как изменяются уровни водоносных горизонтов при закачке подземных вод по

сравнению со статическими условиями. Им необходимо изучить, как развитие поверхности влияет на уровни подземных вод и водоносный горизонт. Наконец, им необходимо лучше понять, как взаимодействуют местные источники поверхностных и подземных вод [3, с.241].

Из всех видов деятельности человека, которые могут повлиять на уровень подземных вод в водоносном горизонте и на скорость их пополнения, наибольшее влияние оказывает откачка для использования на поверхности. Фактически, чрезмерная откачка подземных вод может понизить уровень грунтовых вод.

Одна из причин, по которой важно контролировать уровень подземных вод, заключается в более точном прогнозировании и подготовке к воздействию новых скважин. Чтобы скважины функционировали, они должны забирать подземные воды из-под уровня грунтовых вод. Важно знать, где размещать новую скважину и насколько велика вероятность забоя местного водоносного слоя.

Управляющие водными ресурсами также должны осуществлять постоянный мониторинг подземных вод, чтобы гарантировать, что скважины не пересыхают. Знание уровней подземных вод помогает лицам, принимающим решения, знать, какой объем подземных вод необходимо безопасно откачивать без вредного воздействия на водоносный горизонт.

Когда уровень грунтовых вод становится слишком низким, возникает множество новых проблем. Существующие скважины необходимо углублять или, в некоторых случаях, опускать их насосы. В любом случае это дорогостоящие решения [16, с.41].

Во многих ситуациях необходимо бурить новые скважины. Это еще более затратно, а по мере снижения уровня грунтовых вод увеличивается энергия, необходимая для их откачки на поверхность. Задача достижения подземных вод может в конечном итоге оказаться невыполнимой или, по крайней мере, непомерно дорогостоящей.

3.2 Ведение наблюдений за состоянием подземных вод

Мониторинг подземных вод на водозаборах и одиночных эксплуатационных скважинах включает наблюдения только за эксплуатируемым водоносным горизонтом в водозаборных скважинах, техническим состоянием этих скважин и состоянием зон санитарной охраны.

Наблюдения за эксплуатируемым водоносным горизонтом проводятся непосредственно в водозаборных скважинах. Наблюдаемыми показателями являются величина водоотбора (дебит водозаборной скважины), уровень и температура подземных вод, химический состав, физические свойства подземных вод и микробиологические характеристики. При наличии в составе водозабора резервных скважин последние могут быть использованы в качестве наблюдательных [5, с.168].

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

В зависимости от принятого способа измерения могут быть определены либо величина отбора объема воды за фиксированный промежуток времени, либо непосредственно дебит скважины, представляющий количество воды, отобранное в единицу времени (л/с, м³/час, м³/сут).

В соответствии с требованиями СНиП 2.04.02-84 «Водоснабжение. Наружные сети и наблюдения», все водозаборные скважины оборудуются специальными водомерами, фиксирующими величину отбора воды, и устройствами для измерения уровня.

В случае, если эксплуатируемые скважины не оборудованы водомерами, их дебит может быть определен объемным методом – по времени заполнения предварительно протарированной мерной емкости. При известном дебите и времени работы скважины может быть рассчитан водоотбор. Для приближенной оценки дебита и величины водоотбора могут быть использованы косвенные методы (рисунок 3.5).

по паспортной
производительности
насоса и времени
работы скважины;

по расходу
электроэнергии.

Рисунок 3.5 – Косвенные методы для приближенной оценки дебита и водоотбора

При этом следует учитывать, что использование объемного и косвенного методов допустимо только в течение периода, установленного в условиях лицензии. После его окончания скважины должны быть оборудованы водомерами.

При измерении водоотбора водомерами или объемным методом результаты измерений заносятся в журнал учета водопотребления. При оценке дебита и водоотбора косвенными методами заполняется форма первичной документации [14, с.346].

Во всех случаях должно фиксироваться время работы скважины.

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.

Данные журналов учета водопотребления используются недропользователями при подготовке государственной отчетности по форме государственного федерального статистического наблюдения 2тп-водхоз.

Наблюдения за уровнем подземных вод в водозаборных скважинах при их круглосуточной работе должны проводиться 1 раз в месяц одновременно с измерением дебита скважины в одни и те же установленные даты.

При некруглосуточной работе скважин измерения уровня следует проводить перед каждой остановкой скважины и перед каждым ее включением. Аналогичные измерения необходимо производить также при наблюдениях за техническим состоянием водозаборных скважин, то есть перед их остановкой и непосредственно перед их включением.

Наблюдения за уровнем подземных вод в водозаборных скважинах при их круглосуточной работе должны проводиться 1 раз в месяц одновременно с измерением дебита скважины в одни и те же установленные даты.

При некруглосуточной работе скважин измерения уровня следует проводить перед каждой остановкой скважины и перед каждым ее включением. Аналогичные измерения необходимо производить также при наблюдениях за техническим состоянием водозаборных скважин, то есть перед их остановкой и непосредственно перед их включением [19, с.85].

Для измерения уровня воды в эксплуатационных скважинах используются электроуровнемеры (рисунок 3.6).



Рисунок 3.6 – Пример скважинного электроуровнемера

Все измерения уровня производятся от края обсадной или пьезометрической трубы, превышение ее над поверхностью земли должно быть тщательно измерено и занесено в журнал режимных наблюдений.

В журнал вносятся данные глубины уровня подземных вод от поверхности земли, которое вычисляется следующим образом: от глубины уровня подземных вод, измеренного от края обсадной или пьезометрической трубы, вычитается высота патрубка (превышение края обсадной или

пьезометрической трубы над поверхностью земли).

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

При эксплуатации самоизливающихся скважин положение уровня подземных вод определяется по показаниям манометра.

Наблюдения за температурой подземных вод в водозаборных скважинах следует проводить, главным образом, на участках, где может наблюдаться тепловое загрязнение подземных вод, а также в районе развития многолетнемёрзлых пород. Эти наблюдения проводятся одновременно с наблюдениями за уровнем подземных вод. Измерения осуществляются специальными приборами (водяными термометрами, электронными регистраторами температур) в интервале установки фильтра при остановке скважины или на изливе.

При измерениях термометр держат в воде в течение нескольких минут. Отсчет по нему производится немедленно после извлечения его из воды. Точность измерений до $0,1^{\circ}\text{C}$. С начала отсчитываются десятые доли градуса, а затем целые градусы.

Результаты измерений уровней и температур подземных вод записываются наблюдателями в журнал наблюдений непосредственно около скважины.

После окончания измерений наблюдатель должен в тот же день переписать все результаты в таблицу установленной формы, которая в конце года представляется в органы управления фондом недр по субъекту Российской Федерации.

Наблюдения за качеством подземных вод проводят в соответствии с требованиями ГОСТа 2761-84 «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения», СанПиНа 2.1.4.544-96 «Требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников» и СанПиНа 2.1.4.559-96 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества».

Комплекс контролируемых нормируемых показателей устанавливается в зависимости от местных природных геолого-гидрогеологических и гидрогеохимических условий, особенностей антропогенной нагрузки. В состав его входят отдельные обобщенные показатели, а также показатели органолептических и санитарно-токсикологических свойств воды, предельно допустимые концентрации которых регламентируются вышеперечисленными ГОСТами и СанПиНами.

В первые годы наблюдений за гидрогеохимическим режимом подземных вод (до установления в качественном составе подземных вод характерных элементов) в пробах воды рекомендуется определять стандартный перечень компонентов, согласованный с органами государственного санитарно-эпидемиологического надзора (обязательно) и соответствующим территориальным центром государственного мониторинга геологической среды. В последующие годы перечень определяемых компонентов может быть сокращен [9, с.54].

Количество и периодичность отбора проб воды для лабораторных исследований регламентируется лицензионными. Перед отбором проб воды из неработающих эксплуатационных и наблюдательных скважин проводится их предварительная прокачка. Обязательный сброс воды во время прокачки – не менее 3-5 объемов столба воды в скважине.

Использование эрлифта для прокачек ограничено лишь случаями опробования вод на содержание небольшого количества консервативных элементов (Na, K, SO₄, Li, Rb, Cs, F, Br и др.) и неприемлемо при отборе проб на анализ неконсервативных компонентов, органических веществ, бактериологический анализ.

Из неработающей скважины отбор проб должен производиться пробоотборником с глубины интервала установки фильтра. Из действующей эксплуатируемой скважины проба отбирается из струи воды, подаваемой насосом.

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 ГОСТами. Объем проб воды и консерванты определяет лаборатория-исполнитель. Лаборатории, производящие анализы должны быть сертифицированы и аккредитованы.

Пробы воды отбираются отдельно на анализируемые показатели, не требующие консервации, и на показатели в зависимости от химического вещества – (консерванта) и его объема.

Учитывая, что отбор проб воды требует специальных знаний и навыков, а также необходимость соблюдения мер безопасности при использовании консервантов (в основном концентрированных кислот и щелочей), рекомендуется заключать договора на выполнение этих работ со службой государственного мониторинга геологической среды, органами Госсанэпиднадзора или лабораторией, производящей анализы.

К каждой бутылке с пробой воды должна быть прикреплена этикетка. Для направления в лабораторию проб воды на анализ составляется ведомость. Ведомость составляется в двух экземплярах: первый экземпляр направляется в лабораторию, второй – остается у недропользователя.

Наблюдения за техническим состоянием водозаборных скважин. В соответствии с «Правилами технической эксплуатации систем водоснабжения и водоотведения населенных пунктов», один раз в год в период, определяемый местными условиями, должна проводиться генеральная проверка состояния скважины и ее оборудования. При генеральной проверке устанавливается состояние обсадных труб, водоприемной части скважины, насосного оборудования, промеряется глубина скважины, производится извлечение водоподъемника (насоса) из скважины и полная его разборка.

Неисправность скважины распознается по изменению

производительности, резкому изменению положения уровня, ухудшению качества воды. В случаях, когда изменение производительности и ухудшение качества воды вызваны несколькими причинами, для установления их должны производиться наблюдения за техническим состоянием скважины и водоподъемного оборудования. На основании результатов исследований определяются пути ремонта или ликвидации скважины.

В том случае, если принято решение о ликвидации скважины, она должна быть затампонирована в соответствии с действующим положением.

Результаты работ обязательно должны быть задокументированы и составлен акт в произвольной форме, в котором должны указываться: фактическое состояние обсадных труб, фильтровой части скважины, насосного оборудования, измеренная глубина скважины, а также проведенные ремонтные и профилактические работы. Эти документы хранятся в материалах по эксплуатационным скважинам.

Заключение

Экологическая ситуация, в которой приходится функционировать современной экономике вызывает необходимость комплексного рассмотрения хозяйственных проблем под углом зрения требований окружающей среды.

Информация о результатах наблюдений за режимом эксплуатации участка передается в соответствии с условиями лицензионного соглашения. Обязка устья скважины и приустьевое оборудование должны обеспечивать возможность проведения всех необходимых замеров и отбора проб. Приустьевое оборудование должно обеспечивать возможность проведения его санитарной обработки.

В условиях нахождения скважины водозабора в непосредственной близости от территории застройки поселка, для предупреждения загрязнения подземных вод водоносного аллювиального горизонта по затрубному пространству необходимо продолжить содержание территории водозабора в соответствии с существующими требованиями по защитным мероприятиям в районе водозаборов.

Результаты, полученные в ходе выполнения работы, позволяют сформулировать следующие основные выводы:

1. При сравнении качественных характеристик подземных вод водозабора с данными при детальной разведке отмечается стабильность качества подземных вод в течение многолетнего периода. Минерализация их изменяется в пределах $0,214-0,426$ мг/дм³, иногда снижаясь до $0,121-0,196$ мг/дм³, что объясняется расположением скважин вблизи реки. Содержание ионов натрия, магния, хлора и сульфата изменяется в пределах от 0-64 до 0-38,4 мг/дм³. Кальция содержится в пределах от 17 до 91 мг/дм³, а гидрокарбонат от 122 до 256 мг/дм³. Содержание железа не превышает $0,1$ мг/дм³. Общая жесткость колеблется от 1 до $4,9$ мг-экв/дм³.

2. Приведенные результаты химических и бактериологических анализов свидетельствуют о стабильности качества подземных вод в течение всего

периода эксплуатации водозабора.

3. Поверхностные воды долины р. Туапсе, являющиеся основным источником восполнения запасов подземных вод, также характеризуются достаточно постоянным химическим составом, отличается повышенными микробиологическими показателями, что свойственно для поверхностных вод района исследования, но мы видим, что этот факт никак не влияет на состояние подземных вод, несмотря на расположение водозабора непосредственно вблизи источника.

4. Техническое состояние скважин хорошее. За период их эксплуатации, замечаний не возникало. Вода отвечает требованиям СанПиН и может использоваться для питьевых целей практически без специальной водоподготовки.

5. Можно прогнозировать, что дальнейшая работа водозабора не приведет к существенным изменениям химического состава подземных вод.

6. Запасы подземных вод подсчитаны в условиях стационарного режима фильтрации, на неограниченный срок эксплуатации. Следуя методическим рекомендациям по применению «Классификации запасов», расчетный срок эксплуатации ограничивается 25 годами.

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. – 420 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. – 381с.
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. – 323 с.
5. Бадагуев, Б.Т. Экологическая безопасность предприятия: Приказы, акты, инструкции, журналы, положения, планы / Б.Т. Бадагуев. – М.: Альфа–Пресс, 2012. – 568 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. – 568 с.
7. Буркинский, Б.В. Экономико–экологическая безопасность морехозяйственной деятельности / Б.В. Буркинский. – Ростов н/Д: Феникс, 2008. – 648 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. – 128 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. – 328 с.
12. Захваткин, Ю.А. Основы общей и сельскохозяйственной экологии: Методология, традиции, перспективы / Ю.А. Захваткин. – М.: КД Либроком, 2013. – 352 с.
13. Калыгин, В.Г. Экологическая безопасность в техносфере. Термины и определения / В.Г. Калыгин. – М.: КолосС, 2008. – 368 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. – 520 с.
15. Коростелева, Л.А. Основы экологии микроорганизмов / Л.А. Коростелева, А.Г. Кощев. – СПб.: Лань, 2013. – 240 с.
16. Кривошеин, Д.А., Кукин П. П., Лапин В. Л. и др. Инженерная защита поверхностных вод от промышленных стоков: учеб. пособие. М.: Высш. шк., 2008. – 344 с.
17. Кривенко, В.П. Биологические основы экологии: учеб. пособие / В.П. Кривенко. – СПб.: ГУАП, 2012. – 144 с.
18. Кульский, Л.А., Гороновский И.Т., Когановский А.М., Шевченко М.А. Справочник по свойствам, методам анализа и очистки воды. Киев.: Наукова думка, 1980. – 680 с.
19. Маслов, Н.В. Градостроительная экология: учеб. пособие для строит. вузов / Н. В. Маслов. – М.: Высшая школа, 2003. – 285 с.
20. Радько, Т.Н. Основы геоэкологии / Т.Н. Радько. – М.: КноРус, 2013. – 352 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.