



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 технического состояния и уровня водообеспечения населения города Туапсе»

Исполнитель Кривенко Дарья Андреевна

Руководитель к.с.-х.н., доцент Цай Светлана Николаевна

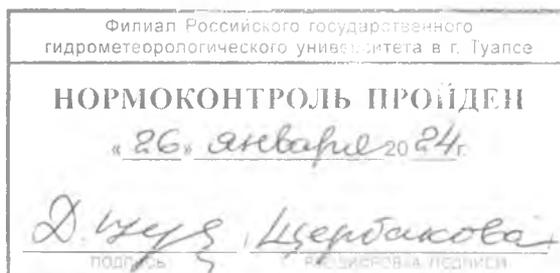
«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой _____

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Цай Светлана Николаевна

«29» января 2024 г.



Туапсе
2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1 Сущность понятия системы водоснабжения и водоотведения их роль в городских коммунальных хозяйствах.....	5
1.1 Современные типичные схемы системы водоснабжения.....	5
1.2 Роль технического состояния систем водоснабжения в коммунальном хозяйстве.....	13
2 Характер водообеспечения населения МУП «ЖКХ гор Туапсе», в динамике	21
2.1 Состояние и уровень водообеспечения населения МО г.Туапсе.....	21
2.2 Анализ технического состояния канализационного хозяйства	27
3 Мероприятия по повышению уровня водообеспечения населения качественной питьевой водой.....	41
Заключение	52
Список использованной литературы.....	54

Введение

Принимая во внимание проблемы водоснабжения следует начать с изучения формирования концепции водоснабжения, которая представляет собой инженерный комплекс природных и искусственно созданных водных объектов и технических сооружений, находящихся в общем процессе функционирования для удовлетворения социальных, экологических и экономических потребностей человека в воде.

Использование естественных источников воды, системы водоснабжения, представляющий собой комплекс инженерных сооружений, водоснабжения для различных потребителей, а также обеспечить очистку сточных вод, их разгрузку и возвращение к природе, защите и сохранению водных источников от загрязнения и истощения. Одним из основных видов экологического отношения между человеком и водой является его пользование водными ресурсами за счет реализации индивидуального или централизованного водоснабжения.

Актуальность исследований обоснована тем, что обеспечение населения качественной питьевой водой с использованием новых технологий повышает состояние здоровья и снижает экономические расходы на водоснабжения и водоотведения, которые функционируют во всех сферах человеческой деятельности, в том числе и в производстве.

Объект исследования - система водоснабжения и водоотведения МУП «ЖКХ г.Туапсе».

Предмет исследования – состояние уровня технического оснащения по водообеспечению населения МО Туапсинский район.

Целью работы - анализ состояния технического оборудования и перспективы по поддержанию качества водообеспечения населения.

Выстроены решения задач:

– Рассмотреть типичные схемы систем водоснабжения и водоотведения их роль региональных коммунальных хозяйствах;

- Определить место источников водоснабжения и водоотведения в жилищно-коммунальном комплексе РФ;
- Провести анализ технического состояния и возможности бесперебойного водообеспечения населения;
- Выявить основные экологические проблемы в организации системы водоснабжения и водоотведения МО Туапсинский район;
- На основании анализа рассмотреть пути совершенствования системы водоснабжения и водоотведения на выбранном предприятии.

потребителя по всем предусмотренным установленными нормативными документами.

Общепринятая технология систем водоснабжения состоит из следующих элементов: входной блок, который обеспечивает получение воды из природных источников, таких как реки, озера или водохранилища. Составные части оборудования представлены на рисунке 1.2.



Рисунок 1.2 – Составные части оборудования

Одной из главнейших задач при достижении конечной цели, безусловно является качество транспортируемой воды к потребителям. Во многом этот фактор зависит от двух показателей: первое – расстоянием от первоначальной точки добычи и степени энергетической мощности водоупорной кровли водоносного горизонта, на который она пробурена.

По результатам научных исследований к.х.н., доцент П.Р. Лугань: «Именно химический состав подземных вод формируется под влиянием химических (растворение, выщелачивание, сорбция, ионный обмен, образование осадка) и физико-химических (перенос веществ фильтрующих пород, растворение, поглощение и выделение газов) процессов» [10, с.59].

Состав подземных вод очень разнообразен и включает около 70 различных химических элементов. Однако, не все из них играют одинаковую роль в формировании качества питьевой воды.

Наиболее важными элементами, которые необходимо контролировать, являются фтор, железо, марганец и соли жёсткости (сульфаты, карбонаты и

бикарбонаты магния и кальция).

Другие большинство микроэлементов, такие как бром, бор, бериллий, селен, стронций и другие, встречаются реже, но значимость их зачастую огромна и роль их наличия или отсутствия неопределима.

Отсутствие растворенного кислорода в подземных водах научно подтверждено, однако протекающие там микробиологические процессы существенно влияют на их состав. Так, серобактерии окисляют сероводород и серу до серной кислоты, а железобактерии формируют конкреции железа и марганца, частично растворяющиеся в воде, что также находит научное объяснение.

Помимо природных факторов, на формирование химического состава подземных вод также влияют и техногенные факторы внешней среды. Среди них можно выделить нерациональную эксплуатацию отдельных пластов подземных вод, отбор большего объема воды, чем есть в наличии, проникновение воды из других пластов подземных вод, изменение степени минерализации. В ряде случаев также возможно бактериальное загрязнение воды.

Проектирование, создание и эксплуатация систем водоснабжения должны соответствовать требованиям надежности, не нарушая при этом существующего экологического равновесия природной среды (водной сферы и биосферы) [2, с. 134].

Общепризнано, что системы водоснабжения должны гарантированно обеспечивать всех пользователей водой необходимого качества, под заданным давлением и в нужном объеме, при минимально возможных расходах на создание и эксплуатацию системы.

Безусловно, разработка любой системы водоснабжения должна начинаться с планирования, которое представляет собой совокупность водопроводных объектов и последовательность их размещения на выбранном участке [6, с.32].

На данном этапе важно учесть факторы, влияющие на выбор типа

планирования водоснабжения. Как правило, на начальном этапе разработки проекта рассматриваются два (или более) возможных варианта планирования водоснабжения. Затем производится расчет целесообразности каждого из них и выбирается наиболее подходящий. Проектирование осуществляется на основе выбранного подхода, и в результате учитываются все элементы системы водоснабжения.

План водоснабжения - это базовый план системы водоснабжения, который описывает элементы водоснабжения. Он включает расположение водохранилищ, качество источников воды, топографию местности и объем воды, используемый промышленными предприятиями.

К источникам воды относятся поверхностные водные объекты, такие как реки, озёра и морская вода, а также подземные воды. На сегодняшний день наука и технологии обладают всеми необходимыми ресурсами для решения сложных задач, связанных с водоснабжением и канализацией городов и промышленных объектов, а также для охраны водных объектов от загрязнения.

Суточное потребление воды в городах и на предприятиях различается. В городах в ночное время расходуется значительно меньше воды, чем днём. На предприятиях в начале и в конце рабочей смены затрачивается меньше технической воды, чем в её середине. Сейчас и города, и заводы расходуют большое количество воды. Она используется, конечно, и для питья, и для промышленных целей, и для тушения пожаров.

Улучшение качества питьевого водоснабжения будет способствовать улучшению городской и санитарной обстановки и защите населения от различных инфекционных заболеваний, распространяющихся через воду. Вместе с тем, в связи с активным развитием промышленности, общее количество воды, используемой в промышленных целях, растет с каждым годом.

В промышленности вода используется как сырье для производства товаров, в условиях, создающихся в технологических процессах, для очистки сырья, для охлаждения оборудования и других целей. Во многих ситуациях

вода напрямую контактирует с сырьем и готовыми товарами, и в итоге. влияют качество и цену продукции.

Под системой водоснабжения подразумевают комплекс инженерных сооружений и мер, которые осуществляют забор воды из природных источников, её очистку, транспортировку и подачу конечным потребителям. Вода, прошедшая по водопроводной системе и использованная для коммерческих, промышленных или иных нужд, становится загрязненной и меняет свои свойства и называется сточной.

Сточные воды городов и значительной части промышленных предприятий включают органические загрязнения, которые могут разлагаться, создавая условия для развития множества бактерий, включая патогенные (то есть способные вызвать заболевание).

В зависимости от направления и технологии деятельности предприятий, они содержат опасные минеральные примеси, химические вещества и токсины. Станции для очистки воды могут располагаться как на близлежащих водоемах, так и на источниках водоснабжения [13, с.51].

Для этих целей используются системы канализации, которая представляет собой систему для очистки сточных вод (рисунок 1.3).

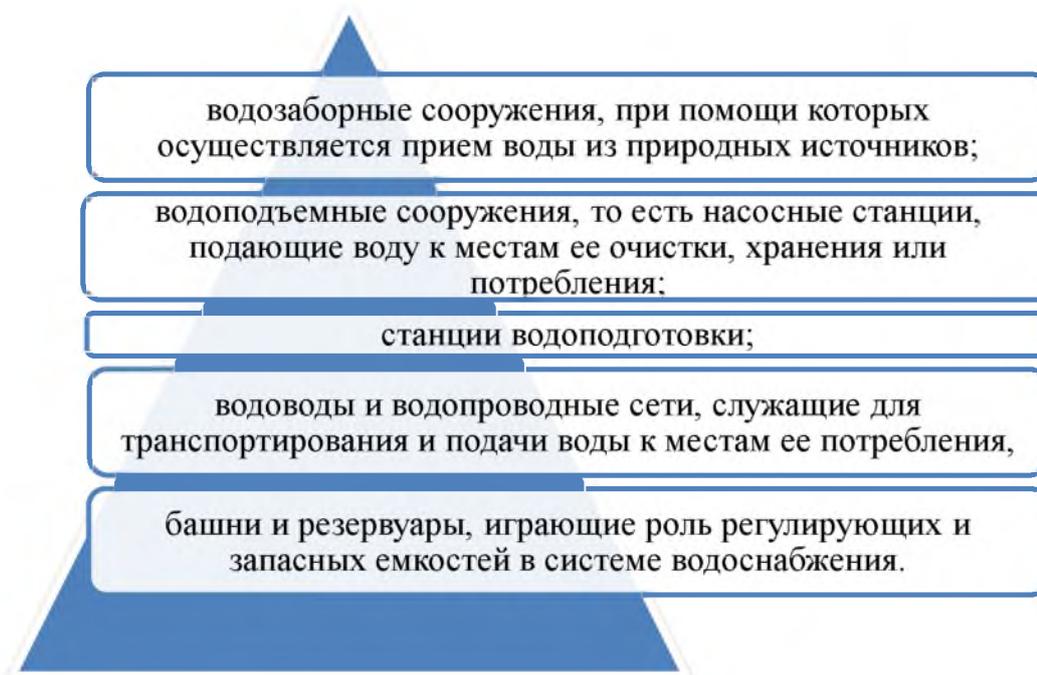


Рисунок 1.3 – Составляющие оборудования системы водоснабжения

Для обеспечения удовлетворительных санитарных условий в городе и на территории промышленных предприятий сточные воды должны подвергаться очистке и обеззараживанию, чтобы их можно было безопасно выпустить за пределы территории и предотвратить загрязнение водных источников.

Системы водоснабжения, использующие циркуляционные насосы высокого давления и трубы в зданиях изготавливают сегодня по новым методикам из меди, латуни, пластика или другого малотоксичного материала. А дренажные и канализационные трубопроводы в последние годы стали изготавливать из пластика, стали, чугуна или свинца.

Составные части системы водоснабжения призваны создавать главные условия прокачку воды из водоисточника и после очистки отвечающим основным требованиям существующим нормативным документам и доведением ее до потребителей.

В результате потребления водных источников человеком в быту, на производстве и при перемещении отходов она изменяет свои физические и химические свойства, образуя при этом сточную жидкость» [22,с.19].

Для более подробного анализа необходимо учитывать целый ряд факторов, согласно которому возникает рассмотрение вопроса включения в систему те или иные технологические процессы (рисунок 1.4).

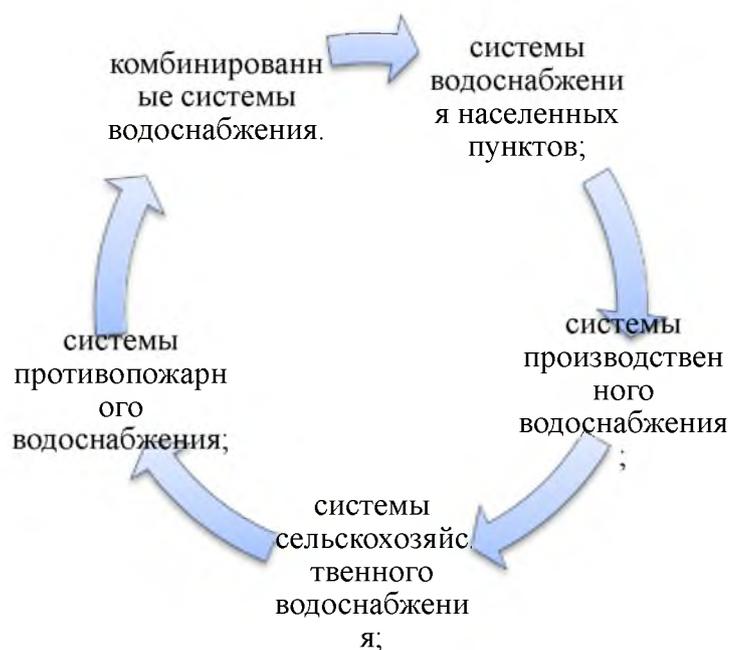


Рисунок 1.4 - Характер особенностей по потребительски назначениям

Условно существующие системы по данному признаку, можно разделить на 5 производственных групп согласно отношения их к тем или иным отраслям природопользования, наиболее распространенные - это комбинированные и населенных пунктов.

В связи с разнообразием характера орографических особенностей, уровня их по высоте, особенностей грунта, геологического строения территории расположения источников по способу подачи воды их делят на 3 вида, изображенные на рисунке 1.5.



Рисунок 1.5 - Виды подвода воды к потребителям

Опять таки, каким образом подвести воду к трубам зависит от разностей рельефа местности, экономических возможностей, дальнейшего распределения и т.д. Схема подачи воды представлена на рисунке 1.6.



Рисунок 1.6 – Схема подачи в зависимости от источника

При проектировании схемы в обязательном порядке рассматриваются

источники способы использования воды. Способы использования воды представлены на рисунке 1.7.



Рисунок 1.7 –Виды схем по способу использования воды:

Принимая во внимание основные виды и формы, все сточные воды городов, посёлков и промышленных предприятий могут быть разделены на три крупные категории.

На основании изучения научных литературных источников и экологических отчетов различных регионов страны и в сравнении с состоянием окружающей среды, зависящей от уровня урбанизации городов, в том числе развития тех или направлений отраслей природопользования установлены различия в химических и других видах загрязнения (рисунок 1.8).

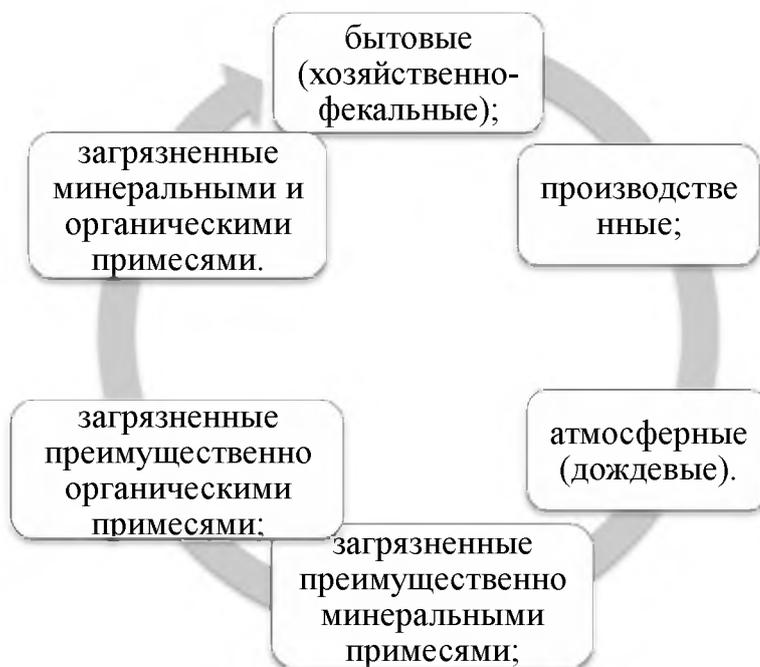


Рисунок 1.8 – Типизация загрязнений городских сточных вод

Промышленные сточные воды можно разделить на две категории:

загрязнённые и условно чистые, то есть незагрязнённые. Загрязнённые промышленные сточные воды, в свою очередь, можно разделить на несколько групп в зависимости от свойств находящихся в них примесей.

Рассмотрим каждую группу отдельно и начнем с анализа особенностей производства бытовых стоков. Бытовые сточные воды образуются из воды, применяемой для мытья раковин, унитазов, ванн, рукомойников, кранов, стирки белья, принятия душа и мытья полов (бытовая горячая вода).

Кроме того, к этой группе также относится вода из туалетов, то есть вода, загрязнённая физиологическими отходами (фекальная вода) [7, с.71].

1.2 Роль технического состояния систем водоснабжения в коммунальном хозяйстве

В настоящее время услуги жилищно-коммунального сектора, выделены в отдельную отрасль природопользования скорее всего степень слаженной ее деятельности велика и нуждается в постоянном обновлении технологии и модернизации. Его основная функция обеспечение потребности городских жителей в воде, а также коммунальных, транспортных и прочих непромышленных муниципальных организаций.

Учитывая, что с ростом численности населения происходит развитие отраслей промышленности, транспорта, увеличивается структура социальной и производственной инфраструктуры городских агломераций.

Затраты на подсектор водоснабжения и канализацию в жилых и коммунальных зонах страны, в свою очередь, определяются, в первую очередь, факторами, связанными с потреблением воды [4, с. 106].

Строительство и эксплуатация систем водоснабжения имеют большое экономическое значение, поскольку они удовлетворяют потребности населения в безопасной питьевой воде, значительно снижают количество заболеваний, распространяющихся через воду за счет улучшения культурно-бытовых условий, улучшают качество и снижают себестоимость продукции,

производимой промышленными предприятиями. Специфика современного городского хозяйства обуславливает постоянное потребление воды и жёсткие требования, предъявляемые к её качеству.

При использовании водных ресурсов в больших объёмах и в широком масштабе используются подземные воды, качество которых превосходит качество поверхностных вод. Растущая роль систем водоснабжения и канализации сегодня обусловлена ростом строительной отрасли, что также повлекло значительное увеличение потребления воды.

Установленная производственная мощность насосных станций первого подъема составляет 51 тыс.м³/сут., второго подъема - 57 тыс.м³/сут. Скважины оборудованы погружными насосными агрегатами марки ЭЦВ 10-120-60 и ЭЦВ 10-120-40. Водозабор г.Туапсе включает в себя 31 действующую скважину, по которым осуществляется подъем воды, и две затампонированные скважины – скважины №1 и №2. При анализе состояния технологического оборудования было выяснено, что 56,7% оборудования насосных станций 1-го и 2-го подъема имеет уровень износа 100% (таблица 1.1).

Таблица 1.1 – Сведения о техническом состоянии насосного оборудования водопроводных насосных станций 1-го и 2-го подъема МУП «ЖКХ г. Туапсе»

Наименование объекта	№ пп агрегата	Наименование установленного оборудования	Год установки	% износа	Мощность эл. двигателя, кВт	Производительность насоса, м ³ /час
ВНС I-го подъема	3,14,16,22,24,26,33	ЭЦВ 10-120/40	2018г.	20,0	32,0	100 - 112
	5,6,9,10,11,13,29,30	ЭЦВ 10-120/40	2014 - 2016.	100,0	32,0	80 -120
	4,7,8,12	ЭЦВ 10-120/40	2016	7,0	32,0	80-112
	15, 27, 28,31	ЭЦВ 10-120/40	2014	60,0	32,0	90-112
	17,25	ЭЦВ 10-120/60	2017	0,0	32,0	120,0
	18-21	ЭЦВ 10-120/60	2007	100,0	32,0	100,0
	32	ЭЦВ 10-65/110	2008	80,0	32,0	65,0
ВНС II-го подъема	1	200Д-60	1991г.	100,0	250	600,0
	2	200Д-60	1993г.	100,0	250г	600,0
	3	200Д-60	2002г.	100,0	250	600,0
	4	200Д-60	2006г.	100,0	250	600,0
	5	1Д200-90	2012г.	14,0	90	90,0
	6	1Д200-90	2002г.	100,0	90	90,0

Как показывает таблица 1.1, насосное оборудование частично изношено и требует замены. Производительности существующих водозаборных сооружений достаточно на сегодняшний день и на период реализации схемы водоснабжения.

Исходя из данных таблицы, можно сделать вывод о том, что средний износ сетей водоснабжения составляет 77,4%, что является причиной снижения качества системы водоснабжения, в связи, с чем необходима поэтапная реконструкция сетей. Большая часть сетей имеет значительный износ: 128,02км сетей имеют износ 100%.

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 осуществляется лабораторией, состоящей из двух подразделений, в обязанности которых входят задачи, перечисленные на рисунке 1.9.



Рисунок 1.9 –Задачи контролируемых показателей качества

Качество подземных вод соответствует требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода и водоснабжение населенных мест».

Для определения качества питьевой воды отдел лаборатории аналитического контроля МУП «ЖКХ гор Туапсе», осуществляет отбор проб показатели которых сведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 - Результаты исследований питьевой воды из разводящей сети

№ п/п	Наименование показателей	Нормативы (ПДК) для питьевой воды, не более*	Фактическое содержание	
			Сборный водовод	Центральный водовод
1.	Мутность, мг/дм ³	1,5	<0,88	<0,58
2.	Водородный показатель, ед.рН	6-9	7,51	7,47
3.	Цветность, град.	20 ⁰	<1 ⁰	<1 ⁰
4.	Запах, 20/60 ⁰ С	2	2хл/3хл	2хл/3хл
5.	Сухой остаток, мг/дм ³	1000	236,8	231,6
6.	Остаточный хлор, мг/дм ³	0,3-0,5	-	0,35
7.	Жесткость, мг-экв/дм ³	7,0	3,89	3,84
8.	Щелочность, мг-экв/дм ³	Не нормируется	3,68	3,65
9.	Железо общ., мг/дм ³	0,3	<0,1	<0,1
10.	АПАВ, мг/дм ³	0,5	<0,015	<0,015
11.	Окисляемость перманганатная, мгО/дм ³	5,0	0,64	0,56
12.	Медь, мг/дм ³	1,0	<0,02	<0,02
13.	Марганец, мг/дм ³	0,1	<0,01	<0,01
14.	Фторид-ион, мг/дм ³	1,5	0,085	0,099
15.	Хлорид-ион, мг/дм ³	350	6,5	6,5
16.	Сульфат-ион, мг/дм ³	500	26,4	25,06
17.	Нефтепродукты, мг/дм ³	0,1	<0,05	<0,05
18.	Нитрит-ион, мг/дм ³	3,0	<0,003	<0,003
19.	Аммиак и ионы аммония (суммарно), мг/дм ³	2,0	<0,05	<0,05
20.	Нитрат-ион, мг/дм ³	45,0	1,17	1,22
21.	Общее микробное число	<50	5,0	0,0

Описание состояния и функционирования существующих насосных станций, в том числе оценка энергоэффективности насосного оборудования при подаче воды

Большая часть оборудования на всех ВНС, кроме насосной станции по ул.Фрунзе и ул.Маяковского, устарела и нуждается в срочной замене, так как работает со значительными перегрузками, что, в свою очередь, может привести к аварийным ситуациям.

В ведении МУП «ЖКХ гор Туапсе», находится 11 водопроводных подкачивающих насосных станций, результаты состояния технологического оборудования приведены таблице 1.3

Таблица 1.3 – Техническое состояние водопроводных насосных станций (ВНС) МУП «ЖКХ гор Туапсе»

№ п/п	Наименование и место расположения ВНС (адрес)	Поддача, м ³ /час	Напор, м	Мощность электродвигателя, кВт	Год ввода в эксплуатацию насосного агрегата	Амортизационный износ насосного агрегата, %
		Факт максим	Факт при макс. подаче			
1.	ул. Дзержинского (законсер.)	5	110	30	1992	100%
2.	ул. Садовая (законсер.)	90	75	22	1984	100%
3.	ул. Рабфаковская	200	95	90	1983	100%
		200	95	90	1985	100%
4.	д/о "Весна"	200	110	90	1994	100%
		200	110	90	1994	100%
5.	ул. Маяковского	45	75	15	2017	5%
6.	ул. В Кардонная	250	110,5	160	1995	100%
		250	110,5	160	1995	100%
		250	110,5	160	1994	100%
7.	ул. Володарского	резерв	резерв	250	1999	100%
		180	160	110	1999	100%
8.	НПЗ	300	110,8	160	2008	демонтировать
		300	110,8	160	2008	демонтировать
		300	110,8	160	2008	80%
9.	ул. Звездная	100	65	30	1989	100%
		45	50	17	1978	100%
		45	55	17	1978	100%
10.	ул. Фрунзе	64	90	45	2012	35%
11.	ул. Свободы	300	150	250	2000	100%
		180	150	132	1987	100%

Процесс транспортирования воды по существующей развязке происходит по заранее предусмотренным участкам территории водопроводной сети.

Данная таблица показывает, что насосное оборудование всех насосных станций, кроме насосной станции по ул.Фрунзе и ул.Маяковского имеет износ 100%, что очень негативно влияет на надежность системы водоснабжение и бесперебойную подачу воды потребителям.

Описание состояния и функционирования водопроводных сетей систем водоснабжения, включая оценку величины износа сетей общая протяженность резервных линий водопровода – 3841,5м),

В том числе другие параметры, представлены на рисунке 1.10.

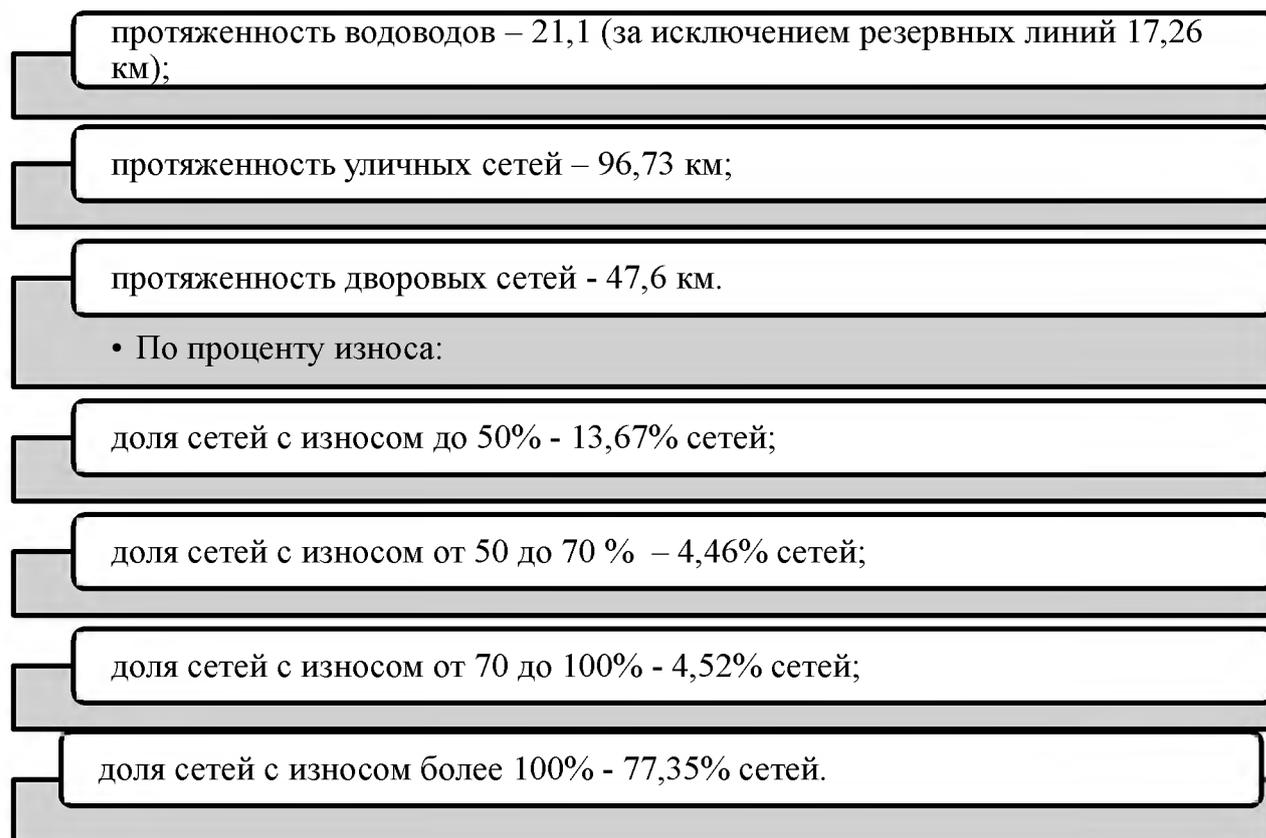


Рисунок 1.10 – Параметры водоводов с процентом износа

Установленная производственная мощность водопровода составляет 51 тыс.м³/сут., которая уложена из стальных, чугунных и асбестоцементных труб, глубина заложения 1,2-1,5м.

К сожалению, на протяжении многих лет износ сетей превысил особо не меняется и остается на уровне 70 и более процентов, которые естественно вызывают к потере в сетях водоснабжения и снижению надежности системы водоснабжения. Нередким явлением оказываются аварии и утечки.

Действующие сети водоснабжения работают на пределе ресурсной надежности. Высокий износ сетей водоснабжения способствует вторичному загрязнению воды. Кроме того, такое состояние сетей увеличивает концентрацию железа и показателя жесткости.

Согласно амортизационным нормам, расчетный срок эксплуатации стальных и асбестоцементных трубопроводов в коммунальном хозяйстве не должен превышать 20-25 лет, чугунных – 50 лет.

Из этого следует, что нормативный установленный срок службы исчерпали более 128км сетей и для поддержания безаварийной работы сетей водопровода необходимо ежегодно в плановом порядке переключать 4-5% от протяженности эксплуатируемых трубопроводов.

При этом замена изношенных сетей и оборудования должна производиться с учётом использования современных технологических разработок с применением новых материалов и методов монтажа, что позволит, не изменяя потребительских свойств, сократить расходы на возобновление основных фондов.

Описание существующих технических и технологических проблем, возникающих при водоснабжении

Основой этому служит Водное законодательство, которое состоит из Водного Кодекса РФ, других федеральных законов и принимаемых в соответствии с ними законов субъектов Российской Федерации.

Процесс развития водоснабжения и водоотведения в России сегодня полностью подчинен аспектам, которые отражает нормативно-правовая документация касательно реформирования ЖКХ, и должен осуществляться с учетом основных положений концепции водопользования в Российской Федерации, ее экологических, технологических, географических и медицинских аспектов. Схема расположения водоводов на рисунке 1.11.

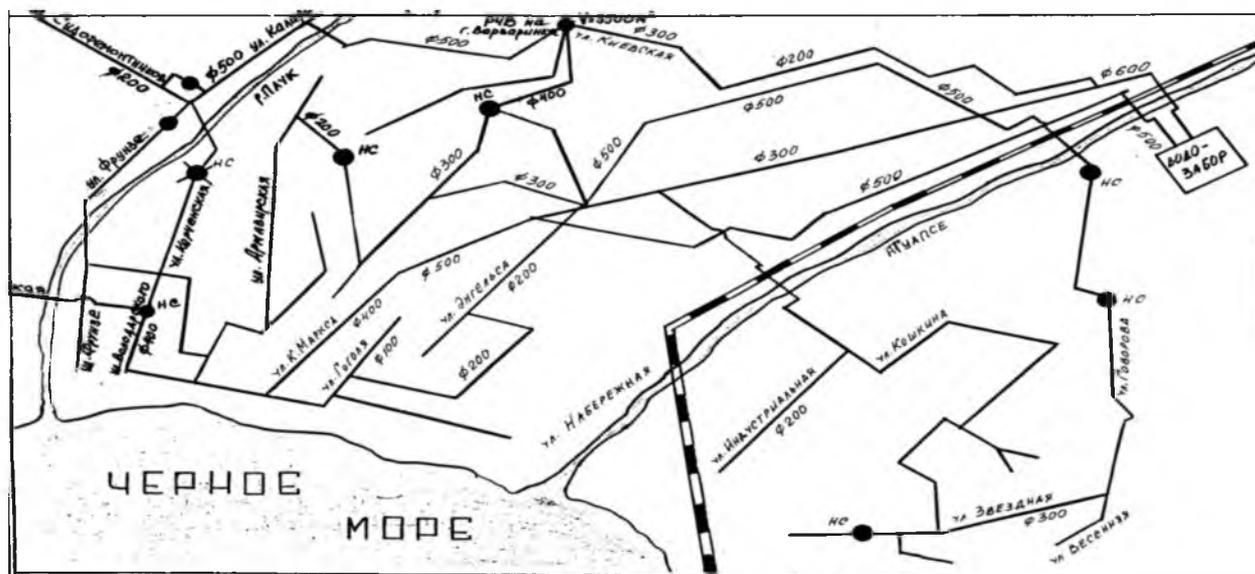


Рисунок 1.11 – Схема водоснабжения гор. Туапсе

По нашему мнению, проводимые преобразования в жилищно-коммунальной сфере должны быть направлены, прежде всего, на преодоление негативных последствий монопольного или доминирующего положения государства в жилищно-коммунальной сфере путем создания и развития конкурентной среды в области управления и обслуживания жилищного фонда и объектов коммунального хозяйства.

Необходимой предпосылкой развития конкуренции является демополизация жилищно-коммунального хозяйства.

Системы водоотведения созданы с целью устранения негативных последствий от воздействия сточных вод на окружающую природную среду. После очистки сточные воды обычно сбрасываются в водоемы [15,с.91].

После очистки сточные воды обычно сбрасываются в водоемы. Сама процедура водоотведения производится при помощи комплекса подземных самотечных трубопроводов, очистных и других сооружений, при помощи которых осуществляется отвод использованных и отработавших вод, очистка и обеззараживание их, а также обработка и обезвреживание появившихся при этом осадков с одновременной утилизацией ценных веществ.

2 Характер водообеспечения населения МУП «ЖКХ гор Туапсе», в динамике

2.1 Состояние и уровень водообеспечения населения МО г.Туапсе

По результатам анализа системы водоснабжения в г. Туапсе выявлены следующие проблемы, представленные на рисунке 2.1.

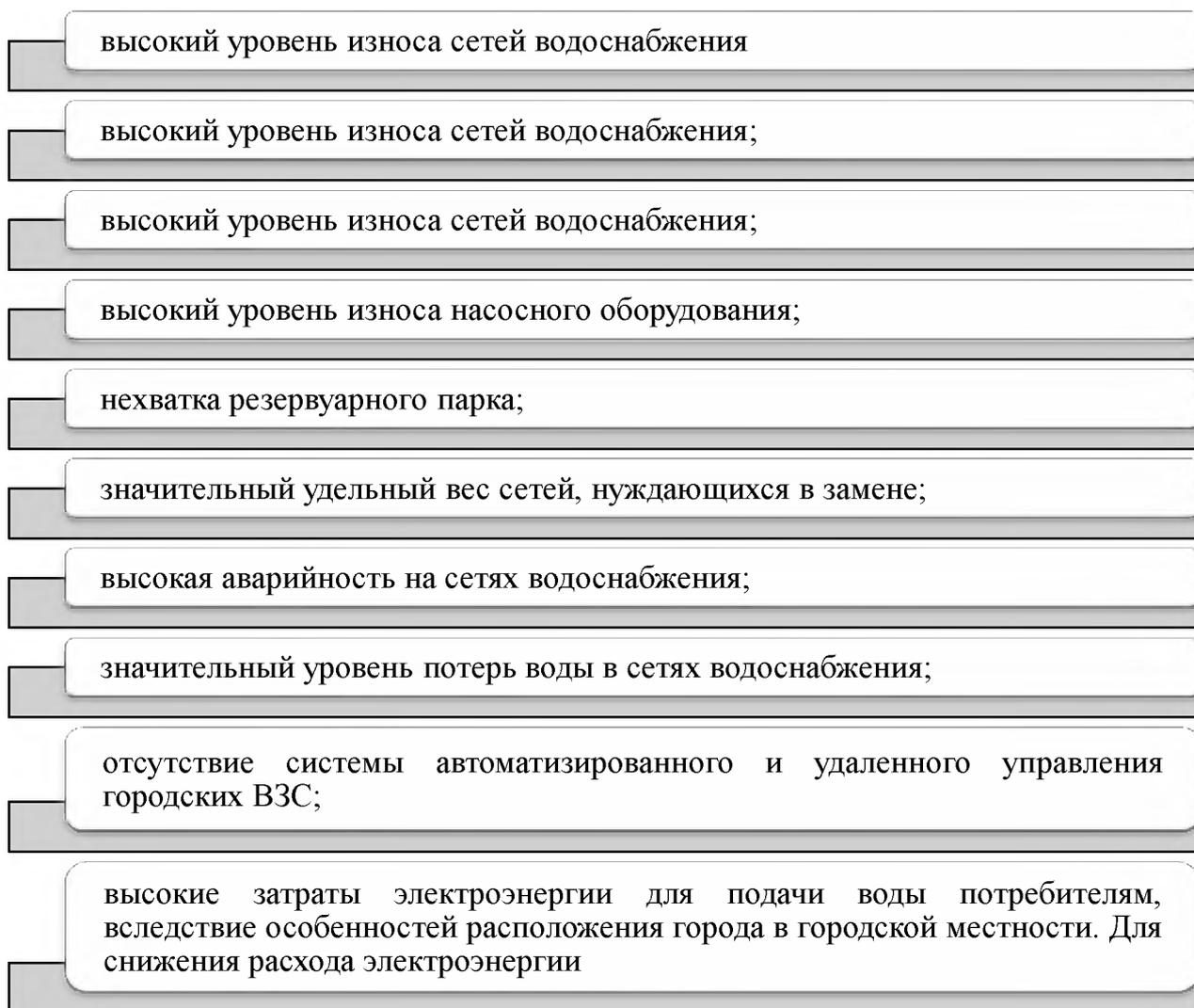


Рисунок 2.1- Экологические проблемы в системе обеспечения водой в регионе

Все объекты коммунального комплекса системы водоснабжения и водоотведения находятся в собственности данной организации.

Таким образом, научно-обоснованного регулирования потребления воды в промышленности является одним из аспектов социально-экономического развития нашей страны. В промышленной воды водоснабжения в основном

используется для охлаждения, промывки, замачивание, влаги, пара, гидравлический, производство изделий и т.д.

Для удовлетворения потребностей современных городов, промышленных предприятий и объектов энергетики требуется огромное количество воды, строго соответствующее требованиям к качеству ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая» или отраслей промышленности.

Для решения этой важной задачи требует кропотливого выбора водных источников, организация их защиты от загрязнения, строительство очистных сооружений.

Важной водохозяйственной проблемой является проведение широких комплексных мероприятий по защите от загрязнения почвы, воздуха и воды, по оздоровлению рек и целых бассейнов [19, с. 87].

В обозримом будущем не только в России, но и во всём мире муниципальные предприятия останутся главными производителями коммунальных услуг. Туапсинское предприятие МУП «ЖКХ гор Туапсе», расположено по адресу: г. Туапсе, Привокзальная площадь, 1.

Согласно нормативно-правовым документам МУП «ЖКХ гор Туапсе», сфера деятельности и предоставляемые услуги, представленные на рисунке 2.2.

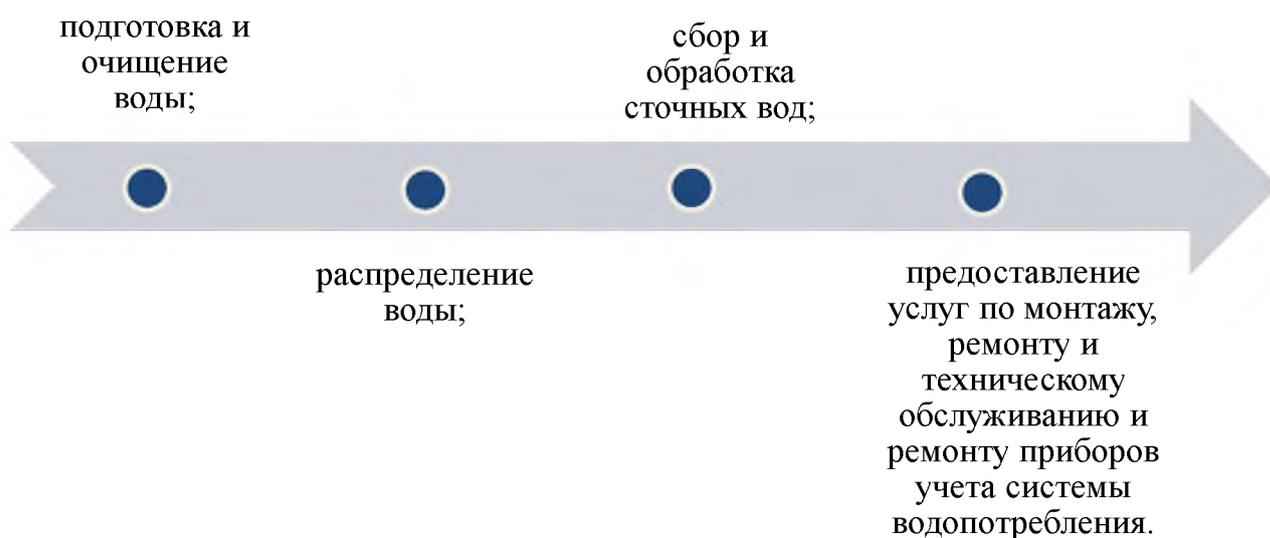


Рисунок 2.2 –Перечень предусмотренных технологических услуг

Основными задачами предприятия являются подготовка питьевой воды и подача ее в город, а также прием и транспортировка городских сточных вод для

очистки на очистных сооружениях МУП поставляет воду промышленным предприятиям для их производственных нужд. Структура водоснабжения представлена на рисунке 2.3.

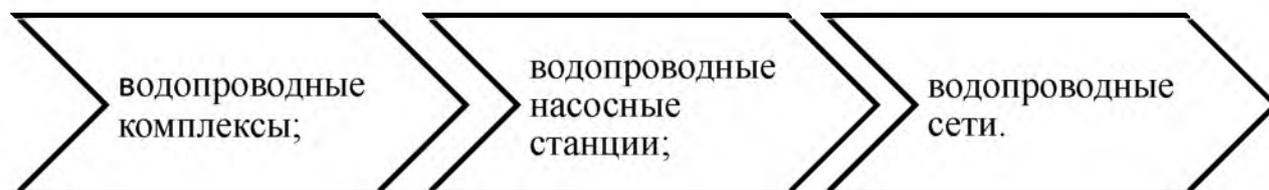


Рисунок 2.3– Схема последовательности структуры водоснабжения

Водоснабжение муниципального образования г. Туапсе осуществляется из поверхностных гравийных слоёв в бассейне реки Туапсе. Первая насосная станция качает очищенную воду на общий водопроводный комплекс.

В состав объединенного водопроводного комплекса входят объекты, представленные на рисунке 2.4.

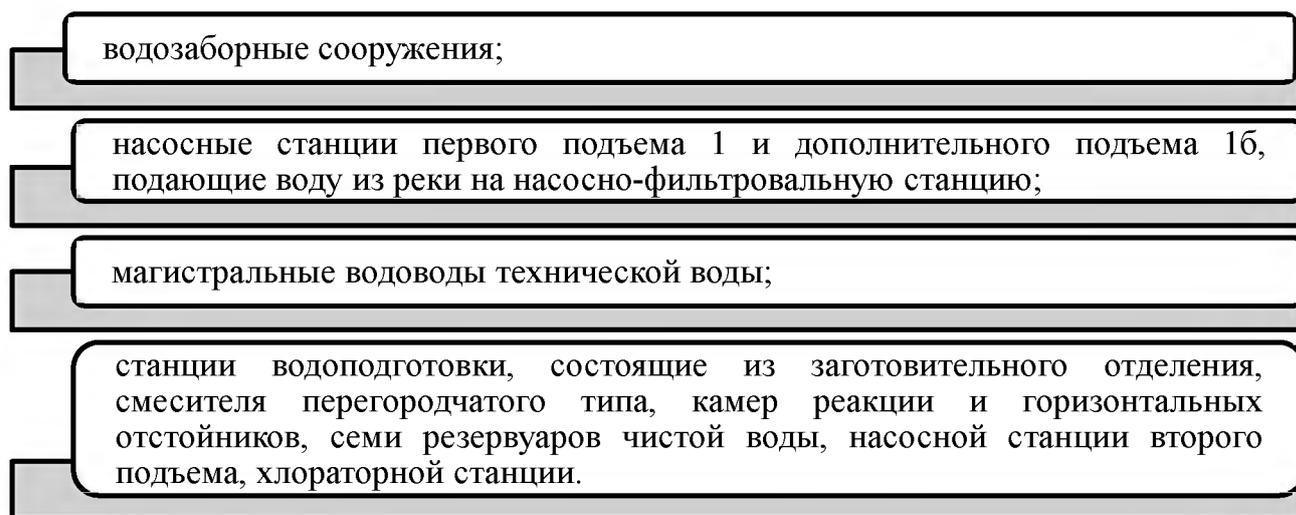


Рисунок 2.4 – Основные этапы существующей схемы водоснабжения

Эксплуатация насосных станций осуществляется в соответствии с требованиями «Правил технической эксплуатации водопроводно-канализационного хозяйства населенных пунктов».

Сначала вода поступает на водозаборное сооружение (№1) из гравийных отложений у поверхности долины реки Туапсе, откуда перекачивается насосами (№2) на станцию водоподготовки(№3).

После очистки вода поступает в сборный резервуар, обозначенный цифрой 4, откуда через насосную станцию (№5), а затем по водоводам (№6) в городскую сеть(№7).

Далее по трубопроводам (8) вода поступает к жилым и коммерческим потребителям (9).

Для регулирования потребления воды в городской распределительной сети часто устанавливаются водонапорные башни (10), функция которых заключается в регулировании x ранения воды.

Рассмотрим схему водоснабжения муниципального образования г. Туапсе на рисунке 2.5, как видно из схемы, процесс водоснабжения состоит из следующей технической последовательности.

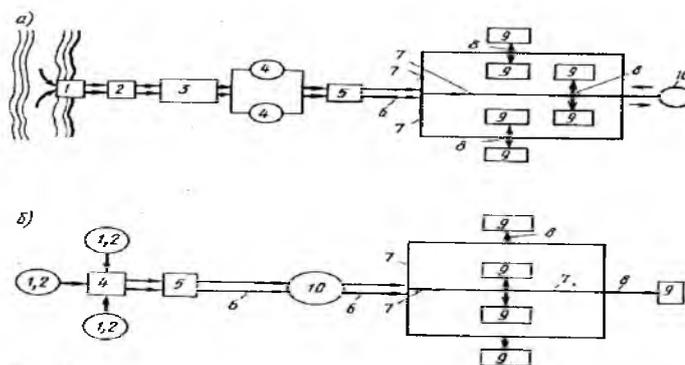


Рисунок 2.5 – Упрощенная схема водоснабжения города

Качество природных источников воды и требуемое качество воды для различных потребителей сильно различаются. На основе анализа природных источников воды установлено наличие разных веществ и микроорганизмов.

Чтобы определить соответствующие характеристики источников воды, пробы отбираются и анализируются в лаборатории МУП «ЖКХ гор Туапсе».

Отбор проб из водоисточников, оценка и контроль качества воды, подаваемой населению для питьевых целей, организованы в соответствии с ГОСТ 214-1074-01«Вода питьевая». Гигиенические требования к качеству воды в централизованных системах питьевого водоснабжения представлены в таблице 2.1.

Для интенсификации процесса коагуляции применяется коагулянт

полиакриламид, добавляемый в смеситель для дезинфекции воды, а также хлор-коагулянты.

Таблица 2.1 - Показатели качества сточных вод, до и после очистки поступающих в реку Туапсе

Показатель	Стадия обработки		ПДК, норматив (СанПиН 2.1.5.980-00)
	До очистки	После очистки	
Прозрачность, см	5, 000±0, 280	6, 600±0, 130	Не < 10
Запах, балл	5	3	Не > 2 (обнаруживаемый непосредственно)
Цвет	Серый (9 см)	Серый (10 см)	Не должен обнаруживаться в
Температура, °С	48, 26±1, 200	17, 300±1, 100	16, 000 – 23, 000
рН	7, 780±0, 100	6, 400±0, 300	6, 500 – 8, 500
Взвеш. вещества, мг/дм ³	36, 80±1, 500	21, 030±1, 700	10, 450
Оседающие вещества, мг/дм ³	25, 900±1, 900	15, 020±1, 800	6, 790
Азот аммонийный, мг/дм ³	0, 690±0, 010	0, 340±0, 010	0, 400
Нитриты, мг/дм ³	0, 280±0, 010	0, 130±0, 010	0, 080
Нитраты, мг/дм ³	16, 50±0, 800	10, 710±0, 500	40, 000
Сульфаты, мг/дм ³	182, 200±5, 100	176, 000±6,300	500, 000
Хлориды, мг/дм ³	138, 40±6, 300	121, 80±6, 500	300, 0
Фосфаты (по фосфору), мг/дм ³	2, 140±0, 100	1, 220±0, 200	0, 200
БПКполн, мг О ₂ /дм ³	82, 90±0, 300	64, 00±0, 120	6, 000
Железо общее, мг/дм ³	0,320±0, 002	0,120±0, 002	0, 100
Хром, мг/дм ³	0, 085±0, 001	0, 076±0, 001	0, 070

Систематически проводится контроль качества в специальных лабораториях на станциях водоподготовки (очистки).

Результаты, полученные в лабораториях, непрерывно анализируются. При очистке природных вод в целях водоснабжения широко применяются процессы коагуляции.

Относительная оценка стоимостных показателей и качества воды с использованием комбинированных показателей загрязнения воды проводится в два этапа. Вначале рассматривается каждый отдельный элемент исследования и результат загрязнения воды, после чего весь комплекс загрязняющих веществ рассматривается вместе для получения итоговой оценки.

Значение обобщённого единого балла, оценивающего каждый компонент по отдельности, колеблется от 1 до 16 (для чистого 0), в зависимости

от класса воды. Более высокие значения соответствуют более высокой степени загрязнения воды.

На сегодняшний день выявлено множество проблем, связанных с работой системы водоснабжения Туапсе. Согласно официальным данным, 61% этой системы находится в заброшенном состоянии. Это ведёт к потере напора и снижению пропускной способности вследствие зарастания водопроводных труб.

Вследствие трещин и разрывов соединений происходит ухудшение физико-химических характеристик подаваемой воды. Так, может меняться цветовой показатель, вода способна стать повторно инфицированной, что случается только при износе сетей питьевого водоснабжения. Также возможно загрязнение грунтовых, поверхностных вод, почв и воздуха.

Утечка в водопроводной сети способна вызвать подъём уровня грунтовых вод, который может привести к интенсивному разрушению оснований, подвалов и в конечном счёте самого здания или конструкции.

В связи с этим задача ремонта и обновления водопроводных труб приобретает всё большую актуальность. Применение для этих целей стандартных методов строительства, то есть традиционных траншей, сопряжено с высокими капитальными затратами, продолжительными сроками строительства, уничтожением городских пространств, нарушением транспортного движения и вырубкой зелёных насаждений.

Следует отметить, что около 5 млн м³ воды ежедневно теряется в водопроводной системе города из-за коррозии и старения труб, более 20% этих потерь приходится на утечки в водопроводной сети жилых районов.

Например, в 2022 году объём сброса увеличился на 2.4% по сравнению с предыдущим годом, тогда как в 2021 году, по сравнению с 2020, он вырос всего на 1.6%.

Это в первую очередь говорит о неспособности нынешних очистных сооружений справиться с растущей нагрузкой, а также указывает на необходимость скорейшей реконструкции или частичной замены имеющихся

систем очистки сточных вод.

Что касается качества питьевой воды, она соответствует санитарным нормативам по гигиеническим и химическим показателям (таблица 2.2).

Таблица 2.2 — Сброс загрязняющих веществ со сточными водами, тонн в год

Наименование веществ	2020 г.	2021 г.	2022 г.
БПК	4,322	4,328	3,89
Нефтепродукты	0,05	0,08	0,023
Сухой остаток	56,0	61,0	62,0
Сульфаты	15,0	132,0	121,0
Хлориды	13,0	13,0	12,0
Нитраты	5,44	5,72	5,23
Азот аммония	128,35	92,3	120,5
Нитриты	92,85	62,08	59,81
Цинк	0,13	0,23	0,17
Роданиды	0,03	0,02	0,02
Анилин	0,007	0,002	0,001
Фенол	0,194	0,161	0,132
Метанол	0,019	0,032	0,028
Цианиды	0,002	0,002	0,002
СПАВ	11,71	7,82	7,27

В сентябре 2022 года, из-за продолжительной засухи и отсутствия сильных осадков, русло реки Туапсе, в котором находится сеть водозаборных скважин, высохло. В это время из 31 скважины работали только семь, остальные были без воды. Однако, водоснабжение продолжалось по расписанию, и верхние этажи жилых комплексов снабжались водой с помощью автоцистерн МУП «ЖКХ» г. Туапсе «Водоканал».

Качество питьевой воды за время прекращения водоснабжения не изменилось. В настоящее время системы городского водоснабжения и канализации сталкиваются с рядом серьезных проблем.

2.2 Анализ технического состояния канализационного хозяйства

Система водоснабжения и очистки сточных вод Туапсе включает водопроводную сеть протяжённостью 187 километров и канализационную сеть

длиной 90 километров, насосные станции и станции перекачки сточных вод. За водопроводную сеть и насосные станции отвечает аварийно-техническая служба (МУП «ЖКХ «Водоканал»).

Согласно подсчётам, жители города генерируют более 200 грамм твёрдых бытовых отходов в день, из которых 100 грамм растворяется в сточных водах, 60 грамм оседает, а оставшиеся 40 грамм не оседает. Водоочистительные сооружения в техническом плане приспособлены для обработки широкого спектра сточных вод.

Город располагает системой ливневой канализации со всем комплексом очистных сооружений. Благодаря этому загрязнённые сточные воды из жилых районов не попадают в водоёмы [16, с. 27].

Эта сеть состоит из семи канализационных насосных станций, которые отправляют сточные воды на главную канализационную насосную станцию — ГКНС, откуда они попадают в приёмную камеру Туапсинских очистных сооружений. На рисунке 2.6 показана схема канализационных насосных станций города.

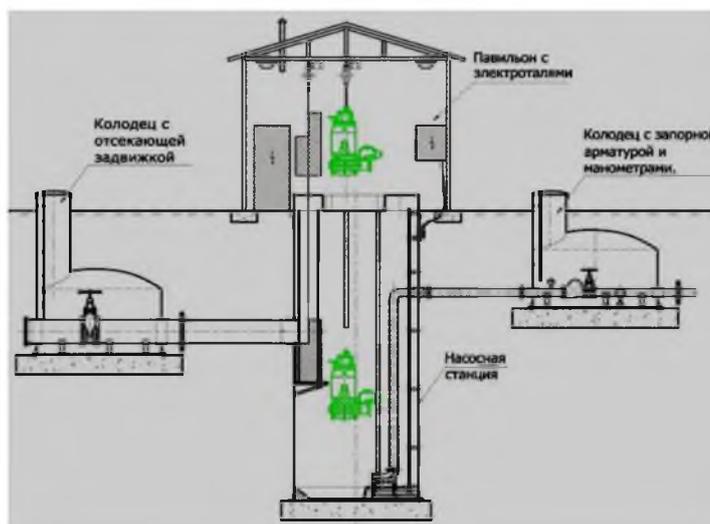


Рисунок 2.6 – Схема канализационной насосной станции

Они оборудованы насосами с разными техническими характеристиками, произведёнными различными изготовителями по различным параметрам модификаций, что, конечно, создаёт определённые проблемы при очистке сточных вод. Управление системами водоснабжения и водоотвода

осуществляется Качество питьевой воды и сточных вод проверяется Центральной лабораторией (ЦЛ).

Основные схемы водоснабжения показаны на рисунке 2.7.

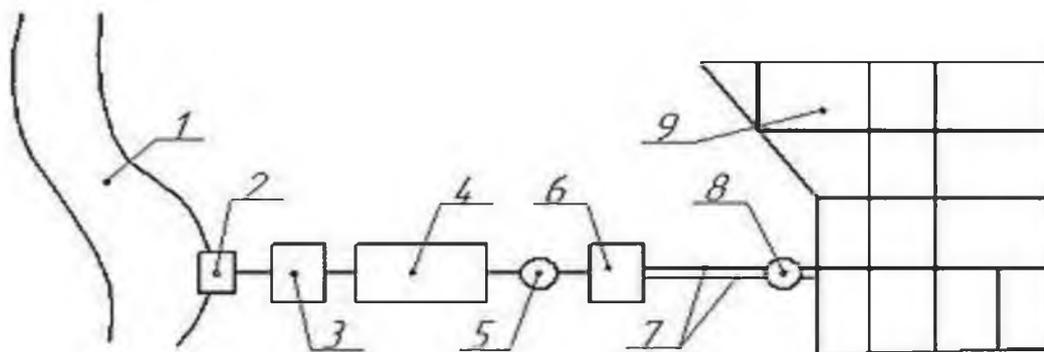


Рисунок 2.7 – Схема канализационной насосной станции

1 -источник водоснабжения, 2 - водоприемное сооружение, 3 - насосная станция I подъема, 4 -очистные сооружения, 5 - резервуар чистой воды, 6 - насосная станция II подъема, 7 - водоводы, 8 - водонапорная башня, 9 - водораспределительная сеть

Рассмотрим технические аспекты самой системы водоснабжения. Сточные воды подаются из главной канализационной насосной станции по коллектору диаметром 1000 миллиметров в приёмный бассейн очистных сооружений. Коллектор оснащён аварийным переливным каналом. Из коллектора сточные воды проходят по желобам и попадают в отверстия решётки, где крупные загрязнения удаляются решёткой РМУ-2 и механизмом механической очистки сточных вод УЖ 2.966.021ПС [23, с. 102].

Сточные воды, прошедшие через решётку, попадают в лоток Вентури, после чего направляются в горизонтальную пескоотделительную камеру с круговым током воды. Функция пескоотделителя заключается в отделении тяжёлых минеральных примесей из сточных вод. Песок, оседающий в пескоотделителе, удаляется с помощью гидроэлеватора и помещается в бункер для песка рядом со станцией сброса. По мере заполнения песок вывозится со станции грузовиком.

Кроме того, сточные воды, покидающие песколовку, по желобу направляются в распределитель, откуда идут в первичный отстойник. Этот первичный отстойник является частью технической инфраструктуры группы

резервуаров и включает несколько отделений шириной 15 метров, включающих бассейн для разложения осадка, аэротэнк, бассейн аэробной минерализации, бассейн для вторичного отстаивания и контакт-бассейн. Минерализованный осадок перемещается на иловое поле. Это иловое поле является железобетонным резервуаром-компактором, в который через желоб подается осадок с 98% содержанием воды.

Осадок складывается на илонакопителе очистных сооружений. Этот осадок относится к 5 классу опасности, так как является безопасным. Подробный анализ работы станции подготовки воды показал, что существующая станция находится в состоянии, близком к аварийному, и требует капитального ремонта и реконструкции.

Санитарные и экологические нормы характеризуют состояние окружающей среды с точки зрения здоровья человека и экологического состояния, но не регламентируют их деятельность [24, с. 59].

Экологический норматив включает в себя предельно допустимую концентрацию вредных веществ, иначе называемую ПДК.

Для воды ПДК установлены более 1500 химических веществ, которые по степени токсичности объединены в три большие группы (рисунок 2.8).

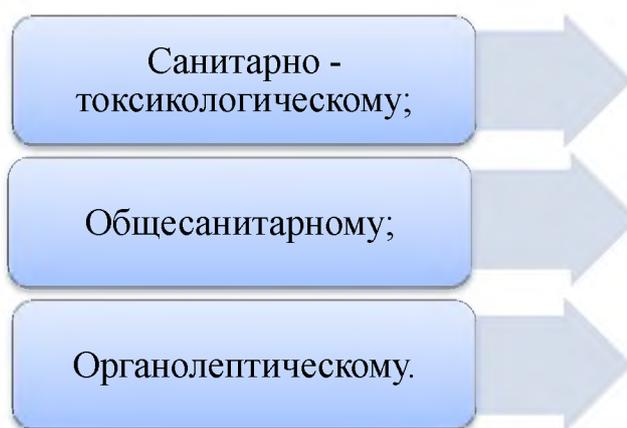


Рисунок 2.8 - Схема канализационной насосной станции

В исследовании для каждого химиката определяются индивидуальные ПДК согласно трём указанным выше показателям и для каждого из них устанавливается значение минимальной концентрации.

Установленные концентрации принимаются как ПДК по химическим веществам в воде, а показатели, для которых установлено допустимое значение, называются предельными концентрациями.

Результаты исследования органических продуктов в Туапсе в 2019 г. показывают, что степень прозрачности сточных вод, поступающих на обработку, колебалась от 3 до 8 сантиметров в течение всего исследовательского периода. Наибольшая прозрачность сточных вод наблюдалась в весенний период, наибольшая мутность – в зимний.

Значение этого параметра для всех образцов, взятых на анализ, не соответствовало стандартам СанПиНа. Отклонений по запаху от нормативных требований не обнаружено. Сероватый цвет соответствует бытовым стокам, однако в колоннах глубиной 11 сантиметров окраска не должна быть обнаружена. Весной и летом, соответственно, 40% и 20% стока были окрашены более интенсивно, чем допустимо, главным образом из-за промышленных стоков, сбрасываемых в реку Туапсе.

Оптимальные значения для эффективного процесса биологической обработки находятся в интервале от 16 до 24 градусов Цельсия [1, с. 203]. Температура сточных вод при этом влияет на результаты первичной сепарации. Необходимо отметить, что с увеличением температуры содержание взвешенных частиц возрастает с 5 до 10 процентов. Производительность вторичных сепараторов зимой снижается на 20-30 процентов из-за низкой температуры поступающих на обработку вод и возраста оборудования.

По результатам исследования можно заключить, что температура поступающей сточной воды в весенний, летний и осенний периоды не отклоняется от оптимального контрольного значения. Это является крайне важным условием для успешной очистки сточной воды, если среда оптимальна для реакции.

Однако следует отметить, что самый низкий показатель температуры (17°C) наблюдался в зимний период и был близок к нижней границе необходимого значения, в то время как самый высокий показатель температуры

наблюдался в летний период (23°C). Так как сточные воды имеют кислый характер, необходимо определять уровень ионов водорода в сточной воде.

В результате этого существует риск гибели микроорганизмов в биологических мембранах. Если такие сточные воды сбрасываются в водоём, это может привести к гибели флоры и фауны водоёма и снижению его способности к самоочистке. При рН 6,0 жизнеспособность микроорганизмов в биологических фильтрах снижается, а при некоторых значениях становится нулевой при рН ниже 5,0.

Как видно из данных лабораторного исследования физических и химических параметров сточных вод, показатель рН оставался постоянным в течение всего исследованного периода и находился в допустимом диапазоне от 7,3 до 8,1, что соответствует показателю допустимой концентрации. Среди основных загрязняющих элементов, преимущественно органического происхождения, содержащихся в сточной воде очистных сооружений, в соответствии с их физическим состоянием, различают вещества в нерастворенном, коллоидном и растворенном состояниях.

Из них большое значение с точки зрения оценки условий функционирования станций механической обработки имеют взвешенные компоненты, то есть нерастворимые твердые фрагменты, распределенные по всей массе жидкости, иначе говоря, грубые дисперсные взвеси.

Вещества во взвешенном состоянии (таблица 2.3) являются маркером загрязнения водных объектов бытовыми стоками, в связи с чем необходимо уделять пристальное внимание наличию взвешенных компонентов в стоках, анализируя источники их формирования.

Таблица 2.3 – Содержание взвешенных и оседающих веществ в сточных водах (мг/дм³)

Показатель	Сезон 2022 года				ПДК
	Зима	Весна	Лето	Осень	
Взвешенные вещества	32, 39±0, 90	55, 43±1, 50	12, 94±0, 80	35, 68±1, 10	10, 46
Оседающие вещества	23, 02±1, 30	29, 50±1, 50	48, 36±1, 20	26,67, 10	6, 79

Как показал лабораторный анализ, концентрация взвешенных веществ в сточной воде превышала допустимые значения во все сезоны года, каждый из которых обладает своими особенностями. Это говорит о том, что стандарты обработки сточных вод по части взвешенных веществ в аэротенке и после биофильтра не соответствуют установленным нормам.

Этот фактор может быть вызван несколькими техническими причинами. Одной из таких причин может являться возраст оборудования машинного отделения.

Анализ сезонного изменения концентрации взвешенных веществ в сточных водах (таблица 2.4) Туапсинской канализации показал, что максимальное количество взвешенных веществ наблюдалось в весенний период. В это время их концентрация была в 1.74 раза больше, чем зимой.

Таблица 2.4 –Сезонное изменение органолептических показателей сточных вод

Показатель	Сезон 2023 года				Норматив (СанПиН 2.1.5.980-00)
	Зима	Весна	Лето	Осень	
Прозрачность, см	3	6	7	8	Не < 10
Запах, балл	4	4	5	4	Не > 5 (обнаруживаемый непосредственно)
Цвет	Серый (10 см)	Серый (7 см)	Серый (18 см)	Серый (10 см)	Не должен обнаруживаться в столбике 10 см

Необходимость определения уровня этой группы компонентов в сточных водах связана с наличием лигнина - одного из наиболее вредных взвешенных органических веществ. Основная часть лигнина удаляется из сточных вод во время очистки.

При высоком содержании взвешенных веществ в сточных водах очистных сооружений лигнин, как правило, не успевает полностью осесть в отстойниках и может попадать в водоемы вместе со сточными водами [18, с. 152].

Для оценки качества работы механических очистительных сооружений

важно не только количество взвешенных частиц, но и объем выпавшего в осадок твердого вещества.

На основе полученных данных можно сделать вывод, что уровень оседающих твердых частиц достигает максимального значения весной и существенно снижается в остальные времена года. Все указанные значения были выше предельно допустимых концентраций в течение 2022 года.

Количество осадка, представленное в процентном отношении к взвешенным частицам, является теоретически максимально возможным показателем эффективности отстаивания в первичных отстойниках. В бытовых необработанных стоках осевший материал составляет от 65 до 75% от массы взвешенных веществ.

В данном исследовании это предположение не подтвердилось, что указывает, во-первых, на высокий уровень загрязнения бытовых стоков, в основном органическими соединениями.

Во-вторых и это особенно важно, на возможное неполное оседание взвешенных веществ в первичном отстойнике.

Задача биологических очистительных сооружений - полное устранение всех форм азотсодержащих соединений. Азот в сточной воде, с химической точки зрения, представлен, главным образом, в виде минеральных (NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^-) и органических (аминокислоты, прочие органические соединения) компонентов.

МУП «ЖКХ г.Туапсе» разработан Проект зон санитарной охраны водозабора в долине реки Туапсе. В соответствии с Протоколом №594 от 28.03.2013г заседания экспертной комиссии по утверждению проектов зон санитарной охраны водных объектов, используемых для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, положительным Экспертным Заключением №237/02.01 от 08.11.2012г, данный проект утвержден Приказом №79 от 28.03.2013г Министерства гражданской обороны, чрезвычайных ситуаций и региональной безопасности Краснодарского края.

В соответствии с Проектом ЗСО предусмотрены необходимые

мероприятия для улучшения эксплуатации водозабора, санитарно-технические мероприятия в отношении территории и сооружений водозабора в пределах 1, 2, 3 поясов ЗСО.

Общий баланс подачи и реализации воды, включая анализ и оценку структурных составляющих потерь воды при ее производстве и транспортировке, представлен в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Баланс производства и потребления воды за 2019-2022 годы г.Туапсе, тыс. м³

№ п/п	Показатели	2019	2020	2021	2022
1	Поднято воды насосными станциями 1 подъема	87463,25	8442,12	85875,37	87281,82
2	Подано воды в сеть	87463,2	8442,12	88575,37	8281,82
3	Потери в сетях водоснабжения	28761,40	2753,58	2802,89	2679,96
4	Полезный отпуск	4701,85	4688,53	4772,48	4602,16
5	Внутрихозяйственный оборот	5,02	5,54	3,24	3,28
6	Реализовано потребителям	4698,83	4783,97	4880,34	4635,93
7	Населению (жилой фонд)	2898,03	2885,26	32129,27	3295,0
8	Бюджетным организациям	340,90	259,93	242,89	232,75
9	Прочие потребители	1589,90	1568,77	1594,12	1567,17

Из таблицы видно, что фактический объем реализации питьевой воды с 2019 по 2022 год постепенно снижается, данная тенденция связана с реализацией программ в области энергосбережения (установкой поквартирных и общедомовых приборов учета воды).

Объем воды, поднятой насосами первого подъема в 2022г., составил 87281,82тыс.м³, что на 2,16% меньше по сравнению с показателем 2019г.

Потребление воды в период с 2019 по 2022 год уменьшилось на 2,31%, из которых населением на 2,11%, прочими потребителями уменьшилось на 4,73%, потребление бюджетными организациями уменьшилось на 31,89%.

Максимальная величина на 2022 год удельного расхода электроэнергии на подъем и транспортировку воды составляет 1,1 кВт*ч/м³.

Потери воды при транспортировке по сетям водоснабжения, к сожалению высокие до 34,98%.

По данным 2022 года, существенные изменения на произошли доля потребления воды население 41,54% от объема поднятой воды, на долю бюджетных организаций приходится 3,12% от общего объема поднятой воды, прочих потребителей 21,48 %, внутривозвратного оборота – 0,02%, на долю потерь в сетях водоснабжения приходится 34,9%

Таблица 2.6 – Статистика объемов потребления воды за 2022 г. тыс. м³

№ п/п	Показатель	2022г.
1	Потребление воды, всего в том числе:	4635,93
1.1	население	3295,0
1.2	бюджетные организации	232,75
1.3	прочие потребители	1567,17

Главным потребителем услуги водоснабжения это население - 65,06% от общего объема водопотребления, прочих потребителей приходится- 32,34%, на долю бюджетофинансируемых организаций - 4.3%.

Среднее фактическое удельное водопотребление за 2022 год составило 4,87 м³/мес. на человека.

На основную часть потребителей действует норма водопотребления 5,72 м³/мес. на человека.

Отсюда вывод, что среднее фактическое удельное водопотребление ниже удельной нормы водопотребления на 32,77%.

На территории МО Туапсинского района действуют нормы удельного водопотребления (таблица 2.7)

Таблица 2.7 - Нормы удельного водопотребления на 2022г

№ п/п	Степень благоустройства жилищного фонда	Норматив потребления коммунальных услуг в жилых помещениях (куб.метр в месяц на 1 человека)		
		по горячему водоснаб- -жению	по холодному водоснаб- -жению	по водоотве- -дению
1	Многоквартирные дома и жилые дома с централизованным холодным и горячим водоснабжением, канализацией	2,5	3,37	5,85
2	Многоквартирные дома и жилые дома с централизованным холодным водоснабжением, канализацией без централизованного горячего водоснабжения с водонагревателями различного типа	-	5,91	5,65
3	Многоквартирные дома и жилые дома с централизованным холодным водоснабжением, канализацией без централизованного горячего водоснабжения и водонагревателей различного типа	-	5,89	5,89
4	Многоквартирные дома и жилые дома с централизованным холодным водоснабжением без централизованного горячего водоснабжения, канализации с водонагревателями различного типа	-	5,18	-
5	Многоквартирные дома и жилые дома с централизованным холодным водоснабжением без централизованного горячего водоснабжения, канализации и водонагревателей различного типа	-	3,26	-
6	Многоквартирные дома и жилые дома не оборудованные внутридомовыми системами водоснабжения, без централизованной канализации с водопользованием из водоразборных колонок	-	21,332	-

Коммерческий учет потребления воды организациями производится на основании показаний приборов учета. Обеспеченность организаций приборами учета составляет 100%.

В перечень мероприятий по II и III поясам ЗСО включены задачи, представленные на рисунке 2.9.

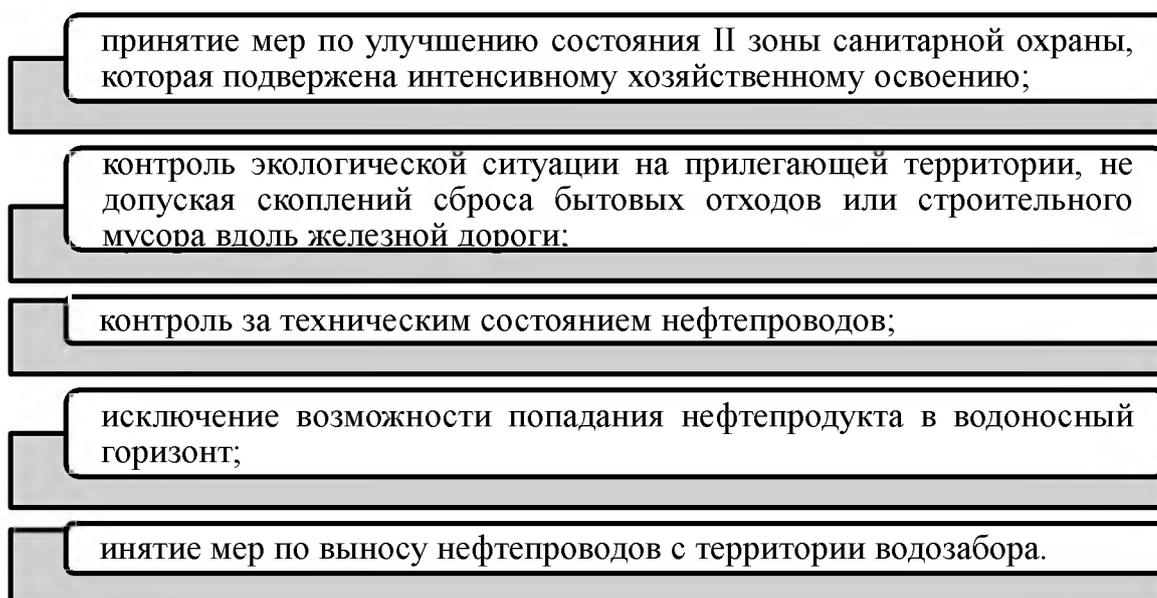


Рисунок 2.9 – Мероприятия по II и III поясов ЗСО

По состоянию на 2022 год обеспеченность общедомовыми приборами учета всех потребителей составляет 85%. В таблице 2.8 представлены сведения о доле поставки ресурса населению по приборам учета.

Таблица 2.8 - Сведения по обеспечению холодной и горячей водой многоквартирных и частных домов г.Туапсе по состоянию на 2022г.

№ п/п		Ед.из м.	Факт реализации населению	Итого приборам учета	МКД (по приборам учета)	Частный сектор (по приборам учета)
1	Население г.Туапсе	м ³	2951999,0	20951201,0	1678656,0	416465,0

Доля поставки ресурса населению по приборам учета холодной воды в частных домах составляет 14,11% от объема воды, отпущенного населению. В многоквартирных домах доля поставки ресурса населению по приборам учета составляет 56,87% от объема воды, отпущенного населению.

Анализ резервов и дефицитов производственных мощностей системы водоснабжения приведен в таблице 2.9.

Таблица 2.9 – Анализ резервов и дефицитов производственных мощностей, тыс. м³/сут

№ п/п	Наименование сооружений	Проектная производительность	Факт. производительность	Резерв мощности,	Резерв мощности в %
1	Насосная станция первого подъема	49.5	28.75	24,5	49
2	Насосная станция второго подъема	56.6	26.95	30,5	54,3
3	Водопроводная сеть	52.5	27.2	24,5	52.5

Из таблицы 2.9 видно, что сет и сооружения подъема и транспортировки воды имеют значительный резерв мощности порядка 50-55%. Прогнозные балансы потребления горячей, питьевой, технической воды на срок не менее 10 лет с учетом различных сценариев развития города

Сами пробы сточных вод кислородом эквивалентны уровню загрязненности сточных вод биохимически окисляемых органических веществ [8,с.29].

Бытовые и производственные стоки являются одним из главных источников попадания тяжелых металлов в окружающую среду. Все производственные загрязнения, присутствующие в сточных водах, оказывают негативное влияние на нормальное функционирование и выживаемость активного ила, хотя и в разной степени.

Серьезную проблему представляют собой токсичные сточные воды, которые содержат множество токсических веществ, которые могут быть разделены на два основных вида: ксенобиотики, или органические токсины, и тяжелые металлы [20, с. 15].

Поэтому для предотвращения неправильного использования очистительных установок и поддержания надлежащего качества воды в принимающих стоки водоемах анализы, требуемые для оценки поступающих стоков, должны сначала проводиться в лаборатории очистительных станций.

Результаты этих тестов служат оперативной информацией, обеспечивающей стабильное и удовлетворительное качество обработки в ситуациях, когда структура поступающих стоков постоянно меняется.

Для оценки работы туапсинской водоочистительной станции были проведены исследования качества воды после очистки сточных вод, которые затем сбрасываются в реку Туапсе. Результаты этих исследований сравниваются с показателями исходного качества сточных вод.

Данные, представленные в приложении, показывают, что большинство указанных параметров очищенных стоков также не соответствуют нормативам СанПиН. Вместе с тем, даже после обработки стоков значения этих параметров превышают предельно допустимые величины различных оценочных критериев. Ухудшение состояния окружающей среды в регионе и рост требований природоохранных организаций к параметрам качества сбрасываемых стоков сделали развитие коммунальной канализационной системы актуальной задачей.

Очистка сточных вод объемом более 500 000 кубических метров в сутки производится на городских очистных сооружениях по традиционной технологической схеме: песколовка - первичный отстойник - аэротенк - вторичный отстойник.

Проведение исследований на городских очистных станциях выявило, что использование хлорсодержащих реагентов для дезинфекции воды негативно влияет на экологию реки, в которую сливаются очищенные стоки. В настоящее время обработка воды хлором больше не используется.

Для решения проблемы утилизации в микро районах Звездный, Каралаша, Приморье и Кадош в Туапсе в будущем планируется строительство установок механического обезвоживания и утилизации биогаза.

3 Мероприятия по повышению уровня водообеспечения населения качественной питьевой водой

Нынешняя система организации водоснабжения в городах по объективным и субъективным причинам не стимулирует более эффективное использование воды потребителями (низкие тарифы на воду, плата за фактическое использование и так далее).

Анализ фактических потерь воды на разных этапах технического процесса (насосные станции, обработка, транспортировка, распределение) демонстрирует, что более семидесяти процентов потерь приходится на городские инженерные сети и более тридцати процентов - на домовые здания.

Потребители - как население, так и производственные предприятия - потребляют более семидесяти пяти процентов подаваемой холодной воды. Несмотря на это, большая часть населения в настоящее время не заинтересована в сбережении потребляемых ресурсов. В целом, у большинства нет возможности делать это при централизованном водоснабжении.

В связи с этим, проблема обновления всего комплекса экономических механизмов и структур водоснабжения и водоотвода в современных рыночных условиях стоит крайне остро. Вопросы качества питьевой воды, водоснабжения и законодательного обеспечения технического контроля систем канализации сохраняют свою актуальность и требуют внимания в контексте социально-экономического прогресса.

Успешное решение данных задач зависит от способности безопасно и стабильно эксплуатировать жилищно-коммунальную сферу, применяя при этом комплексные правовые, организационные и финансовые методы и инструменты. Значимую роль в этом процессе играет техническое регулирование, которое включает нормативно-правовые и научно-технологические подходы и предполагает увеличение производительности основных направлений деятельности коммунальных предприятий и инженерно-технических систем, снабжение населения качественной питьевой водой и

выполнение экологических и санитарно-гигиенических нормативов по очистке сточных вод.

Водоснабжение и обработка сточных вод — это, с одной стороны, работа по обеспечению граждан и предприятий жизненно важным ресурсом и поддержанию санитарного состояния населённых пунктов и мест пребывания людей. С другой стороны, это деятельность, связанная с применением сложных инженерных конструкций и технологий, несущих в себе риски, угрожающие здоровью граждан, местным экосистемам и, в итоге, социальному равновесию и стабильности.

К сожалению, существующие нормативные документы по проектированию и использованию систем водоснабжения содержат недостаточно четко сформулированные требования, которые к тому же разбросаны по множеству документов и не включают в себя требования к водным объектам.

Требования к надёжности сформулированы обобщенно, и оценить уровень надёжности системы водоснабжения для конкретных потребителей или групп потребителей невозможно. В настоящее время имеется целый ряд различных нормативно-правовых актов в области технического контроля водопроводно-канализационных хозяйств, принятых в разные периоды и разными государственными органами.

Можно также отметить, что вопросы питьевого водоснабжения и обработки сточных вод следует решать с использованием программно-целевого подхода, основанного на комплексном подходе к состоянию водных ресурсов, из которых берется питьевая вода. Исходя из этого, следует признать потребность в разработке и исполнении соответствующей федеральной целевой программы в качестве инструмента для решения задач в области экологии, защиты окружающей среды и рационального использования природных ресурсов.

Также был сделан вывод о невозможности изменения существующих ПДК для управления качеством воды в водоемах в сторону увеличения уже

зафиксированных уровней по отдельным параметрам.

Качество питьевой воды должно соответствовать ряду технических и химических показателей, которые могут быть обеспечены предприятиями жилищно-коммунального сектора и сферы бюджетных услуг, в частности, предприятиями водоснабжения, учитывая уровень технологического и экономического развития. Количество таких показателей может со временем увеличиваться.

При рассмотрении вопроса технического регулирования особое внимание уделяется проектам водоотведения и модернизации оборудования очистных сооружений МУП «ЖКХ гор Туапсе».

Согласно техническим параметрам, необходимым для нормальной работы системы водоснабжения, здание канализационной насосной станции само должно соответствовать определенным требованиям.

Поступление сточных вод в хозяйственно-бытовую канализацию и характер изменения суточных объёмов потребления, так же как и потребление воды, неравномерны и зависят от уровня оснащённости зданий и количества жителей населённого пункта.

В таблице 3.1 показан среднесуточный расход в зависимости от времени суток. Средний секундный расход установлен на уровне 100 л/с и учитывает общий коэффициент неоднородности очистки сточных вод .

Таблица 3.1 – Процентное распределение среднесуточных расходов бытовых сточных вод повремени суток.

Часы суток	% от среднесуточного расхода	Часы суток	% от среднесуточного расхода	Часы суток	% от среднесуточного расхода
0 - 1	1,55	8 - 9	6,7	16 - 17	5,6
1 - 2	1,55	9 - 10	6,7	17 - 18	5,6
2 - 3	1,55	10 - 11	6,7	18 - 19	4,3
3 - 4	1,55	11 - 12	4,8	19 - 20	4,35
4 - 5	1,55	12 - 13	3,95	20 - 21	4,35
5 - 6	4,35	13 - 14	5,55	21 - 22	2,35
6 - 7	5,95	14 - 15	6,05	22 - 23	1,55
7 - 8	5,8	15 - 16	6,05	23 - 24	1,55
ИТОГО					100

Насосная станция функционирует в автоматическом режиме. Насосы включаются, когда уровень жидкости в резервуарах достигает заданного значения.

Затем стоки из резервуаров перекачиваются по канализационным трубопроводам. Количество и производительность насосов определяются ожидаемым объемом стоков и расстоянием до места их сброса.

В течение каждого часа расход водоотведения условно принимается как равномерный. Характер притока сточной вода к насосной станции и определяет режим ее работы.

В условиях нерационального и неравномерного притока на канализационных станциях устанавливают приемные резервуары, обладающие достаточной регулирующей емкостью, которая позволяет в течение некоторого времени накапливать определенный объем сточных вод при неработающих насосах, а затем после включения в работу насосных агрегатов откачать скопленную воду на станции водоподготовки.

После откачки насосы отключаются, и цикл повторяется вновь после наполнения регулирующей емкости. Главные требования к эксплуатации насосных станций - надёжная и эффективная работа без сбоев и аварий, а также безопасная эксплуатация с оптимальными технико-экономическими свойствам.

На рисунке 3.1 показана техническая обстановка в машинном отделении канализационной насосной станции.



Рисунок 3.1 - Машинное отделение КНС

Наиболее экономичная и стабильная работа канализационных насосных станций может быть обеспечена только при правильном выборе насосов с необходимой производительностью и напором с максимальным КПД с учётом местных условий. Работа каждого устройства должна непрерывно контролироваться с использованием контрольно-измерительных приборов. Требования к стабильному водообеспечению перечислены на рисунке 3.2.

во-первых, обеспечить стабильное и доступное питьевое водоснабжение населению и организациям города путем введения новых методов очистки воды;

во-вторых, найти способ снизить количество загрязняющих веществ в сточных водах;

в-третьих, уделить пристальное внимание развитию систем водоотведения МУП «ЖКХ» Водоканал путем полной реконструкции КНС

Рисунок 3.2 – Требования к стабильному обеспечению

Эксплуатация насосов на канализационных станциях показывает, что их эффективность оставляет желать лучшего, поскольку большая их часть изношена, повреждена и не соответствует предъявляемым требованиям. Чтобы решить существующие проблемы жилищно-коммунального сектора в области очистки стоков и водоснабжения, необходимо принять ряд первоочередных мер (рисунок 3.3).



Рисунок 3.3 – Современное автоматизированное машинное отделение КНС

Надёжная работа канализационных насосных станций обеспечивается правильным режимом работы, регулярным техническим обслуживанием, контролем за состоянием оборудования и своевременным проведением ремонтов.

Кроме того, каждая из предложенных мер будет рассмотрена более подробно, с акцентом на различные этапы реструктуризации и системы водоподготовки и водопотребления.

Продолжая разговор о способах обеспечения населения стабильным и доступным питьевым водоснабжением, обратим внимание на новый метод, особенно актуальный для многих крупных городов, - обработку воды ультрафиолетовым излучением, которое является перспективным способом промышленной стерилизации воды.

Этот метод основан на использовании световых лучей длиной волны в 254 нанометра (или близкой к этому показателю), которые известны как бактерицидные. Эффективность бактерицидного излучения обусловлена его влиянием на клеточный обмен веществ, в частности - на ферментную систему бактериальных клеток. Это излучение уничтожает как спорообразующие, так и обычные бактерии (рисунок 3.4).



Рисунок 3.4- Метод очистки воды путем УФ - установки [14, с. 81]

Следует отметить, что современные установки УФ - обеззараживания имеют производительность 1-50 000 м³/ч и состоят из камеры из нержавеющей стали со встроенными УФ - лампами, защищенной от контакта с водой прозрачным кварцевым кожухом.

Вода, проходящая через зону облучения, подвергается непрерывному воздействию ультрафиолетового излучения, которое уничтожает все микроорганизмы, содержащиеся в ней. Наибольшая эффективность обеззараживания питьевой воды достигается в случае размещения УФ-установки после всех остальных систем очистки, максимально приближенной к конечному пункту использования. Метод очистки воды с применением УФ-излучения абсолютно безопасен и эффективен, поэтому может считаться приемлемой альтернативой традиционным методам обеззараживания.

Учитывая характер распределения света и удобство эксплуатации, необходимо рассчитать количество ламп и оценить экологическую и экономическую выгоду светильник типа «Леон», имеющий диаметр и высоту 208 и 315 миллиметров соответственно, угол защиты $\gamma = 30^\circ$, коэффициент запаса $k = 1,3$ и коэффициент $Z = 1,15$, который характеризует неравномерность освещённости.

В качестве ещё одного способа улучшения системы водоснабжения можно предложить использование трубчатых аэраторов, изготовленных из пористого полиэтилена. При модернизация системы аэрации путём замены существующего аэрационного оборудования на аэратор «Экополимер» сокращают объём воздуха, которая неоднократно подтверждена в ходе различных испытаний.

Фильтрующие пластинчатые аэраторы потребляют 4,40-8,39 м³/ч воздуха, а трубчатые аэраторы из пористого полиэтилена - 3,17 - 6,81 м³/ч воздуха, что на 2,23 - 2,68 м³/ч меньше. При требуемом объеме воздуха 56294 м³/ч этот объем в 1,2124 раза меньше, что соответствует следующему соотношению: $56275/3,14 = 32117$ м³/ч. В этом случае экономия воздуха составляет: $56195 - 32937 = 13268$ м³/ч.

Исходя из технических характеристик аэрационной установки и расчётного объёма воздуха, равного 14258 м³/ч, потребуются одна воздуходувная машина модели ТВ-200-1,4 с производительностью 12000м³/ч и двигателем мощностью 172 киловатта и одна машина модели ТВ-42-1,4 с

производительностью 2500м³/ч и двигателем мощностью 46кВт согласно каталогу. Суммарное потребление электроэнергии обеими машинами в рабочем режиме составляет 1 500 м³/ч.. Общий расход энергии обеими машинами при работе составит: 218 кВт/ч. Таким образом, годовая экономия энергии составит: 218 – 24 -365 =1909,7 кВт.

Теперь рассмотрим технико-экономическое обоснование предлагаемого решения. Техничко-экономические расчёты, проведённые для обоснования второго варианта, который мы рассмотрели ранее, - хлорирование жидким хлором в сочетании с дезинфекцией с помощью ультрафиолетовых ламп - показали, что выбор в пользу хлорирования жидким хлором приведёт к годовому расходу средств в размере 15231,43 рублей.

Из приведенных данных видно, что себестоимость процесса значительно ниже при использовании хлорирования жидким хлором сточных вод: 1521,44 < 2607,14. Эта экономия достигается за счет снижения затрат на электроэнергию, независимо от стоимости хлора.

При использовании в аэротенке трубчатых аэраторов из пористого полиэтилена экономия воздуха для аэрации 1 м³ сточных вод в час по сравнению с фильтрующим и пластинами составляет около 1,4м³/час. Для аэрации в аэротенке с расчетной производительностью 5086 м³/ч типичное значение расхода воздуха составляет 56295 м³/ч.

На рисунке 3.4 в качестве примера показан озонатор лабораторного типа.



Рисунок 3.5 - Озонатор лабораторный [11, с. 129]

При применении пилотного варианта экономия воздуха составит 13258 м³/ч, что соответствует годовой экономии электроэнергии 1808,7 тыс. кВт, что в пересчете на 5,03кВт электроэнергии составляет 287,8 тыс. рублей в год.

Рассмотрим различные варианты уменьшения содержания токсичных веществ в сточных водах и выделим основные принципы методов, которые стали популярными в последнее время для очистки сточных вод. Преимущества озона перед другими окислительными агентами заключаются в его способности одновременно разрушать органические соединения, обесцвечивать, дезодорировать и дезинфицировать сточные воды.

По информации специалистов, проводивших эксперименты, обработка воды озоном не приводит к появлению осадка и не добавляет в сточные воды дополнительных загрязняющих веществ. Первичное озонирование не снижает общую концентрацию углерода в воде.

Под реконструкцией и модернизацией подразумевается максимальное или хотя бы частичная замены оборудования и машин (рисунок 3.6).

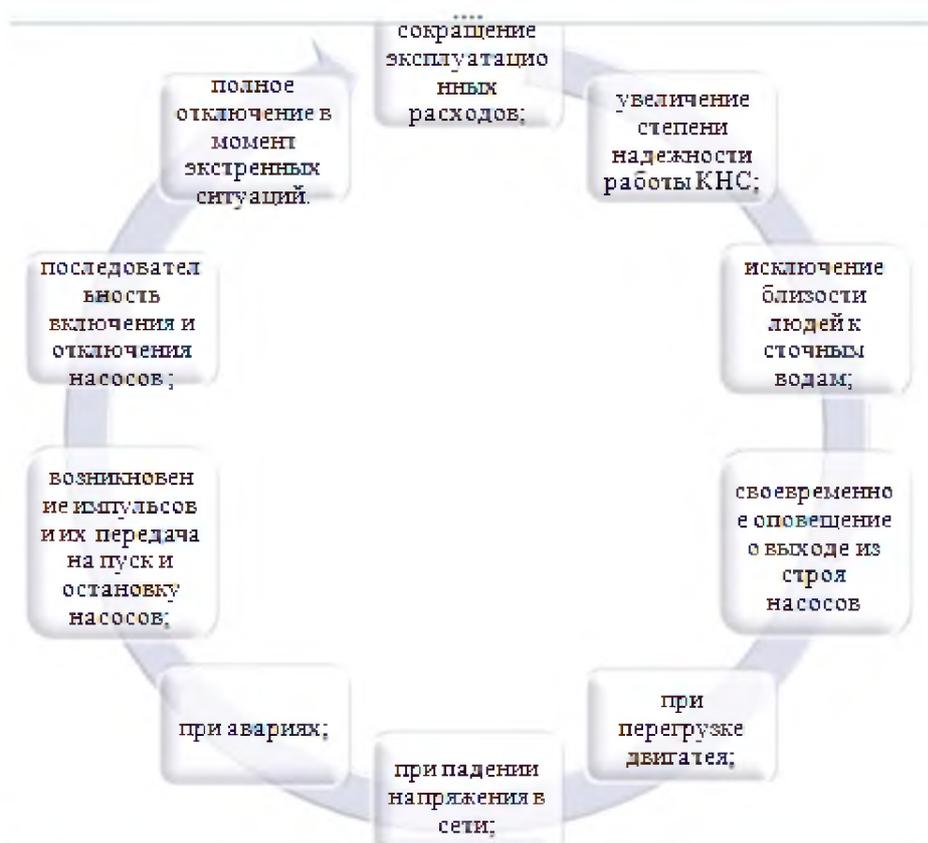


Рисунок 3.6 - Этапы автоматизации КНС

В нашем случае участие нужно минимизировать, но не исключать полностью, потому что оператор контролирует состояние оборудования и взаимодействует с диспетчерской службой МУП «ЖКХ гор Туапсе».

При проектировании КНС требуется создать автоматизированную систему: КНС должна начинаться с измерительного прибора (манометра, реле-уровня и т. д.), который будет измерять заданную величину. Полученные значения величин должны передаваться на диспетчерский пост (таблица 3.2).

Таблица 3.2 - Расчетные эколого-экономические последствия реконструкции машинного отделения очистных сооружений

До модернизации	После модернизации
Включение и отключение насосов производилось оператором вручную по сигналу звонка каждые 15-30 минут в дневное и ночное время	Управление насосами производится автоматически с учетом предварительного состояния системы, скорости наполнения резервуара, с учетом технологических задержек и логикой предотвращения аварийных сигнализаций. Внедрено энергосберегающее освещение автоматика управления климатическим оборудованием
Большая доля потребления электроэнергии и затраты на содержание персонала	Снижение энергопотребления основными насосами на 5 % Повышение ресурса эксплуатации насосных агрегатов и запорной арматуры в 1,4 раза Исключение резких пусковых режимом в работе агрегатов

После чего насосы включаются и выключаются, задвижки открываются и закрываются, если это требуется для регулирования. Сточные воды естественным образом поступают через боковой канал коллектора в главный коллектор и транспортируются главной насосной станцией к станции водоподготовки, которая состоит из приемной камеры, здания с решетками, песколовки, площадки для песка, аэратора и первичного отстойника, блока аэротенков и вторичного отстойника.

Затем сточные воды направляются в смеситель и контактную камеру, где они смешиваются с хлором и подвергаются обеззараживанию перед тем, как их сбросят в водоём. Как показывает опыт, наилучших результатов удаётся

достичь в тех странах, где автоматизация канализационных насосных станций получила широкое распространение.

Потребление электроэнергии снижается благодаря использованию энергосберегающих ламп освещения. Ресурс запорной арматуры и насосного оборудования увеличивается в два раза, нагрузка на систему снижается благодаря исключению резких пусков, что обеспечивает наиболее комфортные условия эксплуатации и повышает средний срок службы насосов в 1,2-1,5 раза.

Исключение человеческого фактора повышает надёжность и обеспечивает непрерывную работу системы. Вероятность возникновения аварийных ситуаций практически сведена к минимуму.

Функции дежурного оператора сводятся к наблюдению за показаниями приборов в рабочее время. Общие затраты на установку системы автоматизации обычно окупаются в течение восьми месяцев с момента её внедрения.

Заключение

На основании изучения принципов, реализуемых в сфере деятельности технических регламентов МУП «ЖКХ гор Туапсе», мы пришли к выводу о недопустимости замены понятия «питьевая вода» в регламентах и технических регламентах на понятие «контроль качества» питьевой воды, а также в сторону завышения существующих ПДК по контролю качества водных объектов. Мы пришли к выводу, что изменение существующих ПДК по управлению качеством водных объектов в сторону их завышения также недопустимо.

Результаты, полученные в ходе выполнения работы, позволяют сформулировать следующие выводы.

– Объем воды, поднятой насосами первого подъема в 2022г., составил 87281,82тыс.м³, что на 2,16% меньше по сравнению с показателем 2019г. Потребление воды в период с 2019 по 2022 год уменьшилось на 2,31%, из которых населением на 2,11%, прочими потребителями уменьшилось на 4,73%, потребление бюджетными организациями уменьшилось на 31,89%.

– Максимальная величина на 2022 год удельного расхода электроэнергии на подъем и транспортировку воды составляет 1,1 кВт*ч/м³. Потери воды при транспортировке по сетям водоснабжения, к сожалению высокие до 34,98%.

– По данным 2022 года, существенные изменения на произошли доля потребления воды население 41,54% от объема поднятой воды, на долю бюджетных организаций приходится 3,12% от общего объема поднятой воды, прочих потребителей 21,48 %, внутривозвращенного оборота – 0,02%, на долю потерь в сетях водоснабжения приходится 34,9%

– Питьевая вода должна решать ограниченное число показателей, которые водоканалы могут выполнить с учетом уровня развития национальной экономики и научно – технического прогресса. При этом количество показателей может постепенно увеличиваться в ходе технологического и экономического развития. Остановившись на вопросе технического

регулирования, мы остановимся на проблеме водоотведения и затронем вопрос модернизации сооружений очистных сооружений МУП «ЖКХ гор Туапсе» .

Рекомендации и предложения. Для решения существующих проблем ЖКХ в области очистки сточных вод и водоснабжения были предложены следующие меры:

Во-первых, внедрение новых методов очистки воды для обеспечения стабильного и доступного питьевого водоснабжения жителей и организаций города.

Во-вторых, найти способы снижения количества загрязняющих веществ в сточных водах. Это замена электродвигателей на более мощные, установка автоматических канализационных решетокв приемном отделении, замена входной задвижки на автоматический клапан и реконструкция обратного клапана в машинном отделении.

Реализация намеченных направлений позволит улучшить техническое состояние проекта МУП «ЖКХ» и приблизить городские проекты ЖКХ к мировым стандартам по очистке сточных вод и качеству водоснабжения.

Список использованной литературы

1. Аронова, П.Л. Водоснабжение: проектирование систем и сооружений. – М.: Прогноз, 2018. – 406 с.
2. Беренштейн, И.В. Расчет водопроводных сетей: учеб. пособие. – М.: Наука, 2013. – 257 с.
3. Бибииков, В.А. Канализационное хозяйство: вопросы и ответы. Справочник. – М.: Спектр, 2011. – 318 с.
4. Дмитриева, В.Д. Водоснабжение городов и поселков: учеб. – М.: Дидактика, 2011. – 599 с.
5. Душкина, В.Д. Гидравлика, водоснабжение и канализация – М.: Стройиздат, 2014. – 673 с.
6. Дромылец, П.Р. Жигалко, А.К. Расчет водопроводных сетей. – М.: Стройиздат, 2012. – 619 с.
7. Ерофеев, Е.Л. Системы внутренней канализации зданий. Строительные нормы проектирования. – М.: Промышленное хозяйство, 2018. – 716 с.
8. Кожин, И.В. Очистка питьевой и технической воды. – М.: Просвет, 2013. – 271 с.
9. Кастальский, А.К., Иванов, К.Е., Новошилов, П.Д. Эксплуатация водозаборов подземных вод. – М.: Стройиздат, 2018. – 381 с.
10. Квитка, Л.А. Система водоотведения городского коммунального хозяйства. – М.: Наука, 2012. – 403 с.
11. Колотилова, С.М., Куликов, П.Р. Водоподготовка. – М.: Изд-во МГУ, 2014. – 811 с.
12. Краева, И.О. Справочник по эксплуатации и ремонту водозаборных скважин. – Ростов н/Д: Дон, 2013. – 466 с.
13. Кузубова, Л.И., Кобрина, В.Н., Бурсулак, Е.Н. Химические методы подготовки воды (хлорирование, озонирование, фторирование). – М.: Специздат, 2018. – 714 с.

14. Лугарь, П.Р. Основы химии и микробиологии воды. – М.: Высшая школа, 2018. – 508 с.
15. Матвеева, М.И. Водозаборно-очистные сооружения и устройства. – М.: ООО «Издательство АСТ», 2018. – 946 с.
16. Мирошникова, Р.Л., Луговой, В.М. Очистка природных вод. – М.: Просвет, 2014. – 513 с.
17. Орадовская, О.Е. Санитарная охрана водозаборов подземных вод. – М.: Истра, 2013. – 516 с.
18. Пономаренко, В.С. Водоподготовка: расчеты, примеры, задачи. – М.: Высшая школа, 2018. – 322 с.
19. Резников, А.А. Методы анализа природных вод. – М.: Высшая школа, 2013. – 182 с.
20. Ромадов, В.С. Нормы потребления воды: Справочник. – М.: Спектр, 2018. – 73 с.
21. Ротарь, В.Г. Практикум по химии. – М.: Наука, 2014. – 217 с.
22. Русенко, П.Г. Технический справочник по обработке воды. – М.: Техиздат, 2013. – 537 с.
23. Смирнов, П.И. Проектирование и расчет очистных сооружений водопроводов. – М.: Химия, 2013. – 255 с.
24. Техническая документация МУП «ЖКХ» Водоканал г.Туапсе. – Туапсе-полиграф, 2018. – 108 с.
25. Щеличенко, Г.Д. Водопроводные системы и сооружения: учеб. для вузов. – М.: Химия, 2013. – 386 с.