

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ КЫРГЫЗСКОЙ
РЕСПУБЛИКИ
БАТКЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи
УДК 628.543: 64.066 (043)

БАЖИЕВА АЙНУРА МУСАКУЛОВНА
Разработка технологии очистки воды для охраны водной системы
бассейна р. Чу

Специальность 05.23.04 – водоснабжение, канализация и строительные
системы охраны водных ресурсов

Диссертация
на соискание ученой степени кандидата
технических наук

Научный руководитель:
доктор технических наук,
профессор Абдурасулов И.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Нормативные ссылки и определения обозначения и сокращения

Введение	
ГЛАВА 1. КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНЫ ВОДНОЙ СИСТЕМЫ БАССЕЙНА р. ЧУ	
1.1. Краткая характеристика природных условий.	
1.2. Обеспеченность региона подземными водами.	
1.3. Прогнозные ресурсы подземных вод.	
1.4. Разведенные запасы подземных вод.	
1.5. Использование подземных вод	
1.6. Загрязнение подземных вод	
1.7. Городское водоснабжение и водоотведение	
1.8. Характеристика технического состояния имеющихся сооружений водоснабжения и водоотведения г. Чу и рабочих поселков	
1.9. Объемы и удельные показатели водопотребления и водоотведения коммунального хозяйства и промышленности	
1.10. Водопотребление.....	
1.11. Водоотведение	
1.12. Перспективы водопотребление	
1.13. Водопотребление коммунального хозяйства	
1.14. Водопотребление промышленными предприятиями	
1.15. Ливневая водоотведения	
1.16. Ориентировочные капитальные затраты на природоохранных мероприятий	
Выводы по первой главе	

ГЛАВА 2. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ И РАСЧЕТА

ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ОТДЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ И СООРУЖЕНИЙ ВОДООТВЕДЕНИЯ

- 2.1. Оценка качества сбрасываемой сточной воды в водоем.
- 2.2. Условия сброса сточных вод в водоем.. . . .
- 2.3. Мониторинг состояния водных объектов.
- 2.4. Анализ эксплуатационных данных об отказах водоотводящих систем . .
- 2.5. Оценка эксплуатационной надежности водоотводящих систем
- 2.6. Влияния землетрясений на надежность элементов водоотводящих систем

Выводы по второй главе

ГЛАВА 3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОСНОВЫ ОХРАНЫ ВОДНОЙ СИСТЕМЫ. .

- 3.1. Исследование и моделирование работы водоотводящих сетей.
- 3.2. Вероятность безотказной работы водоотводящей сети и законы ее распределения
- 3.3. Анализ и математическое модулирование системы водоотведения. . . .
- 3.4. Математические модели технологии очистки сточных вод

Выводы по третьей главе

.

ГЛАВА 4. ИНЖЕНЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО ОХРАНЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В РАЙОНАХ С ПРОСАДОЧНЫМИ ГРУНТАМИ . . .

- 4.1. Водоотводящие сети населенных мест и промышленных предприятий
- 4.2. Расчет и проектирования водоотводящих сетей
- 4.3. Схема водоотводящих сетей.
- 4.4. Разработка и обоснование технологических схем очистки сточных вод.
- 4.5. Технологические схемы очистки сточных вод.. . . .

4.6.	Методы очистки сточных вод
4.7.	Особенности проектирования сооружений и сетей водоотведения для строительства просадочных грунтах
4.8.	Проектирования водоотводящих систем на просадочных грунтах
4.9.	Показатели водоотведения на подтапливаемых территориях
Выводы по четвертой главе	

ГЛАВА 5. ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ОХРАНЕ ВОДНОЙ СИСТЕМЫ БАССЕЙНА р. ЧУ

5.1.	Предельно допустимые сбросы сточных вод
5.2.	Эколого-экономический ущерб окружающей среде от стоков
5.3.	Экономическая эффективность выполненных теоретических и экспериментальных исследований
Выводы по пятой главе	
Заключение	
Список использованных источников	
Приложение 1	
Приложение 2	

Определения обозначения и сокращения

Грунт просадочный – грунт, который под действием внешней нагрузки и собственного веса или только от собственного веса при замечании водой или другой жидкостью претерпевает вертикальную деформацию (просадку) и имеет относительную деформацию просадки $\varepsilon_l \geq 0,01$;

г. город, год;

гг. годы;

ГВК Государственный водный кадастр;

гидроствор гидрометрический створ;

Казгидромет Главное управление по гидрометеорологии РК;

КазНИГМИ Казахский научно-исследовательский
гидрометеорологический институт;

НБ нижний бьеф;

СКИОВР - Схема комплексного использования и охраны водных ресурсов

«Схема...» - Схема комплексного использования и охраны водных ресурсов

РК - Республика Казахстан

РФ - Российская Федерация

МСХ - Министерство сельского хозяйства

МООС - Министерство охраны окружающей среды

КВР - Комитет по водным ресурсам

БВУ - Бассейновое водохозяйственное управление

ОАО - открытое акционерное общество

ТОО - товарищество с ограниченной ответственностью

ЗАО - закрытое акционерное общество

АО - акционерное общество

РГП - республиканское государственное предприятие

СанПиН	- санитарные правила и нормы
с/х	- сельскохозяйственный (ое, ая)
в/х	- водохозяйственный
г., п; с	- город, год; посёлок; селение, село
м/ст.	метеорологическая станция;
НПУ	нормальный подпорный уровень;
п., пос.	поселок;
р.	река;
рр.	реки;
рзд	разъезд;
с.	селение, село;
средн., ср.	средний;
усл.	условный;
W_{полез.}	полезная емкость водохранилища.

Единицы измерения

Км; км²; км³	- километр; квадратный километр; кубический километр
га	- гектар
Мм; м, м³	- миллиметр; метр, кубический метр
м/с; м³/с	- метр в секунду; кубический метр в секунду
%	- процент
л/сут; л/сут.чел	- литров в сутки; литры в сутки на человека
млн; млрд.	- миллион; миллиард
тыс.	- тысяча

ВЕДЕНИЕ

Проблемы чистой воды в условиях ситуации – один из важнейших приоритетов Республики Казахстан. В этой связи в указе Президента РК «О первоочередных мерах по улучшению состояния здоровья граждан Республики Казахстан» даны руководящие принципы по решению проблем чистой воды. В нем подчеркивается что в условиях обостряющейся экологической ситуаций для Казахстана одним из главных приоритетов является улучшение функционирование систем водоснабжение и водоотведения. В отраслевой программе «Питьевые воды» на 2002-2010 годы одним из приоритетов обозначено «Улучшению экологического и санитарно-гигиенического состояние водных объектов».

На современном этапе достигнуто понимание того, что проблема качества воды является комплексной задачей которая не замыкается на обеспечения населенных пунктов питьевой водой, а промышленности технологической, но и включает сохранения рек, озер, сокращение потребления воды за счет новых технологий и систем транспортирования.

На водоотводящих системах решающую роль играют характер транспортируемой среды, климатические и другие технологические особенности, что требует изучения функционирования различных элементов систем водоотведение, разработки методов расчета основных показателей надежности и законов распределения параметров потока отказов и времени их восстановления. выполнения необходимых исследований усложняется тем что в производственных условиях сложно собрать материалы об отказах и их восстановлении в управлениях «Водоканала», а так же отсутствием современной методологий оценки надежности таких систем.

В практике проектирования и эксплуатации водоотводящих систем недостаточно полно используется перспективные подходы теории и прикладные результаты. Это вызвано отличием их от других линейных систем, для которых создавалась теория надежности, и целым рядом нижеследующих объективных причин:

- Несовершенством систем сбора и обработки ретроспективной информации по отказам и восстановлению сооружений и элементов систем водоотведения и, соответственно, отсутствием представительной базы, информационной необходимой для оценки их надежности;
- Отсутствием единого терминологического стандарта по надежности систем водоотведения;

До сих пор нет полноценных законченных исследований по оценке санитарно-экологической системы водоотведения.

Долгие годы в бывшем СССР существовала практика проектирования и строительства инженерных коммуникаций, основанная на нормативной базе, основным принципом которой была минимизация капитальных затрат без учета стоимости эксплуатаций, надежности и ремонтпригодности оборудования.

Использование не качественных и недолговечных материалов и оборудования, несвоевременная регистрация, сбор и накопление статистических данных об отказах отдельных сооружений и элементов систем водоотведения, отсутствие автоматизаций привел к современному неудовлетворительному состоянию систем массового обслуживания городов Казахстана.

Цель работы: разработка технологий очистки сточных вод для охраны водной системы бассейна р. Чу с учетом надежности работы инженерных сетей и сооружений на просадочных грунтах

Для достижения поставленной цели сформулированы следующие решаемые задачи:

- сбор и обобщение различных характеристик по отношению водопотребления пользователей воды региона на водном бассейне р. Чу;
- анализ и оценка загрязнения поверхностных и подземных вод;

- изучения эксплуатационных данных при отказах различных инженерных сооружений для прогнозных оценок работы и охраны водных ресурсов сточными водами;
- определение методика исследований и решета эффективности работы отдельных сетей и сооружений водоотведения;
- экспериментальные исследования и теоретическое изучение основы охраны водной системы р. Чу;
- математическое моделирование работы инженерных сооружений системы водоотведения;
- анализ инженерных решений по охране водных ресурсов в районах с проса дочными грунтами;
- определение эколого-экономических показателей охраны водной системы бассейна р. Чу и разработка инженерных рекомендаций.

Методы исследования: использованы методы; определение водного баланса; моделирование работы инженерных сетей и сооружений; обработка статистических данных, включая теории вероятности и решения краевых задачи; определение экологических и экономических показателей водоохран мероприятий; физико-химические методы определения качества природных и сточных вод.

Научная новизна работы:

- собраны данные по ухудшению качества природных вод и математически обработаны материалы по надежности работы систем водоотведения;
- Разработаны инженерные мероприятия и подготовлены инструкции для оценки качества воды; математическим моделированием работы элементов системы водоотведение объектов;
- теоритический и экспериментально изучены объективные и субъективные факторы для охраны и рационального использования водных ресурсов бассейна р. Чу;

- определены эколого-экономические показатели инженерных решений для охраны водной системы бассейна р. Чу.

Практическая значимость полученных результатов работы заключается в том, что разработанную методологическую по защите водного бассейна р. Чу можно использовать при проектировании, строительстве и в процессе эксплуатации системы водоснабжения практических водопотребителей. Диссертационный материалы позволяет учитывать основные факторы, влияющие на надежность функционирования водоотводящих сетей, водоочистных сооружений, а также прогнозировать вероятное число отказов различных элементов водоотведения населенных мест и промышленных предприятий и определит экологическую и экономическую эффективность инженерных решений.

Степень внедрения и практического использования полученных научных результатов. Результаты исследований использованы: в учебном процессе казахского национального аграрного университета;

Экономическая значимость полученных результатов-результаты исследования позволяет получить экологический экономический эффект по сравнению с другими инженерными решениями, и годовой эффект составляет более 1 млн. тенге РК.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

- результаты математической обработки собранных данных производящих к ухудшению качество природных вод бассейна р. Чу и снижению надежности решения охраны окружающей среды;
- теоретические и экспериментальные материалы по определению надежности работы систем водоотведения объектов;
- результаты математического моделирования надежности работы водоотведения для охраны водных бассейнов;
- предложенная методика и инструкции по оценке качества воды водного бассейна зоны предгорной реки.

Личный вклад соискателя определяется: в выборе цели исследований и решении поставленных задач; разработке методике выполнения исследований в выборе математического аппарата анализа результатов работы инженерных сетей и сооружений; выполнении теоретических и экспериментальных исследований и обработки полученных результатов; организации обсуждения, опубликовании и внедрении основных результатов исследований в ходе подготовки диссертации.

Обоснованность и достоверность научных положений и выводов.

Достоверность полученных результатов базируется на использовании классических физико-химических методов анализа качества сточных и природных воды, официальных статических данных, математических моделей оценки работы технологических сооружений с их экспериментальными подтверждениями. Выводы и заключения диссертации подтверждены актами внедрения в производство.

Апробация работы. Основные результаты диссертационной работы были доложены на международных научно-практических конференциях «Вода: ресурсы, качество, мониторинг, использование и охрана вод», г. Алматы – 2007; «Новое в безопасности жизнедеятельности» (Охрана труда, экология, валеология, защита человека в ЧС, токсикология, экономические, правовые и психологические аспекты БЖД, логистика), г. Алматы - 2007; «международная научно-практическая конференция посвященной 70 летию Института географии», г. Алматы – 2008; «Архитектура, дизайн и строительство в условиях высокогорья», г. Бишкек - 2012.

Результаты научно-исследовательской работы внедрены в учебный процесс Института архитектуры и строительства им. Т. К. Басенова, КазНТУ им. К. И. Сатпаева и КазНАУ, ТОО «Институт Географии» МОиН РК.

Полнота отражение результатов исследований диссертационной работы: опубликованы 13 научные труды, из которых 6 статьи в изданиях рекомендованных ВАК Кыргызской Республики. Из 5 статьи опубликованы единолично, а остальные 3 изданы в лицензионных журналах Казахстана.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введение, пяти глав с выводами по каждой главе, заключение, списка использованных источников из 142 наименование, содержит 123 страниц компьютерного текста и иллюстрирована 29 рисунками.

ГЛАВА 1. КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНЫ ВОДНОЙ СИСТЕМЫ БАССЕЙНА р. ЧУ

1.1. Краткая характеристика природных условий

Бассейн р. Шу располагается в пределах Жамбылской и частично в Южно-Казахстанской областях. Территория бассейна тяготеет к Чу-Сарысуской впадине, окаймленной горно-складчатыми сооружениями Кыргызского Алатау, хр. Каратау и юго-западными отрогами Казахской складчатой страны. Она отличается сложными природно-климатическими условиями, которые оказывают значительное влияние на формирование подземных вод. Ресурсы их распределены крайне неравномерно в зависимости от состава, условий залегания и степени обнаженности водовмещающих пород, а также приуроченности к тем или иным гидрогеологическим структурам.

Широко распространены в предгорьях Кыргызского Алатау четвертичные аллювиально-пролювиальные образования конусов выноса, представленные галечниками и песками. В них формируется мощный поток пресных подземных вод, широко используемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения и орошения земель. Дебиты эксплуатационных скважин составляют 50–60 $\text{дм}^3/\text{с}$, а производительность отдельных водозаборов превышает 700–1000 $\text{дм}^3/\text{с}$.

Большое значение для хозяйственно-питьевого водоснабжения населения рассматриваемого региона имеют подземные воды аллювиальных отложений в долинах рек Чу и Курагаты. В предгорной зоне подземные воды преимущественно пресные, а по мере удаления от гор их минерализация постепенно повышается до 3–5 $\text{г}/\text{дм}^3$. Водовмещающими породами являются галечники и пески. Мощность водоносных горизонтов изменяется от 8–10 до 77–126 м. Производительность скважин достигает 80 $\text{дм}^3/\text{с}$. Питание подземных вод аллювиальных отложений осуществляется преимущественно в паводковый период и частично путем инфильтрации атмосферных осадков.

В процессе эксплуатации водозаборов в современных речных долинах наносится существенный ущерб поверхностному стоку, так как поверхностные воды составляют до 70% отбираемой на водозаборе воды.

Под толщей четвертичных отложений залегает водоносный комплекс плиоценовых образований, представленных песками, галечниками, песчаниками, переслаивающихся с суглинками и глинами. В краевых частях рассматриваемого бассейна плиоценовые отложения выходят на поверхность. Водоносный горизонт в основном напорный. Пьезометрические уровни устанавливаются на глубине 1–20 м. Отложения обладают высокими фильтрационными свойствами. Водопроницаемость пород комплекса изменяется от 200–300 до 2000 м²/сут. Воды плиоценовых отложений по качеству изменяются от пресных до соленых.

В основании осадочного чехла залегают меловые отложения, выходящие на поверхность в краевых частях бассейна, где подземные воды комплекса получают питание. В центральной части бассейна они погружаются на глубину до 620–850 м. Водовмещающие породы представлены разнотекстурными песками, залегающими среди прослоев глин. Суммарная мощность проницаемых пород изменяется от 20–30 до 70–120 м. Подземные воды обладают напором. Многие скважины дают самоизлив. Производительность скважин самая различная, но на некоторых участках дебиты скважин достигают 25–60 дм³/с, а значения водопроницаемости колеблются от 150–200 до 700–1000 м²/сут. Минерализация подземных вод мелового комплекса изменяется от 0,3–1 до 60–90 г/дм³ с преобладанием 3–10 г/дм³. Отдельные зоны хр. Каратау, располагающиеся западнее рассматриваемого бассейна, сложены карбонатными карстующимися породами. Они представляют большой практический интерес в обеспечении населения и промышленности подземными водами. В них скапливаются значительные запасы подземных вод, способных обеспечить водой крупных водопотребителей. Расходы отдельных скважин, приуроченных к карстующимся породам, достигают 80–100 дм³/с. Обладают такие зоны

тесной гидравлической связью с поверхностными водами. При эксплуатации подземных вод в карстующихся породах наносится большой ущерб поверхностному стоку. Подземные воды, приуроченные к карстующимся породам, обычно имеют невысокую минерализацию, что обусловлено интенсивным водообменом и относительно благоприятными условиями питания.

1.2. Обеспеченность региона подземными водами

Под обеспеченностью подразумевается возможность удовлетворения текущих и перспективных потребностей населения, промышленности и сельского хозяйства за счет прогнозных ресурсов и разведанных эксплуатационных запасов подземных вод.

По степени изученности ресурсов подземных вод различают прогнозные ресурсы и разведанные эксплуатационные запасы. Строительство водозаборов и эксплуатация подземных вод базируется на разведанных запасах промышленных категорий (А и В). В отдельных случаях допускается проектирование водозаборов на запасах категории С₁. Эти требования обычно соблюдаются при организации водоснабжения крупных водопотребителей – городов, рабочих поселков, райцентров. Сельское население зачастую использует подземные воды на участках с неразведанными запасами, обеспеченными лишь прогнозными ресурсами.

1.3. Прогнозные ресурсы подземных вод

Формирование ресурсов подземных вод бассейна р. Чу осуществляется в основном в условиях развития горных сооружений Киргизского и Таласского Алатау, а также Казахского мелкосопочника. Здесь получили развитие подземные воды, приуроченные преимущественно к поровым коллекторам в речных долинах и межгорных впадинах и в меньшей степени – к зонам трещиноватости пород консолидированного фундамента. Наибольшие скопления подземных вод наблюдаются в поровых коллекторах осадочных горных пород. Зоны трещиноватости отличаются существенно меньшей обводненностью и значительно меньшими ресурсами.

Прогнозные ресурсы того или иного водоносного горизонта определены как произведение величины модуля подземного стока на площадь распространения водоносного горизонта. При наличии на оцениваемой площади нескольких водоносных горизонтов с одинаковой минерализацией, расположенных этажно, на карте и в расчетах принята суммарная величина их модулей.

Основные ресурсы подземных вод сосредоточены в речных долинах. К ним приурочены преимущественно пресные подземные воды. Слабосоленоватые воды имеют подчиненное значение. Существенно меньшие прогнозные ресурсы распространены в пределах развития зоны трещиноватости палеозойских и более древних пород кристаллического фундамента. По минерализации подземные воды здесь в основном не превышают 1 г/дм^3 .

Оценка прогнозных эксплуатационных ресурсов подземных вод произведена в пределах административных областей и границ водохозяйственных участков по основным водоносным горизонтам и комплексам.

Общая величина прогнозных ресурсов подземных вод бассейна р. Шу по результатам расчетов составляет, тыс. $\text{м}^3/\text{сут}$ (млн. $\text{м}^3/\text{год}$): – 23406 (8543,2), в том числе по минерализации: до 1 г/дм^3 – 15727,5 (5740,6); $1-3\text{ г/дм}^3$ – 7636,8 (2787,4) и $1-10\text{ г/дм}^3$ – 41,7 (15,2) (табл. 2.1).

1.4. Разведанные запасы подземных вод

Для удовлетворения потребности населения, промышленности и сельского хозяйства региона в подземных водах разведано и утверждено ГКЗ и ТКЗ 20 месторождений подземных с суммарной величиной эксплуатационных запасов 2209,72 тыс. $\text{м}^3/\text{сут}$ (806,5 млн. $\text{м}^3/\text{год}$), в том числе по минерализации, в г/дм^3 : до 1 – 2074,72 (757,2) и $1-3$ – 135 (49,3).

Разведанные запасы составляют около 8,9% от величины прогнозных ресурсов. Это свидетельствует о сравнительно низкой разведанности

подземных вод региона и, в то же время, о значительных потенциальных возможностях водообеспечения населения, в том числе и водами питьевого качества. Характерной особенностью данной территории является тот факт, что некоторые разведанные месторождения отличаются сравнительно небольшими эксплуатационными запасами (характерно для месторождений подземных вод зоны трещиноватости палеозойских пород), что может быть объяснено слабыми фильтрационными свойствами водовмещающих пород и низкой их водообильностью.

Центральная зона бассейна почти не имеют разведанных запасов подземных вод в связи с отсутствием здесь крупных водопотребителей.

Разведанные по сумме категорий ($A+B+C_1+C_2$) эксплуатационные запасы подземных вод бассейна р. Чу в количестве 2209,72 тыс. м³/сут (806,5 млн. м³/год) по целевому назначению распределяются следующим образом, тыс. м³/сут (млн. м³/год):

- хозяйственно-питьевое водоснабжение (ХПВ) – 763,5 (278,7);
- орошение земель (ОРЗ) – 1445,7 (527,6);
- минеральные воды (Мин.) – 0,52 (0,2).

Непосредственно для хозяйственно-питьевых целей на территории рассматриваемого бассейна разведано 14 месторождений подземных вод, что позволило обеспечить разведанными запасами подземных вод наиболее крупные населенные пункты. В общем балансе разведанных запасов подземных вод, пресные воды, пригодные для хозяйственно-питьевого водоснабжения составляют 2074,72 тыс. м³/сут (млн. м³/год) или около 90%.

По условиям формирования эксплуатационных ресурсов подземных вод на территории бассейна р. Чу выделено четыре генетических типа месторождений: в речных долинах, конусах выноса предгорных шлейфов, артезианских бассейнах и в массивах трещинных и трещинно-карстовых вод. Наибольший ущерб поверхностному стоку наносит эксплуатация подземных вод водоносных горизонтов, залегающих первыми от поверхности –

аллювиальных отложений и зон трещиноватости палеозойских пород. Меньшее влияние на поверхностный сток оказывает эксплуатация подземных вод артезианских бассейнов.

Основные эксплуатационные ресурсы подземных вод разведанных месторождений сосредоточены в пределах конусов выноса (1499,4 тыс. м³/сут). В артезианских бассейнах и погребенных речных долинах разведано соответственно (377,7 тыс. м³/сут) и (330,6 тыс. м³/сут).

Таблица 1.1 - Прогнозные ресурсы подземных вод бассейна р. Чу на территории РК

Номер водохозяй- ственного района (участка)	Наименование		Прогнозные ресурсы подземных вод, млн. м ³ /год				
	Административные области	Водохозяйственные районы (участки)	Всего	в т. ч. ущерб поверхност- ному стоку	в т. ч. с минерализацией, г/дм ³		
					до 1	1-3	3-10
1	2	3	4	5	6	7	8
06-02-01	Жамбылская		118,1	13,2	118,1		
06-02-02			4994,3	227,7	2758	2232,7	3,6
06-02-03			2803,5	109,1	2280,2	511,7	11,6
06-02-03	Южно- Казахстанская		627,4	18,4	584,3	43,1	
Всего по бассейну р. Чу, в том числе:			8543,2	367,9	5740,6	2787,4	15,2

Таблица 1.2 - Разведанные и утвержденные запасы подземных вод бассейна р. Чу на территории РК

Номер водохозяй- ственного района (участка)	Наименование	Эксплуатационные запасы подземных вод, млн. м ³ /год			
		А+В	А+В+С	в т. ч. с минерализацией, г/дм ³	
				до 1	более 1
1	2	4	5	6	7
06-02-01	Жамбылская	41,7	42	42	
06-02-02		467,1	660,8	660,8	
06-02-03		5,3	7,2	6,6	0,6
06-02-03	Южно-Казахстанская	94,9	96,5	47,8	48,7
Всего по бассейну р. Чу, в том числе:		609	806,5	757,2	49,3
Жамбылская область		514,1	710	709,5	0,5
Южно-Казахстанская область		94,9	96,5	47,8	48,7

Значительно меньше величина разведанных запасов подземных вод в ограниченных структурах и зонах тектонических нарушений (2,02 тыс. м³/сут),

Хозяйственно-питьевое и производственно-техническое водоснабжение крупных населенных пунктов региона базируется в основном на подземных водах.

1.5. Использование подземных вод

Бассейн р. Чу в целом отличается довольно суровыми климатическими условиями, но достаточно высокой обеспеченностью водными ресурсами. Однако распределение их по площади крайне неравномерно. Наиболее обеспеченными поверхностными и подземными водами являются районы, прилегающие к горным массивам и речным водотокам. Удаленные от горных систем районы отличаются острым дефицитом поверхностных и подземных вод.

Основными потребителями подземных вод является города, рабочие поселки, сельское хозяйство и промышленные предприятия. Наиболее интенсивно они используются для хозяйственно-питьевого, производственно-технического водоснабжения, орошения земель и обводнения пастбищ. Использование подземных вод бассейна р. Чу за период с 1990 по 2005 г.г. отражено в табл. 1.3.

Показателями обеспеченности является потребность в воде, устанавливаемая планирующими органами и ее наличие. При этом в качестве ориентира принимается перспективная потребность в воде отраслей экономики на 2020 г. в сопоставлении с современным водоотбором (2006 г.). Перспективная потребность сопоставляется с разведанными эксплуатационными запасами и прогнозными эксплуатационными ресурсами подземных вод (табл. 1.3).

Как видно из таблицы 1.3, территория бассейна р. Шу полностью обеспечена прогнозными и утвержденными запасами подземных вод. При перспективной потребности на 2020 г. в 43,205 млн. м³/год утвержденные

эксплуатационные запасы по сумме категорий составляют 806,5 млн. м³/год, а прогнозные ресурсы – 8543,2 млн. м³/год.

Общий водоотбор по состоянию на 01.01.07 г. составил 7,69 млн. м³/год. Часть водопотребителей использует неразведанные запасы. На разведанных запасах работают водозаборы некоторых сельских населенных пунктов, рабочих поселков и городов. Сельскохозяйственное водоснабжение и обводнение пастбищ базируется преимущественно на неутвержденных запасах подземных вод, хотя в некоторых случаях и апробированных НТС территориальных геологических управлений.

Наивысшие показатели водоотбора характерны для 1990 года, когда промышленность и сельское хозяйство функционировали в полном объеме. Отбор подземных вод в 1990 г. составил 112,969 млн. м³/год. В последующие годы величина забора воды постепенно сокращалась. В связи с возрождением экономики региона водопотребление в перспективе будет возрастать и к 2020 году ожидается на уровне 53,335 млн. м³/год. Сокращение перспективного водопотребления на 2020 г. по сравнению с 1990 годом объясняется тем, что на этот период не предусматривается орошение земель за счет подземных вод, имевшее место в предшествующие годы.

По отраслям экономики забор подземных вод в 2006 г. распределялся следующим образом, млн. м³/год: коммунальное хозяйство – (15,6%); промышленность – (67,9%); сельскохозяйственное водоснабжение – (14,6%); обводнение пастбищ – (1,9%).

Бассейн р. Чу расположен в южной части Казахстана в пределах Жамбылской и частично Южно-Казахстанской области. Его территория относится к регионам, не испытывающим дефицита в источниках хозяйственного назначения. Однако отдельные районы северной и северо-восточной части отличаются весьма слабой обеспеченностью водными ресурсами пресных подземных вод.

Рассматриваемая территория совпадает с распространением крупной гидрогеологической структуры – Чу - Сарысуской системой бассейнов напорных подземных вод, выполненной мощной толщей рыхлых мезозойско-кайнозойских образований. Ее обрамляют горные сооружения, образованные метаморфическими и магматическими породами палеозоя и более древних образований.

Наиболее перспективными для выявления пресных подземных вод являются аллювиально-пролювиальные четвертичные отложения конусов выноса и предгорных равнин Киргизского Алатау и аллювиальные отложения долины рек Чу и Курагаты. Подземные воды указанных образований широко используются для хозяйственно-питьевого водоснабжения городов, сельских населенных пунктов, промышленных и сельскохозяйственных объектов.

На территории бассейна р. Чу разведано 20 месторождений подземных вод. Разведанные запасы распределены по территории крайне неравномерно. Наибольшими величинами эксплуатационных запасов подземных вод характеризуются межгорные впадины, где формируются крупные месторождения.

В связи с благоприятными гидрогеологическими условиями региона хозяйственное водоснабжение населения осуществляется преимущественно за счет подземных вод. Поверхностные воды используются крайне редко, лишь только в том случае, когда вблизи потребителя отсутствуют подземные воды. В настоящее время в области за счет поверхностных вод организовано водоснабжение поселка городского типа Гранитогорск и райцентра с. Курдай. Разведанных для них месторождений подземных вод нет. Для водоснабжения Гранитогорска используются поверхностные воды р. Аспара и группы родников. Курдай снабжается за счет каптажа родников, выходящих из гранитов.

Водоснабжение г. Чу полностью удовлетворяется за счет разведанных запасов Чу-Новотроицкого месторождения, приуроченного к средне-верхнечетвертичным и современным отложениям р. Чу в количестве 112,3

тыс. м³/сут. Современный водоотбор г. Чу 1,9 тыс. м³/сут. Это же месторождение удовлетворяет также нужды Чатыркольского горно-обогатительного комбината и пос. Толе би. Сведения о величине водопотребления поселка и горно-обогатительного комбината отсутствуют.

Группа месторождений подземных вод, расположенных в предгорьях Киргизского Алатау (Луговское, Меркенское, Подгорненское), разведаны для хозяйственного водоснабжения райцентра Мерке, поселков Луговой, Ойтал и близлежащих населенных пунктов Меркенского и Луговского административных районов. Величина отбора подземных вод для водоснабжения поселков представлено в табл. 1.4.

Сельское население региона используют преимущественно подземные воды. Источниками централизованного водоснабжения являются подземные воды на участках с разведанными запасами. В поселках, где отсутствуют водопроводы, население производит отбор воды из шахтных, трубчатых колодцев, а также частично из поверхностных источников.

На хозяйственно-питьевые нужды населения в разные годы отбиралось воды от 4-5 до 20-25 тыс. м³/сут. В последнее время отмечается тенденцию к снижению водоотбора. Отсутствие централизованных систем водоснабжения почти в 2/3 поселках объясняется плохой обеспеченностью отдельных территорий как подземными, так и поверхностными водами. Это связано в большинстве случаев с недостаточным финансированием. В целом же обеспеченность населения разведанными запасами достаточно высока.

1.6. Загрязнение подземных вод

Основное техногенное воздействие на окружающую среду оказывают города, рабочие поселки, сельские населенные пункты, промышленные, горнорудные предприятия и предприятия животноводства. При эксплуатации систем жизнеобеспечения населенных пунктов, промышленных предприятий, сельскохозяйственных объектов происходит нарушение природной обстановки, включая и загрязнение подземных вод.

Под загрязнением подземных вод понимается такое изменение их свойств (химических, физических, биологических) по сравнению с фоновым состоянием, которое делает эту воду полностью или частично непригодной для использования по хозяйственному назначению. Понятие загрязнение подземных вод относится, прежде всего, к водам питьевого назначения.

Количественными критериями, относительно которых характеризуется изменение качества воды, являются показатели ее фонового качества и показатели качества хозяйственного использования. Основными критериями качества природных вод по гидрохимическим показателям являются значения предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ для источников рыбохозяйственного, хозяйственно-питьевого и коммунально-бытового водопользования. В настоящее время качество питьевой воды в республике регламентируется СанПиН 3.02.002-04 «Санитарно-эпидемиологические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения».

По степени опасности для здоровья человека загрязняющие вещества подразделяются на 4 класса: 1 – чрезвычайно опасные; 2 – высоко опасные; 3 – опасные; 4 – умеренно опасные. В основу классификации положены показатели, характеризующие различную степень опасности для человека химических соединений, загрязняющих питьевую воду, в зависимости от токсичности, способности вызывать отдаленные эффекты, лимитирующих показатели вредности.

Главное техногенное воздействие на окружающую среду бассейна и, в частности, на подземные воды оказывают крупные промышленные предприятия за счет сброса сточных вод и выбросов в атмосферу газообразных продуктов деятельности предприятия.

В настоящее время учет водоотбора на территории бассейна р. Чу осуществляют областные бассейновые водохозяйственные управления и режимные партии Комитета геологии и охраны недр, ведущие мониторинг подземных вод.

Существующие водозаборные скважины нередко простаивают из-за низкого качества строительства и неправильной эксплуатации. Несмотря на значительный резерв эксплуатационных запасов подземных вод, объем водоотбора на участках с неутвержденными запасами составляет от четверти до третьей используемых подземных вод. Особенно это характерно для сельскохозяйственного водоснабжения.

При довольно благоприятных гидрогеологических условиях региона и высокой степени обеспеченности подземными водами некоторые населенные пункты не имеют подготовленных систем водоснабжения. Причины неподготовленности обусловлены следующими обстоятельствами:

- по экономическим причинам длительное время остаются неосвоенными подземные воды на разведанных участках, в то же время осуществляется эксплуатация подземных вод на участках с неразведанными запасами, где зачастую не известен ни химический состав подземных вод, ни их санитарное состояние;

- в малых сёлах бассейна в течение длительного времени осуществляется эксплуатация подземных вод верхних горизонтов бассейна, подверженных техногенному загрязнению, в результате чего для хозяйственно-питьевых целей используются воды не пригодные к использованию по целевому назначению;

- сократились работы по проведению поисков подземных вод для населенных пунктов, не имеющих разведанных запасов для хозяйственно-питьевого водоснабжения;

- практически не выполняются работы по изучению состояния подземных вод в районе действующих водозаборов, особенно в зоне техногенного воздействия на эксплуатируемый водоносный горизонт;

- не совершенствуются системы контроля над качественным составом эксплуатируемых подземных вод и их уровенному режиму, также не

производятся работы по изучению опыта эксплуатации даже крупных водозаборов с продолжительным периодом их деятельности.

Отмеченные факты свидетельствуют о необходимости проведения реконструкции систем водоснабжения населенных пунктов рассматриваемого региона, применительно к требованиям, предъявляемым к источникам хозяйственно-питьевого водоснабжения. Предстоящая работа потребует решения ряда практических вопросов, связанных с большими материальными затратами. Несмотря на это она должна быть выполнена в наиболее короткий срок.

Ниже предлагается комплекс мероприятий, выполнение которых позволит существенно улучшить условия хозяйственно-питьевого водоснабжения населения региона:

1. Произвести паспортизацию всех одиночных эксплуатационных скважин и групповых водозаборов, действующих на исследуемой территории, с целью установления их технического состояния и регистрации пригодных для использования по целевому назначению. Наметить мероприятия по регистрации водозаборных сооружений;

2. Расширить поисково-разведочные работы с целью изыскания источников водоснабжения для всех населенных пунктов, не имеющих утвержденных запасов подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения. На участках, где в предшествующие годы были получены отрицательные результаты, увеличить радиус поисков за пределами ранее согласованной зоны;

3. Для целей обводнения пастбищ, где на значительных площадях отсутствуют подземные воды, пригодные для хозяйственно-питьевых целей, увеличить объем работ по поискам и разведке подземных вод с последующей ориентацией на их использование с помощью локальных и групповых водопроводов;

4. Ориентировать системы водоснабжения на использование разведанных запасов подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения;

5. Приступить к изучению состояния подземных вод на эксплуатируемых месторождениях с целью выявления участков с загрязненными подземными водами и оперативному принятию мер по ликвидации последствий их загрязнения;

6. Возобновить работы по изучению опыта эксплуатации действующих водозаборов для оперативного контроля над с работкой уровней подземных вод на месторождениях и возможности переоценки эксплуатационных запасов подземных вод по истечении их амортизационного срока;

7. Ускорить освоение разведанных для хозяйственно-питьевого водоснабжения месторождений подземных вод, не используемых в настоящее время по целевому назначению;

8. Совершенствовать системы водозаборных сооружений населенных пунктов в соответствии с требованиями, предъявляемыми к источникам хозяйственно-питьевого назначения.

9. Согласовать с органами Госнадзора использование в чрезвычайных ситуациях подземных вод повышенной минерализации (до 1,5-2 г/дм³) на участках с отсутствием пресных вод и невозможностью подключения некоторых поселков к действующим и проектируемым групповым водопроводам;

10. Обосновать экономическую целесообразность опреснения подземных вод повышенной минерализации для территорий, где отсутствуют воды питьевого качества и нет перспектив их изыскания на сопредельных площадях;

11. На месторождениях, где завершился срок эксплуатации, осуществить работы по повторной геологической экспертизе в целях оценки

возможных изменений условий питания и качества подземных вод эксплуатационного горизонта, а также степени техногенной нагрузки, произошедшей за период времени после утверждения запасов;

12. Исключить условия, способствующие загрязнению подземных вод, в особенности, используемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения. На участках, где загрязнение подземных вод уже произошло, предусмотреть мероприятия по ликвидации последствий загрязнения.

1.7. Городское водоснабжение и водоотведение

По данным Агентства Республики Казахстан по статистике численность городского населения бассейна на 1 января 2006 года составляла 61.276 тыс. человек, в том числе по водохозяйственным участкам 06-02-02 - 53.099 тыс. чел.; 06-02-03 - 8.177 тыс. человек, которые проживают в городе Чу и 8 рабочих поселках.

В таблицах 1.1 и 1.2 приведены сведения и характеристика современного состояния водоснабжения и водоотведения города и рабочих поселков бассейна р. Чу в современных условиях 2006 г.

Из приведенных данных следует, что по городу Чу и рабочим поселкам каждого водохозяйственного района не учтены потери в сетях, а фактическое удельное водопотребление бытового сектора ниже нормы, что свидетельствует о большом износе систем водоснабжения (для г. Чу 60%). Малые значения удельных показателей вызваны не отсутствием мощностей, а значительными потерями воды из «дырявых сетей».

Для водоснабжения городских поселений бассейна р. Чу используются в качестве источников подземные воды.

1.8. Характеристика технического состояния имеющихся сооружений водоснабжения и водоотведения г. Чу и рабочих посёлков.

Сооружения водоснабжения и канализации, эксплуатируемые работающими предприятиями промышленности и теплоэнергетики, находятся в неудовлетворительном состоянии.

На некоторых предприятиях производится реконструкция и расширение систем водоснабжения и канализации, включая сооружения по очистке сточных вод и оборотных систем водоснабжения.

В связи с изменившейся экономической ситуацией и возникшими новыми производственными отношениями следует на каждом предприятии выполнить анализ работы сооружений водоснабжения и канализации с учетом их технического состояния, включая возможность замены оборудования с целью снижения эксплуатационных расходов.

Индикатором технического состояния сетей водоснабжения и канализации являются путевые потери воды.

Таблица 1.3. – Путевые потери воды в водопроводных сетях объектов промышленности по состоянию на 2006 г

Водохозяйственный участок	Наименование населенных пунктов	Район	Потери в сети, % от общего забора
1	2	3	4
06-02-02	г. Чу	Чуский	30
	п. Берлик	Чуский	30
	п. Луговой	Турара Рыскулова	30
	п. Ойтал	Меркенский	30
	п. Гранитогорск	Меркенский	30
	п. Хантау	Мойынкумский	30
	п. Акбакай	Мойынкумский	10
06-02-03	П. Кызымшек	Сузакский Ю.К.О.	30
	П. Таукент	Сузакский Ю.К.О.	20

Анализ таблицы показывает, что потери воды значительно превышают нормативные, которые в нормальных условиях не должны превышать 3-5%. Большие потери в сетях водоснабжения и канализации, кроме значительных экономических потерь вызывают ухудшение экологической обстановки обслуживаемой территории за счет повышения уровня грунтовых вод и заболачивания территории.

В этой связи необходимо провести работы по реабилитации сетей водоснабжения и канализации.

1.9. Объемы и удельные показатели водопотребления и водоотведения коммунального хозяйства и промышленности.

Сводные данные по водопотреблению на нужды коммунального хозяйства и промышленности в бассейне р.Чу за 2006 г. приведены в табл. 1.4.

Таблица 1.4. - Водопотребление на нужды коммунального хозяйства и промышленности, водоотведение на 2006 г.

Потребитель	Общий забор млн.м³/год	Источники покрытия		Безвозвр. водопотр.	Водоот- ведение
		поверх.	подземн.		
Водохозяйственный участок 06-02-02					
Коммунальное хозяйство	1,487	0,0	1,487	1,137	0,35
Промышленность	0,645	0,0	0,645	0,345	0,30
Итого	2,132	0,0	2,132	1,482	0,65
Водохозяйственный участок 06-02-03					
Коммунальное хозяйство	0,134	0,0	0,134	0,089	0,045
Промышленность	3,201	0,0	3,201	2,571	0,63

Итого	3,335	0,0	3,335	2,660	0,675
Всего по бассейну	5,467	0,0	5,467	4,142	1,325

Канализационные очистные сооружения г. Чу включают механическую очистку. Эффективность очистки – 30%. Общий объем поступающих на КОС стоков – 350 тыс. м³/год (2006г.). Отвод сточных вод осуществляется 14 канализационными насосными станциями, степень износа электронасосного оборудования – 60%. Отвод стока проводится на поля фильтрации. Протяженность канализационных сетей 54,7 км; подключено к канализационной сети 19048 чел. (51,9%), с выгребными – 8288 чел. или (22,1%), с необорудованными туалетами – 9366 чел. или 25,5% населения.

Посёлки Берлик, Луговой, Ойтал, Гранитогорск, Хантау, Актакай в основном пользуются необорудованными туалетами

Водохозяйственный участок 06-02-03

Посёлок Кызымшек (Сузакского района Ю.К.О.) имеет канализационные очистные сооружения мощностью 400 м³/сут. (146 т. м³/год). Износ КОС составляет 45%. Очищенные сточные воды отводятся в пруд накопитель. Протяжённость канализационных сетей составляет 17 км, требуют замены 2 км. Отвод стоков проводится 3-мя канализационными насосными станциями, износ КНС – 45%.

По посёлку Таукент по нашим сведениям положение с водоотведением не лучше чем в посёлке Кызымшек.

Сводный водозабор в бассейне р. Чу на нужды промышленности и коммунального хозяйства характеризуется таблицей 3.5, где приведены данные БВУ по водозабору в бассейне р. Чу за 1990, 1995, 2000 и 2006 гг. В табл. 1.6. по тем же данным приведены заборы воды по источникам водоснабжения и объёмы водоотведения за 1990 и 2006 гг.

Таблица 1.5 - Сводные данные по водозабору в бассейне р. Чу за 1990, 1995, 2000 и 2006 гг. (млн. м³/год)

№№ п/п	Водопотребители	Годы			
		1990	1995	2000	2006
Всего в бассейне					
1.	Коммунальное хозяйство	3,0	≈11,75	2,58	1,62
2.	Промышленность	18,64	22,43	5,81	3,846
Всего		21,64	34,18	8,39	5,467

Таблица 1.6 - Забор воды отраслями экономики по источникам водоснабжения и водоотведения За 1990- 2006 гг. (по данным БВУ и 2 ТП «Водхоз»), млн. м³/год.

№№ п/п	Виды водопотребления	Бассейн р. Чу			
		Всего	в том числе		Водоотведение
			Поверхностные	Подземные	
1	2	3	4	5	6
1990 год					
1.	Коммунальное хозяйство	3,0	-	3,0	-
2.	Промышленность	18,64	-	18,64	4,266
	ИТОГО	21,64	-	21,64	4,266
2006 год					
1.	Коммунальное хозяйство	1,621	-	1,62	0,4
2.	Промышленность	3,846	-	3,846	0,93
	ИТОГО	5,467	-	5,467	1,33

Необходимо отметить, что в бассейне многие поселки возникли при промышленных предприятиях, и их коммунальные потребности обеспечиваются водопроводно-канализационным хозяйством промышленных предприятий, поэтому данные Водоканала и БВУ в целом по коммунальному хозяйству различаю.

Из приведенных данных следует, что ситуация к уровню 2006 года стала более управляемой, наметилась тенденция к уменьшению потерь, хотя они еще очень высоки, улучшилась собираемость платежей, но все же состояние систем водоснабжения и канализации вызывает тревогу.

Особенно тревожное положение сложилось с сетями водоснабжения и канализации, требуются значительные средства на их ремонт и восстановление.

Также необходимы значительные средства на строительство сооружений по очистке и доочистке сточных вод.

В настоящее время местные власти стали обращать внимание на эти вопросы, выделяются средства на ремонт и реконструкцию систем водоснабжения и канализации городов. Можно ожидать, что к 2015 году ситуация кардинально изменится, а к 2020 году системы будут приведены в нормативное состояние.

1.10. Водопотребление

Анализ собранных данных показал, что уровень охвата населения услугами централизованного водоснабжения в среднем по выборке находится в пределах 91,5%, включая население, получающее воду из трубопровода или из уличных водоразборных колонок. Обеспеченность из децентрализованных источников составляет 8,5%. В таблице 1.10 приведен % охвата услугами населения и производство воды на человека в сутки.

Средняя норма водопотребления на одного человека складывается из трех компонентов: жилого сектора, муниципального сектора и промышленного сектора (местная промышленность, снабжающаяся водой из городской сети).

В табл.1.10 водопотребление определено из условия объема реализованной воды по городским поселениям, т.е. здесь учтены все нужды коммунального, муниципального и промышленного секторов, получающих воду из городской системы водоснабжения.

Таблица 1.10 – Охват услугами водоснабжения (%) и производство воды на человека (л/чел.сут).

Наименование населенных пунктов	Охват услугами водоканала, %	Потребители л/чел . сут.	Произвели л/чел. сут
1	2	3	4
г. Чу	100	80,445	104,58
п. Луговой	100	75,577	98,25
п. Гранитогорск	100	37,073	48,19
п. Ойтал	100	107,44	139,67
п. Хантау	100	69,48	88,93
п. Берлик	н.д.	61,50	79,95
п. Акбакай	Подвоз воды - 100%	232,28	255,5

В настоящее время на территории бассейна р. Чу далеко не все предприятия водоснабжения обеспечивают очистку забираемых грунтовых вод перед подачей ее потребителям. Обычно требуемая очистка подземных вод проходит на фильтрационных станциях, на которых технологическая схема представляет собой аэрацию с последующей быстрой фильтрацией.

Стоит заметить также, что в малых населенных пунктах содержать хлораторную и соответствующий высококвалифицированный персонал не представляется возможным ввиду значительных транспортных расходов на транспортировку хлора и высокую опасность при обращении с ним. В таких населенных пунктах вода подается в сеть без какой-либо дезинфекции и очистки, что не позволяет исключить риск возникновения заболеваний, связанных с недостаточным качеством воды.

Как следствие плохого состояния сетей наблюдается факт их вторичного загрязнения, что является дополнительным фактором,

ухудшающим качество подаваемой воды, и оказывающим негативное воздействие на здоровье населения.

Охват приборами учета воды для промышленных предприятий колеблется между 80 и 100%, т.е. практически все предприятия оснащены приборами учета воды. Иначе выглядит ситуация с населением, где недостаточное внимание уделялось наличию водомерного оборудования на вводах в дома и непосредственно в квартирах, за исключением некоторых населенных пунктов.

В сложившейся ситуации, когда в целом по области покрытие водомерным оборудованием населения не превышает 25%, «Водоканалы» не могут вести точный подсчет потребленной воды. В большинстве случаев предприятия водоснабжения и водоотведения рассчитывают объем проданной потребителям воды, исходя из норм водопотребления, которые не всегда отражают действительное положение дел, особенно по отношению к таким объектам, как, например, общежития, где количество заявленного населения не соответствует фактически проживающему. Для подобных объектов, не оснащенных контролирующим оборудованием, оплата ведется по нормам в соответствии с заявленным населением, что, в конечном итоге, приводит к образованию неучтенных расходов, т.е. фактически – к хищениям воды.

Неучтенная вода представляет собой разницу между произведенной и потребленной водой, т.е. является "потерянной" водой. Потери воды достигают значительной величины, что объясняется крайне неудовлетворительным состоянием водопроводных сетей.

1.11. Водоотведение

Централизованный сбор и очистка сточных вод организована в г. Чу, п. Кызымшек и п. Таукент. Все остальные посёлки имеют необорудованные туалеты без выгребов и лишь 13,5% населения пользуется туалетом с выгребом. Сложившаяся ситуация с уровнем услуг в секторе водоотведения

проиллюстрирована в табл. 1.11, где приведен % по охвату населения услугами канализации.

Таблица 1.11 – Охват услугами канализации (%)

Год	В среднем по Казахстану	г. Чу	п. Кызымшек	п. Таукент	п. Луговой	п.Гранитогорск п.Ойтал п. Хантау	п. Акбакай п. Берлик	В среднем по бассейну
2006	64,99	51,9	96,1	20	0	0,0	0,0	22,15

Сбор и транспортировка сточных вод. Высокая степень изношенности трубопроводных сетей и связанное с этим значительное число прорывов и высокий уровень утечек. Предположительно около 30-50% труб нуждается в срочной замене.

Наблюдается факт инфильтрации ливневых/грунтовых вод в систему сбора хозяйственных сточных вод. Это увеличивает объем сточных вод, поступающих на ОСК, приводит к их значительному разбавлению, что в конечном итоге уменьшает концентрацию БПК на входе ОСК и снижает эффективность очистки.

Имеются примеры сброса сточных вод непосредственно в водоприемники либо на поля фильтрации без какой-либо очистки.

Неудовлетворительное техническое состояние канализационных сетей приводит к постепенному просачиванию сточных вод в почву в результате чего происходит загрязнение грунтовых вод и заболачивание территории.

Наблюдается отсутствие четкого механизма контроля и учета объемов, поступивших в систему канализации, и прокаченных сточных вод. Количество аварий в сетях водоотведения аналогично в среднем по Казахстану, приведено в табл. 1.12.

Таблица 1.12 - Засорение сетей канализации (аварий / км/год)

Год	В среднем по Казахстану
1998	0.92
1999	0.94
2000	0.86
2001	0.99
2002	1.13

Проблемы недофинансирования сектора, характерные для всех республик бывшего Советского Союза, и связанное с этим отсутствие достаточного количества средств на капитальный ремонт основных фондов привело к неправильной эксплуатации, физическому износу и выходу из строя сооружений ОСК. Практически все станций очистки сточных вод проектировались и строились как механико-биологические, однако в настоящий момент на многих из них сооружения биологической очистки не функционируют, и такие ОСК, по сути, являются механическими.

На основе анализа собранных данных были выделены следующие наиболее типичные проблемы, связанные с очисткой сточных вод:

- отсутствие очистных сооружений в некоторых населенных пунктах;
- недостаточная неудовлетворительная очистка хозяйственных промышленных сточных вод. Наличие в населенных пунктах только сооружений механической очистки не может обеспечить достаточного уровня эффективности очистки сточных вод;
- высокое энергопотребление при очистке, связанное с применением энергоемкого оборудования;
- отсутствует организованное обращение с иловым осадком (утилизация, размещение илов ОСК).

Энергозатраты на кубометр отведенной воды в среднем по Казахстану приведены в табл. 1.13.

Таблица 1.13- Энергозатраты на кубометр отведенной воды (кВтч/м³)

Год	В среднем по Казахстану
1998	0.435
1999	0.533
2000	0.533
2001	0.542
2002	0.552

Сбор платежей за услуги водоканалов на уровне 90 %.

По предприятиям водоснабжения и канализации наметилась тенденция к сокращению периодов сбора платежей, продолжительность этих периодов приближается к международному уровню, который не превышает 90 дней (3 месяца). Период сбора – это долг (неоплата за представленные услуги водоснабжения и канализации).

Анализ норм водопотребления приведен в табл. 1.14, где приведены данные по 9 населенным пунктам бассейна р. Чу для жилого сектора. Как видим, удельная норма водопотребления на 1 человека колеблется от 28 до 84,14 л/сутки.

Средняя удельная норма для этих городских поселений не превышает 84,14 л/сут., что позволяет сравнивать данную норму с удельным водопотреблением других стран.

Современное состояние водоснабжения населенных пунктов на 2006 г. приведено в табл. 1.1 и 1.2, где специально для анализа состояния водоснабжения, коммунальное водопотребление распределено на сектора (коммунальный и промышленный), из которой видно, что по жилому сектору

удельное, в среднем по 9 посёлкам, водопотребление на 1 жителя составляет 51,28 л/сут.

Таблица 1.14 - Среднее удельное водопотребление на одного человека для бассейна р. Чу (2006г.)

Населенный пункт	Численность населения, чел	Охват населения системой централизованного водоснабжения, %	Водопотребление на 1 жителя, л/чел/сут. Коммун./всего
1	2	3	4
Водохозяйственный район 06-02-02			
г. Чу	32865	100	58,354/80,445
п. Берлик	2900	Н.д.	47,237/75,577
п. Луговой	9755	100	34,264/37,073
п. Ойтал	4233	100	84,140/107,44
п. Гранитогорск	966	100	41,679/69,479
п. Хантау	980	100	27,956/61,5
п. Акбакай	1380	Привоз 100	39,706/232,28
Водохозяйственный район 06-02-03			
п. Кызымшек	3475	100	39,42/906,67
п. Таукент	4702	Н.д.	29,13/786,6

Как было показано выше, часть воды, входящая в удельный расход, подается населению из сети горячего водоснабжения. Предприятия теплоэнергетики, готовящие горячую воду, относятся к промышленности. Поэтому для схем использования воды должны приниматься нормы водопотребления по СНиП РК 4.01-02-2001 п. 2.10, табл. 4 с учетом примечаний 1, 2, 4, тем более, что по каждому городскому поселению нет

конкретных данных по расселению населения по степени благоустройства жилой застройки и нет данных о развитии промышленности, забирающей воду из сети хозяйственно-питьевого водовода.

В 2005 году расход воды на душу населения по городским поселениям региона колебался в широких пределах, от 57 л/сут. до 363 л/сут. Большинство городских населенных пунктов имеют фактические удельные расходы воды на 1 жителя (л/сут.) значительно ниже нормативных значений.

Ниже в табл. 1.15 приводятся фактические удельные расходы воды в целом по бассейну р. Чу и для сравнения фактические удельные водопотребления в разных странах.

Таблица 1.15

NN п.п.	Наименование страны, города	Фактическое удельное водопотребление на 1 жителя, среднесуточное (по жилищному сектору), л/сут.
1	Казахстан. 1 Городские поселения бассейна р. Шу	51,28 л/сут. на 1 жителя холодной воды без учета предприятий, получающих воду из городского водопровода. С их учетом фактическое удельное водопотребление 70,0 л/сут.
2	Российская Федерация	262
3	Великобритания	136
4	Германия	145
5	Голландия	148
6	Дания	190

9	Франция	159
10	Швеция	194
11	Самарканд, Бухара – дома без участков (холодная вода)	70
12	Бывшая Восточная Германия	100
13	Самарканд, Бухара – многоквартирные дома (холодная вода)	112
14	Чешская республика	113
15	Германия	116
16	Нидерланды	130
17	Темиртау – 2000 г. (замеры отдельных участков компании BWS)	132
18	Кокшетау – 2000 г. (данные компании BWS)	132
19	Австрия	135
22	Люксембург	170
23	Греция	200
24	Испания	210
25	Италия	213
26	Караганда (питьевая и горячая вода, данные компании BWS)	от 216 до 230
27	Япония	278
28	Австралия	286
29	Узбекистан – национальная норма	300
30	США	305

Примечание: в странах дальнего зарубежья определены расходы воды с использованием показателей:

- норма в л/сут. на одного жителя на собственные хозяйственные нужды;

- норма в л/сут. на хозяйственные нужды работников, занятых в общественных зданиях (конторы, магазины, муниципальные учреждения и т.д.);
- норма в л/сут. на нужды предприятий местной промышленности

Сравнивая фактическое удельное водопотребление в бассейне р. Чу с удельным водопотреблением в других странах, видим, что они значительно ниже мировых, поскольку в наших городах практически отсутствует благоустройство.

1.12. Перспективы водопотребления

Объем водопотребления на нужды коммунального хозяйства и промышленности на перспективу планируется с учетом ретроспективы, в которой проанализированы данные по водозаборам начиная с 1990 года. Рост населения и объемов промышленного производства позволил спрогнозировать тренды этих отраслей до уровня 2020 г., которые изображены на графике рисунка 1.

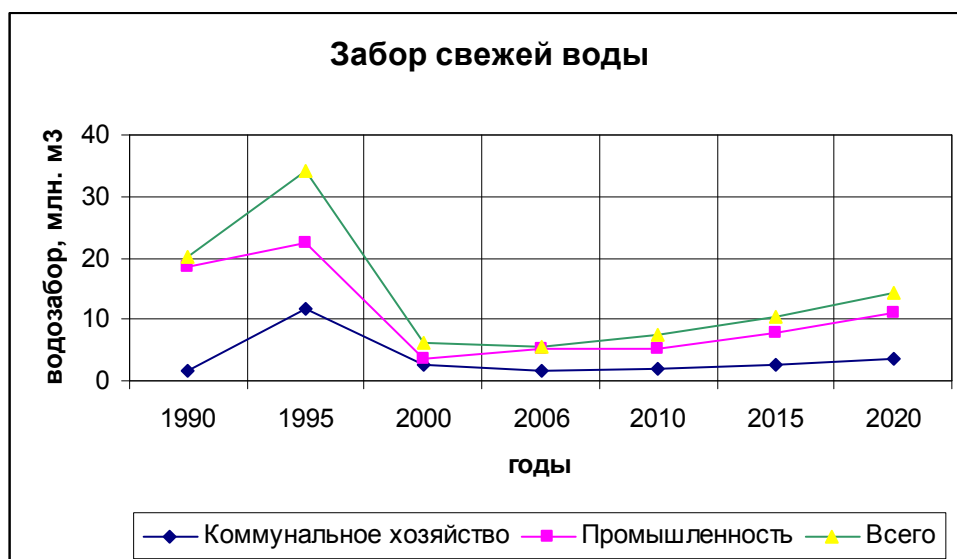


Рис. 1. Динамика изменения водозабора на нужды коммунального хозяйства и промышленности

Из графика (см. рис.1) следует, что забор свежей воды даже на отдаленную перспективу (2020 г.) не превысит забора свежей воды, который

был в 1990 г., т.е. имеющихся мощностей коммунальных и промышленных систем водоснабжения и канализации достаточно.

В табл. 1.16 приведен прогноз динамики изменения численности населения г. Чу и рабочих посёлков бассейна. Данные приняты по работе «Социально-экономические условия и прогноз развития водохозяйственного комплекса».

Таблица 1.16-Динамика изменения численности городского населения, тыс. человек

Годы	Бассейн р. Чу	
	Городское население	% к 1990 г.
2006	61,276	81,8
2010	62,20	86,92
2015	63,31	87,6
2020	64,45	88,05

1.13. Водопотребление коммунального хозяйства

Удельные нормы водопотребления коммунального хозяйства на перспективу по бассейну в разрезе водохозяйственных районов определены, исходя из требований коммунального и промышленного секторов, (см. табл. 1.17) и более подробно в приложении таблиц П-1-1 и П-1-2.

Указанные нормы заложены в расчеты перспективного водопотребления коммунального хозяйства. Забор свежей воды по городам и рабочим поселкам дан с учетом возможных потерь из сетей водоснабжения, величины которых к уровню 2020 года уменьшаются до 10%.

Принятые удельные показатели норм водопотребления на перспективные уровни могут несколько изменяться, это обусловлено степенью благоустройства жилой застройки. Удельные показатели норм учитывают потребление свежей воды на коммунально-бытовые нужды, местную промышленность, строительство и городской транспорт, полив улиц и зеленых насаждений.

Таблица 1.17 Удельные нормы водопотребления

Наименование	Уровни развития (годы)	Средневзвешенная норма водопотребления, л/сут.	Удельные нормы водопотребления, л/сут на 1 жителя	
			Коммунальный сектор	Промышленный сектор
Всего по бассейну р.Чу	2006	174,27	51,28	127,99
	2010	254,85	73,23	181,62
	2015	371,09	100,26	270,83
	2020	549,87	122,91	416,96

Сводные данные по забору свежей воды на нужды коммунального хозяйства приведены в табл. 1.18.

Таблица 1.18 - Сводные данные по забору свежей воды на нужды коммунального хозяйства (тыс. м³/год)

Административные области	Годы	Всего водозабор	В том числе за счет:		Безвозвратное водопотребление	Водоотведение
			Поверхностных	Подземных		
1	2	3	4	5	6	7
Всего по бассейну	2006	1623,0	-	1623,0	1228,0	395,0
	2010	2110,0	-	2110,0	1250,0	860,0
	2015	2720,0	-	2720,0	1370,0	1350,0
	2020	3470,0	-	3470,0	1360,0	2110,0

1.14. Водопотребление промышленными предприятиями.

Анализ ретроспективных данных и размеры роста промышленного производства позволили спрогнозировать тренд роста промышленного водоснабжения в бассейне (см. рисунок 1).

Учитывая отсутствие данных промышленных предприятий по номенклатуре производства, не представляется возможным использовать укрупненные нормы ВОДГЕО для определения объемов водопотребления и сбросов. В этой связи оценка объемов нормативного водопотребления на нужды промышленности выполнена на основании анализа ретроспективы (1990-2006 гг.) и трендов на будущее развитие промышленного производства.

Сводные данные по забору свежей воды на промышленные нужды (включая теплоэнергетику) приведены в табл. 1.19.

Таблица 1.19 - Сводные данные по забору свежей воды на нужды промышленности (тыс. м³/год)

Административные области	Годы	Всего водозабор	В том числе за счет:		Безвозвратное водопотребление	Водоотведение + оборотка
			Поверхностных	Подземных		
1	2	3	4	5	6	7
Всего в бассейне	2006	3826,0	-	3826,0	3826,0	930,0
	2010	5250,0	-	5250,0	5250,0	2680,0
	2015	7760,0	-	7760,0	7760,0	5010,0
	2020	10900,0	-	10900,0	10900,0	7400,0

1.15. Ливневая водоотведения

Так исторически сложилось, что ни в одном из городских поселений бассейна, да и всего Казахстана, не построена ливневая канализация.

Очистка ливневых стоков должна производиться на общегородских канализационных очистных сооружениях, на которые эти стоки будут подаваться зарегулированным расходом в часы минимального притока городских стоков на канализационные очистные сооружения (КОС). Дополнительного расширения КОС для приема ливневых стоков не потребуется. Потребуется строительство ливневой сети, регулирующих емкостей с насосными станциями.

Из регулирующих емкостей стоки целесообразно отводить в общегородские главные коллекторы – в часы минимального притока городских стоков.

Для своевременной очистки улиц от снега и уменьшения объема талых вод необходимо строительство в районах расположения главных коллекторов специальных пунктов для приема снега доставляемого автотранспортом.

Специальными насосными станциями снег будет смешиваться с городскими стоками и отводиться по городской сети на КОС.

Таблица 1.20 - Капитальные вложения в коммунальное хозяйство (млрд. тенге)

Наименование	Всего за период 2005-2020 гг, млрд. тенге	В том числе по периодам		
		2007-2010	2010-2015	2015-2020
Капитальные вложения, всего	0,763	0,234	0,246	0,283
в том числе: восстановление	0,4	0,135	0,13	0,135
реконструкция	0,363	0,099	0,116	0,148
из них:				
- водоснабжение, всего	0,569	0,172	0,189	0,208
в том числе: восстановление	0,3	0,1	0,1	0,1

реконструкция	0,269	0,072	0,089	0,108
- канализация, всего	0,194	0,0062	0,057	0,075
в том числе: восстановление	0,1	0,035	0,03	0,035
реконструкция	0,094	0,027	0,027	0,04

Затраты на реконструкцию в коммунальном хозяйстве и промышленности приняты в размере 100% от соответствующего норматива при новом строительстве. Затраты на восстановление приняты для водоснабжения в размере 70%, для канализации 87% от соответствующего норматива в новом строительстве.

Общий объем капитальных вложений в строительство и реконструкцию объектов коммунального хозяйства и промышленности в целом по бассейну за период развития 2006-2020 гг. намечается в объеме 3,491 млрд. тенге (в ценах 2006 года), в том числе восстановление сетей – 1,75 млрд. тенге, реконструкция – 1,741 млрд. тенге. Ориентировочные капвложения в коммунальное хозяйство приведены в табл. 1.20.

Ориентировочные капитальные вложения на восстановление и развитие систем водоснабжения и канализации в промышленности, не относящихся к городским системам, приведены в табл. 1.21. Общий объем капитальных вложений в строительство и реконструкцию объектов промышленности и строительства оборотных систем в целом по бассейну за период развития 2006-2020 гг. намечается в объеме 2,728 млрд. тенге (в ценах 2006 года), в том числе восстановление сетей – 1,35 млрд. тенге, реконструкция – 1,378 млрд. тенге.

1.16. Ориентировочные капитальные затраты на природоохранные мероприятия

Из общего объема капитальных вложений выделяются затраты на охрану водных, земельных и других ресурсов: в коммунальном хозяйстве и промышленности – это затраты на строительство и реконструкцию внешних сетей канализации со всеми сооружениями.

В табл. 1.21 приведены ориентировочные капитальные вложения на природоохранные мероприятия в коммунальном хозяйстве.

Таблица 1.21

Наименование	Всего за период 2006- 2020гг., млн. тенге.	В том числе по периодам		
		2006-2010	2011-2015	2016-2020
1	2	4	5	6
Капитальные вложения в отрасль , всего	763	234	246	283
Процент от общих капвложений на природоохрану	40	40	40	40
Канализация и очистные сооружения коммунального хозяйства (с реконструкцией)	305,2	93,6	98,4	113,2
в т.ч. восстановление канализ. сетей	160	54	52	54
реконструкция	145,2	39,6	46,4	59,2

По данным Агентства по здравоохранению общее ухудшение состояния здоровья населения в определенной степени связано с употреблением некачественной воды.

Паспорт очистных сооружений и приемников сточных вод (по данным за 2006 год)

В табл. 1.22 приведены капитальные вложения на природоохранные мероприятия в промышленности.

№ № п/ п	Местонахождение (областной центр, город, район)	Наименование предприятия, осуществляющего сброс сточных вод, ведомственная принадлежность	Категория отводимых сточных вод	Наличие очистных сооружений, Виды очистки
1.	Район им. Т. Рыскулова	В/ч № 64207	Хозяйственно- бытовые	Естественная биологическая очистка на полях фильтрации
2.	Район им. Т. Рыскулова	Луговской РМЗ	Хозяйственно- бытовые и производственные	Полная биологическая очистка на станции биоочистки
3.	С. Мерке	В/ч №43063	Хозяйственно- бытовые и производственные	Био, пруд- накопитель, е- стественная биологическая очистка на полях фильтрации.
4.	Меркенский район	ТОО «Батида Холдинг»	Хозяйственно- бытовые и производственные	Мехочистка и естественная биологическая очистка на полях фильтрации
5.	Меркенский район	Санаторий «Мерке»	Хозяйственно- бытовые	Мехочистка и естественная биологическая очистка на полях

				фильтрации
6.	Меркенский район	Меркенский сахарный завод	Хозяйственно-бытовые и производственные	Мехочистка и естественная биологическая очистка на полях фильтрации
7.	Г. Чу	ВОДЧ-12	Хозяйственно-бытовые	Мехочистка и естественная биологическая очистка на полях фильтрации
8.	Чуский район	Рудник «Шатыркуль»	Хозяйственно-бытовые и производственные	Пруд - испаритель
9.	Кордайский район	ОАО «Ырыс»	Хозяйственно-бытовые и производственные	Мехочистка и естественная биологическая очистка на полях фильтрации
10.	Кордайский район	ТОО «Фудмастер – Кордай»	Хозяйственно-бытовые и производственные	Естественная биологическая очистка на полях фильтрации
11.	Кордайский район	Гвардейская РЭЧ	Хозяйственно-бытовые	Мехочистка и естественная биологическая очистка на полях фильтрации
12.	Мойынкумский район	ОАО «Акбакайский ГОК»	Хозяйственно-бытовые и производственные	Пруд-накопитель, пруды-испарители, естественная биологическая очистка на

				полях фильтрации.
13 .	Мойынкумский район	ТОО «Кулан ТБ»	Хозяйственно-бытовые и произ.	Пруды - испарители

Выводы по первой главе

ГЛАВА 2. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ И РАСЧЕТА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ОТДЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ И СООРУЖЕНИЙ ВОДООТВЕДЕНИЯ

2.1. Оценка качества сбрасываемой сточной воды в водоемы

При расположении промышленного предприятия в черте города или вблизи от него загрязненные производственные сточные воды могут сбрасываться в городскую водоотводящую сеть. Для предотвращения нарушения технологического процесса биологической очистки хозяйственно-бытовых сточных вод сбрасываемые воды должны удовлетворять определенным требованиям. Основные из них сводятся к следующему:

производственные сточные воды не должны быть агрессивными по отношению к материалам водоотводящих сетей и сооружений, не должны содержать примеси такой крупности и такого удельного веса, которые могли бы засорять водоотводящую сеть города; в производственных сточных водах не должно быть горючих примесей - бензина, нефтепродуктов, эфиров, а также растворенных газообразных веществ, которые могли бы образовывать взрывоопасные смеси. При биологической очистке городских стоков концентрация нефтепродуктов не должна превышать допустимого предела для процесса биохимической очистки;

температура смеси хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод не должна превышать 40 °С;

сбрасываемые в городскую водоотводящую сеть сточные воды не должны содержать бактерий попадающих с продуктами выработки вакцин и

сывороток;

средние значения pH не должны превышать значений 6,5—7;

производственные сточные воды, не отвечающие предъявляемым требованиям, подвергаются предварительной очистке на соответствующих локальных установках. Кроме того, предусматривается устройство гидравлических затворов в местах выпуска в городскую водоотводящую сеть.

Общие требования к производственным сточным водам, поступающим в городскую водоотводящую сеть, представлены в табл. 2.1.

Таблица 2.1 - Общие требования к производственным сточным водам, поступающим в городскую водоотводящую сеть

Показатель состава и свойств сточных вод	Единица измерения	Предельно допустимая концентрация (ПДК)
Взвешенные вещества		500
Зольность взвешенных веществ	мг/л	30
БПК _{полн}	%	500
ХПК	мг/л	800
pH	мг/л	6,5-8,5
Температура	°C	40

Особое внимание уделяется производственным сточным водам, имеющим радиоактивные элементы. В водоотводящую сеть города не разрешается сброс таких стоков. Не разрешен также сброс биологически «жестких» поверхностно-активных веществ и СПАВ.

2.2 Условия сброса сточных вод в водоем

Многообразие количества и качества сточных вод, как производственных, так и хозяйственно-бытовых, определяет выбор системы водоотведения и схемы водоотводящих сетей и, соответственно, методы очистки. Санитарная характеристика водоема составляется на основании

санитарно-топографического обследования. При этом учитываются также санитарные условия водообеспечения населенных мест. На основании таких обследований составлены показатели качества воды источников водопользования. Они разделяются на три класса (табл. 2.1).

Разделение водных источников по классам показывает большой их разброс по качеству и количеству воды. Показатели качества воды изменяются в зависимости от гидрогеологических условий объекта, его географического положения, а также от наличия промышленных предприятий (они могут сбрасывать сточные воды в водоем). По своему назначению водные источники делятся на рыбохозяйственные, хозяйственно-бытовые и культурно-бытовые.

Рыбохозяйственные объекты, в свою очередь, подразделяются на две категории. К первой относят объекты, используемые для сохранения и воспроизводства ценных пород рыб, обладающих высокой чувствительностью к кислороду. Ко второй — все водные объекты, используемые для других рыбохозяйственных целей.

При выпуске очищенных сточных вод в водоем необходимо учитывать категорию водного объекта и ПДК вредных загрязнений. Условия спуска сточных вод в водоемы регламентированы «Правилами охраны поверхностных вод от загрязнений сточными водами». Этими правилами установлены нормативы качества воды для водоёмов хозяйственно-питьевого и культурно - оздоровительного водопользования; для водоёмов, используемых в рыбохозяйственных целях.

Приведенные в правилах нормативы качества воды в водоемах относятся к створам, расположенным на проточных участках на 1 км выше ближайшего пункта водопользования, на непроточных участках и водохранилищах - к створам в 1 км в обе стороны от пункта водопользования.

Уточнение категории водоемов или их участков производится органами санитарно-эпидемиологической службы и рыбохозяйственных

организаций. Общие требования к составу и свойствам воды в водоемах и водотоках соответствующих категорий после выпуска в них сточных вод, подвергшихся необходимой очистке, приведены в табл. 2.1.

Требования к выпуску сточных вод в море соответствуют нормативам приема очищенных сточных вод во внутренние водотоки и водоемы. Однако, имеются и некоторые особенности. Согласно «Правилам санитарной охраны прибрежных вод морей», при разработке соответствующих проектов учитываются границы района морского водопользования по береговой линии. В сторону моря она принимается не менее 2 км от береговой линии, далее на 10 км в обе стороны от границ района водопользования по берегу и в сторону моря. предусматривается первый пояс санитарной охраны. В границах района водопользования сброс очищенных промышленных и бытовых сточных вод, включая судовые, запрещается.

Спуск сточных вод, содержащих радиоактивные вещества, в хозяйственно-бытовую систему водоотведения регламентируется «Санитарными правилами работы с радиоактивными веществами и источниками ионизирующих излучений».

Радиоизотопы являются биологически активными в микроколичествах. Они способны избирательно накапливаться на различных субстратах животного и растительного происхождения. Поэтому, запрещается спуск сточных вод, содержащих радиоактивные элементы в водоемы, предназначенные для разведения рыбы и водоплавающей птицы. Спуск сточных вод в непроточные водоемы, моря или водохранилища в последнее время стал чаще встречаться в санитарной практике. Этот вопрос недостаточно изучен в отношении разбавления и самоочищения. При спуске сточных вод в непроточные водоемы из-за ограниченности их объема нельзя рассчитывать только на разбавление, не выяснив степень стабильности веществ в сточных водах. Для возможности выпуска сточных вод в такие 'водоемы необходимо научное обоснование условий спуска сточных вод.

Условия спуска сточных вод в водоемы, изложенные в «Правилах»,

распространяются на все объекты водоотведения независимо от их ведомственной принадлежности, при обязательном согласовании с органами государственного санитарного надзора и рыбоохраны.

где B — содержание взвешенных веществ в воде водоема до спуска сточных вод, $г/м^3$; p — допустимое по санитарным правилам увеличение содержания взвешенных веществ в водоеме после спуска сточных вод (в зависимости от вида водопользования), $г/м^3$; Q, c — расходы соответственно речных и сточных вод, $м^3/сут$. Необходимую степень очистки по взвешенным веществам, Θ , в %, определяют по формуле $\Theta = 100 (C - t)/C$, (814) где C — количество взвешенных веществ в сточной воде до очистки, $г/м^3$.

Во избежание отложения взвешенных веществ в водоеме их гидравлическая крупность не должна превышать $0,4$ мм/с при выпуске в реку и $0,2$ мм/с — в водохранилище. Если в сточной воде концентрация взвешенных веществ не удовлетворяет этому требованию, то перед сбросом в водоем ее необходимо отстаивать для осаждения взвешенных частиц указанной гидравлической крупности.

При сбросе стоков, содержащих токсичные вещества, необходимо произвести оценку качества сбрасываемой воды по предельно допустимой концентрации по формуле

При наличии в воде веществ, потребляющих большое количество растворенного в воде водоема кислорода, возможность их сброса устанавливается специальным расчетом — по потреблению растворенного кислорода.

Определение необходимой степени очистки по БПК При расчете учитывается снижение БПК воды за счет разбавления и биохимических процессов самоочищения сточных вод от органических веществ в летний период.

Определение необходимой степени очистки по растворенному кислороду в воде водоемы. Допустимую максимальную величину БПК пускаемых в водоем сточных вод определяют по требованиям санитарных

правил.

При этом минимальное содержание растворенного кислорода должно быть 4 или 6 мг/л после спуска сточных вод (в зависимости от вида водопользования). Расчеты производятся для величины БПК. Кислородный режим в водоемах определяют для летнего и зимнего периода. В качестве расчетного принимается наиболее неблагоприятный. Окисление органических веществ в водоеме происходит за счет растворенного кислорода и аэрации. Кроме того, в нем участвует кислород фотосинтеза. Наименьшее содержание кислорода в воде после спуска сточных вод будет наблюдаться в критической точке (рис 2. 1).

Существует ряд способов определения допустимой нагрузки сточных вод на водоем по содержанию кислорода. Наиболее простой основан на учете поглощения сточными водами только того растворенного кислорода, который подходит с речной водой к месту спуска сточных вод. При этом считают, что если концентрация в речной воде растворенного кислорода не станет ниже 4 мг/л в течение двух суток, то это снижение не произойдет и в дальнейшем. Это условие выражено уравнением:

Определение необходимой степени очистки по температуре воды водоема. Расчет производится в соответствии с санитарными требованиями 9 ограничивающими повышение летней температуры воды за счет поступающих в водоем сточных вод по уравнению $T = T_{оси} + \Delta T_{он} + \Delta T_{п}$, (812) где T - температура сточных вод, при которой соблюдается санитарное требование относительно температуры воды в пункте водопользования; $T_{оси}$ - максимальная температура воды водоема до выпуска сточных вод в летнее время; $\Delta T_{п}$ - допустимое повышение (не более чем на 3 °С) температуры воды водоема.

Определение необходимой степени разбавления по запаху, окраске и привкусу. В тех случаях, когда имеются анализы сточных вод с указанием степени разбавления, при которой окраска и запах сточных вод исчезают, достаточно сравнение величины разбавления, которое возможно у расчетного

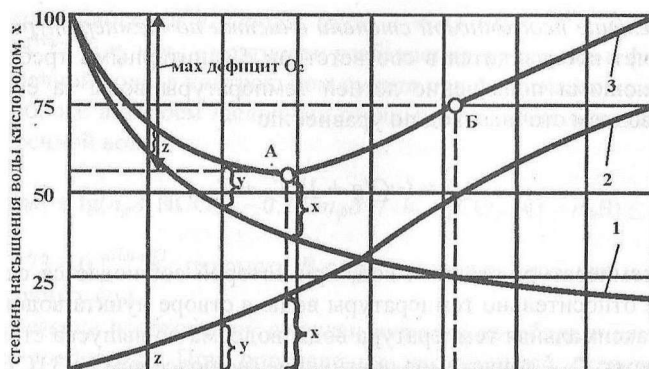
створа. Это необходимо для того, чтобы решить вопрос о необходимости очистки сточных вод в отношении запаха и окраски перед их спуском в водоем.

Определение необходимой степени очистки по изменению активной реакции воды. При решении вопроса о спуске кислых или щелочных сточных вод необходимо учитывать нейтрализующую способность водоема.

2.3 Мониторинг состояния водных объектов

Основными задачами системы мониторинга являются: информационное обеспечение, создание системы наблюдения за гидрогеологическими гидрохимическими характеристиками воды, а также контроль за хозяйственным основанием зон санитарной охраны на всей площади водосбора, прогноз качества воды и моделирование процессов самоочищения водоёмов и технологии очистки природных и сточных вод. На рис 2.1 представлена схема мониторинга по площади водосбора г. Чу. К охраняемым водным ресурсам г. Москвы относят источники на территориях Московской, Тверской и Смоленской областей. Поступление в водные объекты сточных вод, очищенных только механическим способом, ухудшает способность водоемов к самоочищению. Города Можайск, Звенигород, Дедовск, Уваровка, Кубинка, ряд воинских частей оказывают существенное влияние на речные экосистемы при сбросе даже полностью биологически очищенных сточных вод. В такой ситуации необходимо осуществлять регулирование процессов самоочищения поверхностных водоемов.

На рис. 2.1 показаны пункты экомониторинга УП «Водоканал» при существующих в настоящее время очистных сооружениях сточной воды (КОС ПОС).



долговечности водоотводящих сетей» (Чу, 1995 г.), Технические условия «Эксплуатация водоотводящих систем» (Чу, 1993 г.).

Современные крупные города представляют собой сложнейшие социально-экономические и эколого-технические системы, подверженные различным катаклизмам и рискам, способным нарушить их нормальное функционирование [27-34].

Восстановление водоотводящих систем в требуемом объеме представляет собой очень сложную задачу, для решения которой необходимо не только привлечение немалых финансовых средств, но и новые технические инновационные подходы.

Следует отметить, что в смежных отраслях, таких как водоснабжение, тепло-газоснабжение, гидромелиоративные системы, исследования по оценке надежности проводились в большом объеме. Из них следует отметить труды Абрамова Н. Н. [35] для систем водоснабжения, Волкова Д. П. [36], выполненных применительно к строительным машинам и оборудованию для инженерных систем, Журбы М. Г. [12] для систем распределения и подачи воды.

В последние годы вопросам надежности водоотводящих систем стали уделять пристальное внимание. Среди специалистов и ученых можно особо отметить результативные труды таких известных ученых как академик РАН Яковлев С. В., а также Калицун В. И., Ласков Ю. М., Примин О. Г. и другие [37].

Вопросами надежности инженерных систем в сейсмоопасных регионах занимались в Средней Азии Оразымбетов Н. О. [39], Крыженков В. А. [24], Расказовский В. Т., Рашидов К. С., Эшметов Л. Х. Впервые оценку надежности сетей водоотведения в сейсмоопасных районах осуществили Карелин Я. А. и Султанов М. М. [40].

В Казахстане до последнего времени этому важному вопросу не уделялось должного внимания.

В некоторых вышеперечисленных научных работах [15,20,21,23,27,37] каждый автор в отдельности решал локальные задачи по восстановлению канализационных сетей, эксплуатации магистральных канализационных коллекторов. Рассматривали гидравлические модели сетей водоотведения, восстановления и приоритетных участков систем водоотведения и водоснабжения, эксплуатационную надежность канализационных насосных станций. Занимались моделированием систем водоотведения больших городов. В вопросах повышения бесперебойной работы различных узлов, в решении актуальных вопросов очистки стоков, эксплуатации очистных сооружений, создании новых инновационных технологий очистки сточных вод особое место занимают труды академика РАН Яковлева С.В. [26].

Установлено, что особое место при решении рассматриваемой проблемы занимают вопросы оценки и обеспечения надежности линейных частей, наиболее дорогостоящих и слабых в системе водоотведения. Классическим инструментом для решения практических повседневных задач по оценке и обеспечению надежности водоотводящих сетей является современная теория и практика надежности инженерных линейных систем массового обслуживания [42-46].

Как видно из обзора, проблеме надежности водоотводящих систем в Казахстане уделяется непростительно малое внимание.

В последние годы проблеме надежности водоотводящих систем посвящен ряд работ отечественных и зарубежных авторов [25,18,37,47,48,50, 51,52,53]. Установлено, что качественно «надежность» - это свойства

отдельного объекта или некоторой системы выполнять заданные функции, сохраняя во времени значения установленных эксплуатационных показателей в оптимальных регламентируемых пределах, соответствующих заданным технологическим условиям их использования, технического обслуживания, ремонта, хранения и транспортирования [54].

Количественно «надежность» любого объекта или системы оценивается с помощью показателей, которые выбираются с учетом особенностей объекта, режимов и условий его эксплуатации и последствий отказов [54-58].

Применительно к водоотводящей системе надежность - есть способность водоотводящей системы бесперебойно отводить стоки от обслуживаемых объектов в расчетных количествах в соответствии с действующими санитарно- гигиеническими требованиями и нормативно- правовыми актами по охране окружающей среды. То есть, такое ее состояние, когда она функционирует безотказно [37,58,59].

Основной особенностью работы систем водоотведения является необходимость бесперебойного отвода всей сточной воды при значительных произвольных колебаниях расходов во времени.

Надо отметить, что основным элементом при конструировании водоотводящей сети является её линейная часть - трубопроводы, так как около 90% отказов приходится на нее. Поэтому материал трубопровода играет решающую роль при выборе того или иного варианта строительства водоотводящей системы. При этом следует руководствоваться тем, что основными физико-механическими характеристиками (показателями их надежности) являются:

1. Плотность, кг/м
2. Предел прочности на растяжение, сжатие, изгиб, МПа.
3. Температура С: хрупкости, текучести, плавления, разложения.
4. Коэффициент линейного расширения, $K^{-1} \cdot 10^{-4}$.
5. Модуль упругости: начальный, при изгибе, МПа.

6. Предел текучести при: растяжении, сжатии, МПа.
7. Относительное удлинение при разрыве, %.

В сейсмичных районах Южного Казахстана необходимо учитывать прочностные и деформационные характеристики труб, высокую химическую стойкость, устойчивость к электрохимическим реакциям, коррозии. Они должны обладать большой упругостью, гладкостью внутренней поверхности, большим сроком службы. Немаловажную роль играет вес 1 погонного метра трубы, длина (чем длиннее труба, тем меньше стыков), вид стыковых соединений, их плотность.

Основным контролируемым показателем качества труб является внешняя нагрузка, которую должны выдерживать трубы без разрушения.

Причины аварий на трубопроводах известны. Они возникают из-за неправильного выбора материала труб для конкретных условий строительства и эксплуатации, класса их прочности согласно фактическим внешним и внутренним нагрузкам, воздействующим на трубопровод, а также из-за несоблюдения технологии производства работ по укладке и монтажу трубопроводов, отсутствия необходимых мер по их защите от агрессивного воздействия внешней и внутренней среды, неправильного выбора типа трубопроводной арматуры и ряда других факторов. Здесь сказывается также и недостаточное финансирование работ по реконструкции действующих коммунальных сетей [15].

2.4 Анализ эксплуатационных данных об отказах водоотводящих систем

Для установления вида закона распределения количества отказов на I км/год были использованы фактические данные об отказах на водоотводящих сетях городов Тараза, Шымкента (таблицы 1,3,4) а также данные Султанова М.М. по Душанбе и Ташкенту, которые приведены в таблицах 5,6 [40].

Как видно из этих данных, объем отказов с разрушениями составляет 2-5 % от всего объема. Выяснилось, что из-за малой вероятности (собственно

малой выборки) нельзя установить принадлежность их к какому-либо ранее известному закону распределения случайных величин. Эти отказы (С разрушениями самих сооружений водоотводящих систем) хотя и случаются редко, но могут привести к весьма тяжелым нарушениям нормального функционирования сети, вплоть до полного временного прекращения отвода стоков. Этим обусловлена необходимость учета отказов.

Таблица 2.2 - Нарботка на отказ водоотводящей сети

Год	Месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	38	35	50	49	56	60	59	62	70	78	79	81
2	43	45	48	43	61	57	69	79	80	89	75	93
3	41	42	60	65	59	59	61	78	71	88	83	96
4	50	47	66	63	57	61	60	78	69	84	86	103
n_i	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
$T_{oi}=X_i$	43	42	56	55	58	59	62	74	73	84	81	93
S^i	5	5	9	10	2	1	4	8	5	5	5	9

Статистические данные повреждений водоотводящих сетей из керамических труб в результате Жамбылского землетрясения 10 мая 1971 года силой 7-8 баллов показывают, что были отмечены 47 повреждений стыков керамических труб в местах стыков и трубопроводов с колодцами. Стыки в основном заделывались асбестом и песчано-цементными растворами [15,60].

Переломы были следующих видов:

1. В местах соединения трубопровода с колодцем (26 отказов).
2. В местах соединения самих трубопроводов (21 отказ).

Первый вид можно объяснить за счет неравномерности перемещения в грунте массивного тела колодца относительно трубопровода в момент действия вертикальных сейсмических сил. Причем из 26 отказов около 60%

(16 отказов) приходилось на поворотные колодцы, т.е. значительное влияние на формирование отказов при землетрясениях оказывают горизонтальные составляющие сейсмичных сил. При этом виде отказа колодцев и трубопроводов трубу необходимо рассматривать как два совершенно самостоятельных элемента водоотводящей сети, имеющих жесткое соединение друг с другом.

Второй вид отказов показал, что определяющим фактором его образования была некачественная заделка стыков, а также неудовлетворительная подготовка основания под трубопроводы (грунтовые условия). Установлено, что наименьшее значение имеют незначительные, неощутимые, менее 2 баллов землетрясения, оказывающие существенное воздействие на усталостные явления в материале, приводящие также к преждевременному разрушению трубопроводов и сооружений на водоотводящих сетях. В таблице 2.3- приведены данные по материалам труб и их протяженности.

Таблица 2.3 - Протяженность водоотводящих сетей в зависимости от материала труб

Материал труб	Города									
	Ташкент		Чу		Душанбе		Тараз		Всего	
	Км	%	Км	%	Км	%	Км	%	Км	%
Керамика	709	63,2	133,65	44,3	63,7	14,8	93,3	35,8	100,05	47,2
Асбестоцем	79,	7,0	80,1	26,6	265,2	61,0	27,5	10,6	451,85	21,3
Чугун	83,	7,4	38,5	12,8	27,6	6,3	72,1	27,7	221,3	10,4
Железобе	250	22,4	49,7	16,3	77,6	17,6	67,9	25,9	445,5	21,1
Сумма	112	100	301,95	100	434,1	100	260,8	100	2118,7	100

Таблица 2.3 - Количество отказов за 6 лет наблюдений водоотводящих сетей г.Чу

Месячное количество отказов водоотводящей сети г.Шымкента =15(H500 мм												
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	всего
98	97	102	114	108	93	76	84	93	107	71	97	1140
89	96	96	112	86	103	112	80	91	103	82	80	1127
93	101	~кн	99	101	98	102	85	94	100	91	67	1119
103	91	91	89	78	83	88	91	87	97	100	79	1086
102	97	97	101	98	79	73	73	86	101	89	100	1102
100	88	88	103	86	72	71	69	81	83	86	99	1040
585	570	570	606	563	543	539	484	523	577	555	496	6614

Таблица 2.4 - Количество отказов за 6 лет наблюдений на водоотводящих сетях г. Тараза

Месячное количество отказов водоотводящей сети г.Тараза =150^500 мм												
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	всего
77	79	86	69	66	51	58	46	71	73	69	76	821
82	85	73	71	60	61	53	58	66	62	73	80	824
62	78	70	63	68	60	59	60	69	70	83	79	821
71	76	81	67	53	50	77	71	76	81	84	89	876
92	74	66	79	69	71	43	59	73	73	87	78	864
86	89	77	77	49	47	43	72	63	79	81	76	839
470	481	453	426	365	340	333	366	418	438	477	478	5045

В зоне 6-7 баллов аварийность труб резко падает и составляет для труб диаметром 150 - 0,581 ав/км. Это доказывает, что основным фактором, влияющим на перелом труб, явилось мощное срезающее усилие, вызванное вертикальными сейсмическими нагрузками.

В таблицах 8-10 приведена систематизация повреждений и разрушений водоотводящих сетей.

Анализ показал, что:

1. Водоотводящие сети повреждаются и разрушаются, в основном, в местах резких поворотов трассы, при жестком присоединении их к колодцам и камерам.

2. Значительным повреждениям подвержены раструбные трубопроводы с жесткими стыковыми соединениями. Сети с гибкими стыковыми соединениями оказались более стойкими.

Значительное влияние на сейсмостойкость трубопроводов оказывают грунтовые условия и качество производства работ.

В феврале 1984 г. в г. Папе (Наманганская обл., Узбекистан) [62] произошло землетрясение: толчку силой в 8 баллов 18 февраля предшествовали несколько слабых. До 14 марта сейсмическими станциями было зарегистрировано около 400 землетрясения различной интенсивности.

Таблица 2.5 - Систематизация аварий на водоотводящих сетях города по характерным видам повреждений и разрушений

Характерные виды повреждений и разрушений трубопроводов	Аварии на водоотводящих сетях	
	Количество место повреждений	В % к общему количеству
	3	8,8
Резкий поворот трассы Соединения и пересечения трубопроводов с подземными резервуарами		
Разрушения стыковой заделки внутри колодцев, камер Неуплотненные туннельные переходы	7	20,6
Пересечение и сближение с другими подземными коммуникациями	10	29,5
Прокладка трубопроводов в насыпных	8	23,5
Нарушение требований СНиП и технологии строительства	6	17,6
Итого	34	100

В соответствии с рисунком 2.1 менее сейсмостойкими являются железобетонные, керамические и асбоцементные трубопроводы из-за наличия неравноправных стыковых соединений и вследствие хрупкости (или малой трещиностойкости) материала. Кроме того, известно, что сети из керамических, асбоцементных, железобетонных и чугунных труб весьма чувствительны к неравномерным осадкам. Малая плотность основания и вертикальные сейсмические воздействия приводят к значительным осадкам грунтового основания, что обуславливает повышенную аварийность трубопроводов. Следовательно, в подобных случаях соединения и т.п. сооружаются из труб малого диаметра (т.е. трубы малого диаметра имеют

большую протяженность) [63]. Во-вторых, степень заземления в грунте трубопроводов малого диаметра гораздо более высокая из-за меньшей глубины заложения, чем трубопроводов диаметром более 300 мм.

С увеличением интенсивности землетрясения количество аварий трубопроводов увеличивается, что соответствует рисунку 2.1.

Из вышеизложенного видно, что причинами возникновения нарушений нормальной работы сети 2-го типа являются следующие:

1. Недостаточность исходных данных (геологических, гидрогеологических, климатических, сейсмических и др.).
2. Применение дефектных или нестандартных материалов.
3. Дефекты строительства.
4. Ошибки проектирования (некомпетентность проектировщиков, случайные ошибки и др.).
5. Разрушения при строительстве других сооружений под водоотводящей сетью или вблизи нее.
6. Старение трубопроводов или элементов сооружений.
7. Несоблюдение правил строительства водоотводящей сети в районах с повышенной сейсмичностью.
8. Пренебрежение фактором инженерной психологии при строительстве (проектирование, конструирование) и эксплуатации сети.
9. Тип нарушений, связанных с проблемой охраны окружающей среды, можно разделить на:
 - а) аварии, приводящие к загрязнению грунтовых вод;
 - б) нарушения, связанные с загрязнением поверхностных водоемов и жилых (промышленных) районов;
 - в) нарушения, приводящие к изменению экологического равновесия природы данной местности.

2.5 Оценка эксплуатационной надежности водоотводящих систем

Среди затрат на содержание и ремонт канализационных и водосточных сетей до 35 % средств расходуется на сезонную профилактическую и аварийную прочистку трубопроводов, колодцев и отстойников от загрязнений. Основным технологическим способом профилактической прочистки труб является гидродинамическая мойка высоконапорными водяными струями, которые смывают загрязнения со стенок труб и транспортируют их до ближайшего колодца или очистных сооружений. Из колодцев и отстойников загрязнения отсасываются с помощью вакуумного насоса. Аварийная прочистка труб сводится к ликвидации местных засоров, которая в большинстве случаев устраняется гидродинамическим воздействием водяных струй [64].

Надежность управления эксплуатацией водоотводящих сетей во многом зависит от количественной ее оценки. Как известно, она производится с помощью комплексного показателя - коэффициента готовности K_r , который рекомендован для всех восстанавливаемых (ремонтируемых) объектов в следующем виде:

$$K_r = \frac{T_o}{T_o + T_B} = \frac{\mu}{\mu + \lambda}, \quad (1)$$

где T_o - средняя наработка на отказ, ч (лет);

T_B - среднее время восстановления, ч (лет);

μ – интенсивность восстановления объекта, 1/ч (1/год),

$\mu = 1/T_B$;

λ - интенсивность отказов, 1/ч (1/год), $\lambda = 1/T_o$.

В некоторых случаях иногда вместо A используют аналогичный ему параметр потока отказов c_o .

В действующих СанПиН «Канализация» показатель K_r прямо не регламентирован.

Величины нормативных коэффициентов готовности $K_{r(I)}$, $K_{r(II)}$, $K_{r(III)}$ можно отнести и к системам водоотведения. Это исходит из того,

что водоснабжение и водоотведение между собой жестко связаны. Отказ одной из них ведет к зависимому отказу и другой. В частности, при отказе водопровода прекращает работу и система водоотведения, даже если она исправна, а при отказе водоотведения прекращается подача воды (отказ водопровода). Фактически следует вести речь о комплексе - «водоснабжение водоотведение». Следовательно, если на каком-то объекте предусмотрена система водоснабжения I категории, то и система водоотведения должна соответствовать I категории. Аналогия можно продолжить и для систем II и III категорий. Тогда величины $K_{r(I)}$, $K_{r(II)}$, $K_{r(III)}$ можно считать нормативами надежности и основных структурных элементов систем водоотведения соответствующей категории: водоотводящих сетей, насосных станций и очистных сооружений [41].

Расчет фактических величин параметров надежности действующих или проектируемых объектов систем водоотведения можно выполнить в следующей последовательности:

- поверочный гидравлический и технологический расчеты объекта с целью проверки соответствия действующей нормативно-технической документации и выявления ошибок проектирования [65];
- составление структурно-логической схемы объекта (при необходимости), выбор из справочной литературы величин λ и μ , либо T_0 и T_B для элементов схемы;
- составление формул и вычисление параметров надежности объекта: коэффициента готовности и наработки на отказ (либо среднего времени восстановления);
- сравнение вычисленных параметров надежности с нормативными значениями, разработка и реализация мер по повышению надежности при превышении нормативных значений параметров надежности над вычисленными;
- повторный расчет фактических параметров надежности и сравнение

их с нормативными значениями; если фактические параметры не меньше нормативных, то расчет закончен.

При проектировании систем водоснабжения и водоотведения следует учитывать, что технические системы, состоящие из последовательно соединенных единичных объектов, не могут считаться достаточно надежными. Отсутствие структурного резерва объекта может привести к тому, что любое случайное его повреждение вызовет отказ всей системы «водоснабжение - водоотведение».

Наличие нормативов надежности позволяет более обоснованно подходить к выбору расчетных показателей при проектировании сооружений канализации. Наиболее рациональным представляется построение гистограмм интегрального распределения по каждому показателю качества воды, влияющему на выбор состава очистных сооружений и технологии очистки воды. Далее, относительную накопленную частоту следует принять равной величине коэффициента готовности данной категории системы «водоснабжение - водоотведение» и соответствующую ей величину показателя качества воды за расчетное значение. Поскольку величины коэффициентов готовности близки к единице, расчетные показатели качества воды будут близки к максимальным значениям за период наблюдений.

Руководствуясь указаниями п. 4.4 СНиП 2.04.02-84, трубопроводы систем водоснабжения и водоотведения, в том числе и линий сетей, могут быть также разбиты на категории в зависимости от количества обслуживаемых жителей.

Коэффициенты готовности трубопроводов должны соответствовать $K_{r(I)}$, $K_{r(II)}$, $K_{r(III)}$. Это позволяет определить необходимый объем резервирования. Последнее может достигаться прокладкой трубопроводов в несколько линий; сети, в том числе и канализационные, могут устраиваться кольцевыми. Кольцевание сетей само по себе позволяет достичь высокой ее надежности, поскольку для подачи (отвода) воды любому потребителю существует не менее двух путей.

Рациональность принятой конфигурации сети и распределения в ней потоков воды следует проверить с помощью показателя качества функционирования сети. Для этого необходимо вычислить по уравнениям Колмогорова вероятности отказа участков P_i , одного P_1 двух - P_2 , трех - P_3 .

В работе [66] показано, что в период эксплуатации канализационный тоннель подвергается воздействию окружающей среды с двух сторон: с внешней, обращенной в сторону грунта, и внутренней, обращенной в сторону эксплуатируемой части тоннеля. С внешней стороны на обделку тоннеля оказывают влияние: горное давление; гидростатическое давление от грунтовых вод; агрессивная окружающая среда - подземные воды, химические и биологические воздействия, электрокоррозия; различного вида нагрузки, вызванные движением транспорта, строительными работами, сейсмическими явлениями.

Основным условием, необходимым для выполнения ремонта и реконструкции существующих тоннелей, является осушение, т.е. перевод из I категории обеспеченности водоотведения в III категорию. Это позволяет провести полноценный ремонт тоннеля, обеспечивающий его длительную эксплуатацию, за счет закольцовки тоннелей, устройства дублеров, тоннельных переходов, щитовых затворов.

В работе [15] указывается, что обследования, проведенные в нескольких городах, показали:

- 1 Расход сточных вод более или менее равномерен зимой и летом: большие пиковые расходы объясняются, главным образом, неорганизованными спусками дождевых (талых) и грунтовых вод со дворов и др. территорий;

- 2 Закупоривание коллекторов вызывается проникновением в трубопроводы корней растений через стыковые соединения труб, отложениями песка, проникающего в коллектор через трещины, и другими причинами. Засорение коллекторов часто возникает от спуска сточных вод

со строительных площадок или от предприятий общественного питания;

3 Битумные стыки коллекторов менее проницаемы для корней, чем цементные или стыки на известковом растворе. Можно надеяться, что стыки на пластиках будут также малопроницаемы;

4 Уменьшение расстояния между смотровыми колодцами мало облегчает прочистку трубопроводов;

5 Установить зависимость частоты засорений от диаметра коллектора не удалось, трубы диаметром более 900 мм засоряются редко.

Около 40% засоров сети происходит от низкой культуры ее эксплуатации в жилых домах, общественных зданиях, на промпредприятиях.

Вышеизложенный анализ показывает, что причиной нарушений нормальной работы 1 типа является следующее:

- 1 Нарушение правил эксплуатации (сброс в сеть стоков с недопустимыми загрязнениями, попадание в сеть случайных предметов и др.);
- 2 Несовершенство норм проектирования (минимальных диаметров труб и уклонов, нормативных наполнений);
- 3 II тип нарушений - связан с разрушением самих сооружений (трубопроводов, дюкеров, колодцев) в обычных условиях и при землетрясениях.
- 4 Просчеты при изыскании, проектировании (неправильная оценка грунтов оснований, неправильный статический расчет нагрузок на трубопровод и т.д.) иногда служат серьезной причиной аварий водоотводящих сетей.

Неисправности водоводов, водопроводной сети и их оборудования, тепловых сетей и прочих подземных коммуникаций также могут быть причиной аварий водоотводящих сетей [64]. Случаются аварии сети и коллекторов вследствие коррозии и старения трубопроводов.

При авариях на сети возникает необходимость ее отключения и опорожнения, которое приводит к сбросу сточных вод в водоемы, что

недопустимо. Отключение любого участка водоотводящей сети допустимо при устройстве дублирующих линий. Добиться резервирования сети в крупных городах, таком, например, как Алматы, практически невозможно (вследствие ее большой протяженности).

В настоящее время резервирование сети достигается за счет:

1 Аварийных выпусков и переливов, рационально расположенных в нужных местах;

2 Устройства временных обводных линий на небольшой глубине (если это возможно) или перекачки стоков насосами;

3 Дублирования водоотводящей сети водостоками.

Недостатки этих традиционных методов очевидны. Подвергаются загрязнению водоемы и водостоки. Нерациональны временные обводные линии для сетей и коллекторов больших диаметров.

2.6 Влияние землетрясений на надежность элементов водоотводящих систем

Ущерб от разрушения водоотводящих сетей и сооружений на них при землетрясениях чрезвычайно большой.

По мнению американского ученого Чака Д.М., убийственными факторами могут быть плотность почвы в районе города, что и было доказано при землетрясениях 1988 года в Спитаке (Армения), на Гаити, когда погибли более 230 тысяч человек.

Как известно, и г. Шымкент расположен на несвязанных грунтах, что чревато катастрофическими последствиями при землетрясениях.

Японские специалисты на основе анализа последствий сильных землетрясений, имевших место в Токио (с эпицентром Канто, 1923), дают весьма полную информацию о повреждениях различных сооружений, в том числе и элементов систем водоотведения [66,67]. Наибольшие повреждения наблюдались в трубопроводах, проложенных в слабых и неоднородных грунтах. Плотные грунты более благоприятны для труб, чем мягкие. Тем не менее однородный мягкий грунт сравнительно более благоприятен, чем

грунты с чередованием плотных и мягких грунтов, которые приводят к колебанию грунта в различных местах и являются причиной больших повреждений трубопроводов. Серьезные повреждения наблюдались в трубопроводах, проложенных в слабых грунтах (торфяниках, на болотистом основании, в

Выводы по второй главе

ГЛАВА 3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОСНОВЫ ОХРАНЫ ВОДНОЙ СИСТЕМЫ

3.1. Исследование и моделирование работы водоотводящих сетей

Математическая модель процесса функционирования водоотводящей сети и ее основные показатели. Процесс функционирования водоотводящей сети можно описать как последовательность чередующихся интервалов работоспособности θ_1 ; и простоя. Математической моделью процесса эксплуатации водоотводящей системы может являться соответствующий

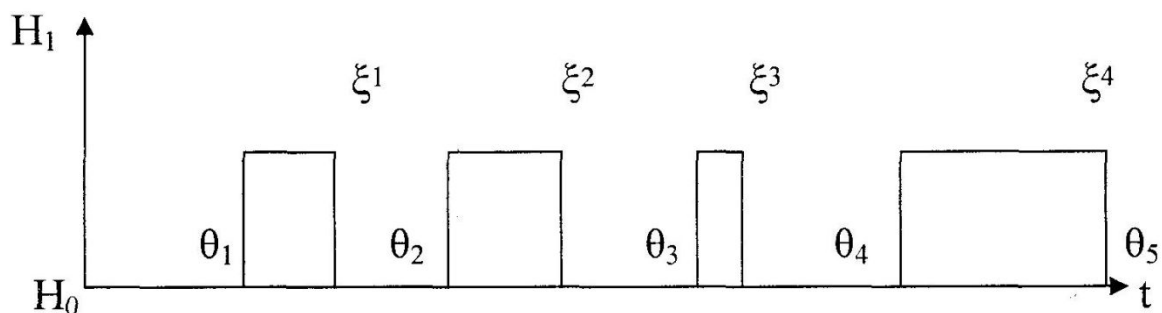


Рисунок 3.1 Схема случайного процесса

Основная особенность этого случайного процесса заключается в том, что в общем случае распределения $F_1(t)$, $F_2(t)$, $F_3(t)$..., соответствующих случайным величинам θ_1 , θ_2 , θ_3 ..., отличаются друг от друга [24].

Для отдельных элементов водоотводящей системы можно допустить, что в отдельности они имеют определенный вид распределения. Например, водоотводящая сеть имеет экспоненциальное распределение времени безотказной работы. Такой процесс функционирования водоотводящей системы удобно описать графиком переходов из состояния работоспособности H_0 в состояние отказа H_1 что соответствует рисунку 3.2.



Рисунок 3.2 - График переходов

В общем случае исходные состояния отдельных элементов могут быть различными перед каждым очередным участком нормальной работы. Однако, мы будем рассматривать, в основном, такие объекты водоотводящей системы, у которых начальные состояния перед вторым, третьим и т.д. участками безотказной работы одинаковы (водоотводящая сеть), а следовательно, все случайные величины θ_2 , θ_3 ... и т.д. имеют одинаковое распределение.

Более того, в ряде случаев вообще все случайные величины θ_1 , θ_2 ... являются эквивалентными. Например, участки сети с одинаковыми диаметрами, уклонами, материалами труб, грунтовыми условиями и т.д. Такие случаи представляют наибольший практический интерес.

За основу закона распределения времени безотказной работы и времени восстановления возьмем экспоненциальное распределение $F(t)$ и $F_b(t)$. При этом можно исходить из основных показателей надежности элемента для экспоненциальных законов распределения времени безотказной работы [24]:

$$F(t) = 1 - e^{-\lambda t} \quad (8)$$

и времени восстановления

$$F_b(t) = 1 - e^{-\mu t} \quad (9)$$

Приближенные значения $P(t_0)$ и $Q(t_0)$ необходимо приводить для условия

$$\lambda t_0 \ll 1,$$

а остальных показателей - для условия

$$\gamma = \lambda / \mu \ll 1.$$

Коэффициенты $F(t)$ и $R(t)$ соответствуют тому случаю, когда в момент Часто отказы, возникающие на водоотводящей системе, не приводят к ее полному отказу, а лишь отрицательно влияют на окружающую среду.

времени $t = 0$ элемент находится в состоянии работоспособности, коэффициенты $K^o(t)$ и $R^o(t)$ - когда в момент времени $t = 0$ элемент находится в состоянии отказа. Формулы для коэффициентов готовности и простоя соответствуют рисункам 3.3 и 3.4 [72]

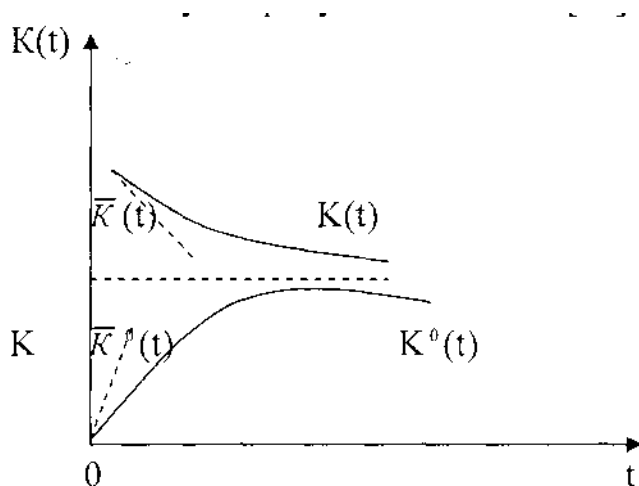


Рисунок 3.3 - Графики коэффициента готовности

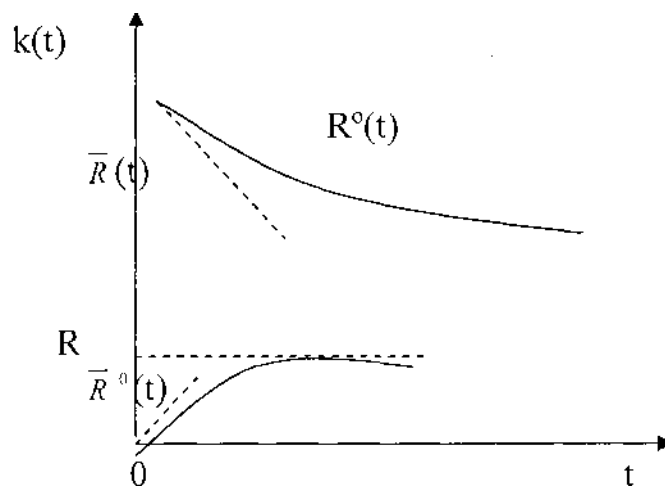


Рисунок 3.4 - Графики коэффициента простоя

Затопление улиц, создание антисанитарной обстановки и т.п., приводят к незначительной по времени задержке (отказ) водоотведения стоков с заданной территории.

Математически эта ситуация может быть сформулирована следующим образом.

Процесс восстановления, образованный чередующимися последовательно случайными величинами времени безотказности работы и времени восстановления, характеризуем как:

$$\theta^1, \xi^1, \theta^2, \xi^2, \dots, \theta^n, \xi^n$$

В рассматриваемый этот интервал времени $(0, t)$ может попасть некоторое случайное число K интервалов безотказной работы. Причем, если в момент t водоотводящая система оказывается в состоянии работоспособности, то рассматриваться будет не весь последний интервал 0_n , а лишь его часть 0_K , принадлежащая интервалу $(0, t)$.

Следует найти вероятность $A(t_0, t)$ того, что зафиксированное время t суммарная наработка водоотводящих сетей

$$S(t) = \theta^1 + \theta^2 + \dots + \theta^{k-1} + \theta^k$$

достигнет заданной величины t , т.е.

$$A(t_0, t) = P\{S(t) \leq t_0\}$$

Тогда для экспоненциальных распределений $F(t) = 1 - e^{-\lambda t}$

$$F_b(t) = 1 - e^{-\mu t} \quad (10)$$

Формулу для вычисления $A(t_0, t)$ можно записать

$$A(t_0, t) = e^{-\lambda t_0 - \mu(t-t_0)} = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{[\mu(t-t_0)]^k}{K!} \sum_{j=k}^{\infty} \frac{(\lambda t_0)^j}{J!} \quad (11)$$

Для упрощения вычислений по этой формуле в [15,57] приведены численные значения:

$$1 - A(t_0, t) \quad (12)$$

Как видно, в общем случае закон распределения времени безотказной работы водоотводящих сетей отличен от распределения времени восстановления водоотводящих сетей.

Для того, чтобы убедиться, что реальные потоки отказов и восстановлений относятся к тем или иным видам потоков, необходимо выявить тенденции изменения статистического параметра потока отказов (восстановлений).

Тогда статистический параметр потока отказов:

$$W^*(t) = \frac{\sum_{j=1}^{\hat{N}} m_j(\Delta t)}{N \cdot \Delta t}, \quad (13)$$

где $m_j(\Delta t)$ - количество отказов j -го объекта на интервале наблюдения t ;

N - количество объектов, за которыми велось наблюдение.

В соответствии с [35], параметр потока отказов есть плотность вероятности возникновения отказов восстанавливаемого объекта, определяемая для рассматриваемого момента времени.

Другим важным понятием, характеризующим свойства безотказности, принимаем среднее время наработки на отказ. Оно определяется как отношение времени работы t восстанавливаемого элемента (системы) к математическому ожиданию числа отказов в течение этого времени и зависит от закона распределения времени между отказами.

Статистическое определение его равно:

$$T_0^* = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n} \quad (14)$$

где T_0^* - наработка на отказ;

n - число отказов за время t .

Для практических расчетов необходимо определение среднего срока службы, т.е. математического ожидания срока службы, который определяется по фактическому сроку эксплуатации водоотводящей системы.

Этот показатель необходим при определении надежности различных элементов (подсистем) водоотводящей системы, насосов, электродвигателей, различных сооружений на сети и др.

Для ремонтируемых объектов, каковой является водоотводящая система, одним из важнейших свойств, составляющих надежность, может быть ремонтпригодность, заключающаяся в приспособленности к предупреждению и обнаружению причин возникновения ее отказов, повреждений и устранение их последствий путем проведения ремонтов и технического обслуживания.

Поэтому введем показатели K_B и K_T и:

T_B - среднее время восстановления водоотводящей системы, т.е. среднее время вынужденного, не регламентированного простоя, вызванного отысканием и устранением одного отказа;

K_r - комплексный показатель, характеризующий одновременно безотказность и ремонтпригодность системы.

Тогда, исходя из времени безотказной работы и на ремонт, можно записать:

$$T_{\text{в}} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m t_{\text{в}i} \quad (15)$$

$$K_r = \frac{t_{\text{сум}}}{t_{\text{сум}} + t_{\text{рем}} + t_{\text{обс}}} , \quad (16)$$

где $t_{\text{сум}}$ - суммарное время безотказной работы водоотводящей системы; $t_{\text{рем}}$, $t_{\text{обс}}$ - время, затраченное на ремонт и техническое обслуживание, соответственно.

Таким образом, определяющими показателями эксплуатации водоотводящих систем могут служить T_0 - наработка на отказ, T_e - среднее время восстановления и K_e - комплексный показатель, учитывающий восстанавливаемость системы.

3.2 Вероятность безотказной работы водоотводящей сети и законы ее распределения

Основным критерием надежности водоотводящих сетей должна быть вероятность выполнения ими заданной функции. Наиболее полно этот показатель характеризует плотность распределения времени безотказной работы или эквивалентными ей функциями интегрального закона распределения $F(t)$ и параметра потока отказов. Но главной характеристикой безотказности является вероятность $P(t)=1-F(t)$, поскольку физическое содержание его более всего отвечает практическим требованиям. Используя статистические данные об отказах, необходимо установить основные законы распределения времени безотказной работы составляющих элементов системы (насосные станции, колодцы, дюкеры, трубопроводы, очистные сооружения).

Одной из главных задач прикладной теории надежности водоотводящих сетей является определение своевременности и последовательности мероприятий по установлению критических «точек» систем, с последующими их устранениями и модернизацией. На наш взгляд, необходим план по разработке стратегии перспективной реконструкции всей системы водоотведения с учетом проектирования и строительства дождевой (ливневой) водоотводящей системы. Для этого необходимо следующее. Во-первых, оценка технического состояния всей системы водоотведения (составление дефектных актов) и определение степени изношенности и надежности каждого составляющего системы, то есть их реновации. Во-вторых, выявление тех участков (элементов) системы, на которые в значительной степени влияют неучтенные притоки стоков, таких как дождевые, паводковые, инфильтрационные, дренажные и другие. Исходя из этих данных, строить планы по реновации и реконструкции всей системы водоотведения города, с учетом требований по надежности функционирования в течение некоторого прогнозируемого, фиксированного времени. В работе [3] предлагается замена реального потока отказов фиктивным стационарным с эквивалентной постоянной интенсивностью потока отказов, выбираемой из некоторых дополнительных соображений, которые сводятся к условию равенства функции надежности обоих потоков при $t=T_{np}$. Отсюда вытекает соотношение [15,45]:

$$P = f_1(p, T) \setminus S = f_2(p, T), \quad (38)$$

где F - вектор объемной силы;

μ, ξ - коэффициенты динамической и объемной вязкости;

C_p - удельная теплоемкость при постоянном давлении;

q - количество теплоты, подводимое к единице объема в единицу времени от немеханических причин;

t - коэффициент теплопроводности;

S - энтропия.

Система уравнений (35) - (36) вместе с соответствующими

начальными и граничными условиями позволяет решать задачи в рамках принятой модели.

Однако аналитические решения этих уравнений можно получить только при существенных упрощениях. Первый способ упрощения состоит в уменьшении числа независимых переменных. В случае установившихся движений из числа независимых переменных исключается время t . Многие аналитические движения получены в задачах о потенциальном течении идеальной несжимаемой жидкости. Эффективными приближенными способами решения задач гидродинамики оказались линеаризация уравнений (35) - (36) и соответствующих граничных условий (метод малых возмущений) и использование асимптотических методов. Вторым путем упрощения исходной системы состоит в рассмотрении случаев, когда несущественны какие-либо физические свойства среды, например, вязкость и теплопроводность ($\lambda, \mu = C, \gamma = 0$), сжимаемость ($p = \text{const}$) и прочее. В этих случаях соответствующие члены уравнений (35) - (36) исключаются или упрощаются. Существенно упростить решение уравнений, описывающих течение вязкой теплопроводной жидкости, удалось Л. Прандтлю, выдвинувшему гипотезу о пограничном слое.

В общем случае, при решении сложных задач требуется неразрывное сочетание экспериментальных и теоретических методов. Теоретические методы, основанные на точных уравнениях, описывающих течения, позволяют, используя данные эксперимента, объединить все физические явления, присутствующие в движущейся жидкости, и найти для данной конкретной задачи параметры течения с учетом всех этих явлений.

В работе [76] предлагается метод вычисления локальной сотрясаемости, позволяющий избежать этой трудности. Он предназначен для количественной оценки сейсмической опасности малых территорий с учетом грунтовогидрогеологических условий.

В основе предлагаемого метода лежат представления о строении земной коры, природе возникновения землетрясений и сейсмическом

режиме. Согласно этим представлениям, земная кора есть совокупность блоков, разделенных ослабленными зонами, имеющими в зависимости от размеров блоков различную протяженность и глубину заложения. При относительном перемещении соседних блоков в контактных ослабленных зонах возникают землетрясения разной величины. Очаги больших землетрясений приурочены преимущественно к зонам сочленения крупных структурных комплексов - глубинным разломам большой протяженности или их системам.

Зоны, в которых уже возникали или согласно полученным оценкам могут возникать землетрясения с $K > 13$, называем сейсмогенными швами. Каждому сейсмогенному шву соответствует некоторая связанная с ним совокупность землетрясений F_j , в параметрах которой отражен ход тектонического процесса, вызывающего относительные перемещения контактирующих блоков.

Каждое землетрясение, принадлежащее совокупности F_j , характеризуется временем появления и положением его очага в четырехмерном пространстве координат x, y, z, t , которое мы называем сейсмогенным пространством. В связи с тем, что поверхностный эффект единичного землетрясения зависит от величины энергии $E^{(1)}$, выделяющейся из его очага, стратифицируем совокупность F_j , по этому параметру, обозначая каждую из вновь образованных совокупностей символом F_{ik} .

Поскольку мы не в состоянии осуществить предсказание места и времени возникновения очередного землетрясения, то число очагов n_{jk} , сосредоточенных в некотором элементе V_j сейсмогенного пространства, является для нас случайной величиной. Совокупность случайных величин n_{ik} , можно рассматривать как случайную функцию $n_{ik}(l)$ аргумента l (x, y, z, t), характеризующую размещение очагов землетрясений энергии в пределах сейсмогенного шва и появление их во времени. Композиция случайных функций $n_{ik}(l)$ характеризует сейсмический режим сейсмогенного шва.

Оценки локальной сотрясаемости, в получении которых заключается

цель предлагаемого метода, будут представительными (несмещенными и состоятельными), если случайные функции $\Pi_{jk}(l)$ однородны в пространстве шва и стационарны во времени. Последнее зависит от тектонического процесса, вызывающего относительные перемещения контактирующих блоков. Если направление относительных перемещений контактирующих блоков в новейшее время на всем протяжении ослабленной зоны или на отдельных ее участках сохраняют один и тот же знак и скорость этих перемещений в среднем для них одинакова, то тектонический процесс, вызывающий перемещения блоков на этих участках, однороден.

На отдельных этапах тысячелетней длительности знаки движения и амплитуды относительных перемещений в среднем постоянны, а следовательно, постоянны во времени (стационарны) и физические условия возникновения очагов землетрясений. Таким образом, стационарность и однородность тектонического процесса могут быть оценены с помощью геологических критериев, базирующихся на измерении амплитуд и знаков новейших движений.

Оценки стационарности и однородности тектонического процесса, полученные с помощью геологических критериев, дополняются оценками стационарности и однородности случайных функций $n_{jk}(l)$, вычисляемых по сейсмостатистическим данным.

Вычисления следует начинать с проверки согласия распределения вероятностей случайных функций $n_{jk}(l)$ закону Пуассона: если эта гипотеза принимается, все последующие вычисления, связанные с определением сотрясаемости, существенно упрощаются. Оценку $K_{\text{тах}}$ предлагается проводить с помощью первого предельного распределения Э. Гумбеля [73,77,96], а оценку сотрясаемости представлять в виде функции распределения $P(\gamma < \gamma_0)$, являющейся показательной при пуассоновском распределении случайных функций $\Pi_{jk}(l)$.

Для проверки гипотезы о пуассоновском виде распределения совокупности очагов землетрясений в сейсмогенном пространстве

предлагается применять видоизмененный критерий Клапема [86,96,74].

Принятие нулевой гипотезы и отказ от нее в пользу первой альтернативы для нас равнозначны. Их принятие автоматически ведет к принятию еще двух гипотез: а) вероятность попадания того или иного числа очагов землетрясений энергетического класса K в элемент объема V_j сейсмогенного пространства не зависит от положения V_j в этом пространстве; б) вероятность попадания того или другого числа очагов землетрясений в объем V_i не зависит от того, сколько их попало в любой другой объем V_2 , не перекрывающийся с V_1 . Таким образом, в обоих случаях мы делаем вывод о равновероятности и независимости возникновения очага землетрясения энергии K в любом элементе сейсмогенного пространства. Очевидно, что критерий (56) может быть использован для проверки тех же гипотез относительно любой из координат (частных распределений) случайных функций $n_{iK}(l)$.

Совместим исследуемый объект (территория города или строительной площадки) с центром семейства изосейст землетрясения величиной K . В этом случае очаг землетрясения величиной K , возникший в пределах площади S'_H на глубине H , вызовет на этом объекте при сохранении прочих равных условий сотрясения интенсивностью I баллов. В связи с этим символом $S'_{и}$ обозначим площадь, в пределах которой возникновение очага землетрясения величиной K породит на территории объекта сотрясения интенсивностью I . Символом AS_{iK} обозначим площадь того участка i - го сейсмогенного шва, который попадает в пределы площади S'_{KH} .

Очевидно, что в соответствии с принятой концепцией именно этот участок ответственен за возникновение на территории районируемого объекта I - балльных сотрясений. Таким образом, частота повторения сотрясений интенсивностью I определяется, во-первых, совокупностью n_{iKj} сейсмогенных швов, энергия очагов которых равна или превышает некоторое значение, достаточное для возбуждения I балльных сотрясений, и во-вторых, размерами площадей AS'_{iK} тех участков сейсмогенных швов,

которые попадают внутрь окружности, ограничивающей площадь S'_{KH} .

Известно, что сила сотрясения зависит от грунтово-гидрогеологических условий. Вычисленную по формуле (58) величину B следует рассматривать как повторяемость сотрясений интенсивности I на средних грунтах территории объекта. Приращения балльности для разновидностей грунтовогидрогеологических условий, представленных на территории объекта, получаем методами, рекомендуемыми «Инструкцией по проведению сейсмического микрорайонирования» [75].

Каждый из этих методов позволяет оценивать приращения интенсивности в баллах относительно средних грунтовых условий. Поэтому там, где интенсивность сотрясений возрастает или понижается, например на 1 балл, B формулы (58) будет соответствовать сотрясениям $I+1$ или $I-1$ балл.

Существующие в настоящее время директивные документы [58,75] требуют выдачи результатов сейсмического микрорайонирования в детерминированном виде. Каждому участку районируемой территории необходимо приписать определенное значение интенсивности в баллах - «исходный балл». Инженер, проектирующий застройку участка, в зависимости от народнохозяйственного значения возводимых сооружений имеет право повысить или понизить его, установив свой "расчетный" балл. Однако появление сотрясений того или иного балла есть событие случайное. И потому устанавливать для участков районируемой территории фиксированные значения исходного балла бессмысленно. Сейсмическая опасность того или иного участка, его локальная сотрясаемость должны определяться сочетанием двух параметров: интенсивности сотрясения и вероятности его возникновения. На основании этих параметров инженер-проектировщик должен выбирать величину исходного балла. Именно он, а не сейсмолог, руководствуясь народнохозяйственным значением сооружения и предполагаемым сроком его службы, способен квалифицированно оценить рентабельность затрат на проведение

антисейсмических мероприятий, соответствующих тому или иному баллу, и принять ответственное решение. Подобная форма представления исходных данных не нова для проектных организаций. Она широко используется при расчетах плотин и мостов на катастрофические паводки и высотных сооружений на ветровые нагрузки.

В настоящее время [77] для выбора того или иного значения исходного балла принято использовать период повторяемости $T_I = 1/B_I$ характеризующий среднюю длительность интервала между двумя последовательными сотрясениями интенсивностью I . Однако T_I является оценкой только одного из параметров распределения длин интервалов τ - его среднего и потому не может служить достаточно представительной мерой для отдельных элементов совокупности. Последние способны принимать всевозможные значения, отличающиеся от T_I тем более, чем больше второй параметр распределения τ - его дисперсия σ^2 ; . Поэтому величину исходного балла следует выбирать не по значению T_I , а с помощью функции распределения длин интервалов $P(\tau < \tau_0)$, которая содержит больший объем полезной информации.

3.3. Математическое моделирование при анализе надежности системы водоотведения

Система водоотведения как один из важных компонентов системы жизнеобеспечения при чрезвычайных случаях (ЧС) как техногенного, так и природного характера, сопровождается тяжелыми последствиями для населения, промышленного персонала и окружающей среды.

В настоящее время для анализа надежности широко используют методы теории вероятностей и математической статистики [87-92]. Алгоритмы их использования для оценки риска аварий на промышленных объектах оформлены в виде методик, руководящих документов и стандартов, утвержденных надзорными государственными органами.

Стохастические методы анализа риска привлекательны, прежде всего, простотой математической формализаций задачи и экономией требуемых вычислительных ресурсов [87,88]. Применение этих методов для предсказания и анализа единичных событий и аварий на сложных объектах не дает точных оценок.

Для преодоления указанного недостатка предлагается технология комплексного высокоточного математического моделирования аварийных ситуаций, базирующаяся на современных численных методах механики сплошных сред, качественной теории дифференциальных уравнений и математической оптимизации [87-92].

В основу вычислительной технологии высокоточного математического моделирования при анализе риска сети водоотведения положены принципы совместного построения и численного анализа высокоточных математических моделей, описывающих ситуации от зарождения аварий до локализации их последствий [89,90]. Высокая точность моделирования достигается за счет минимизации принимаемых в математических моделях упрощений и применения современных сеточных методов нелинейного анализа и математической оптимизации.

Система уравнений гидродинамики, описывающая состояние движения вязкой сжимаемой жидкости, включает Уравнение неразрывности:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \operatorname{div}(\rho \bar{v}) = 0 \quad (35)$$

Уравнение Навье - Стокса:

$$\rho \frac{d\bar{v}}{dt} = \rho \bar{F} - \operatorname{grad} p + (\zeta + \mu) \operatorname{grad} \operatorname{div}(\bar{v}) + \mu \Delta \bar{v} \quad (36)$$

3.4. Математические модели технологии очистки сточных вод

В техносфере реализуется множество различных технологических процессов, которые, несмотря на большие качественные и количественные различия, имеют общие свойства, а именно: являются структурно сложными, состоящими из отдельных взаимосвязанных частей, перерабатывают энергию и вещество и имеют связи с соседними производствами. Такие технологические комплексы определяются как химико-технологические системы водоотведения, т.е. представляют совокупность физико-химических процессов и средств для их проведения с целью получения продукта заданного качества и в требуемом количестве.

Таким образом, система очистки состоит из функционально-взаимосвязанных элементов, каждый из которых осуществляет преобразование, выражаемое зависимостью

$$Y = F(X, U), \quad (72)$$

где X и Y - векторы параметров состояния входных и выходных потоков;

U - вектор конструктивных и технологических переменных.

Вид зависимости определяется физико-химической природой процессов, протекающих в данном аппарате.

Цель процесса биологической очистки состоит в том, чтобы при известных характеристиках стоков: расход, состав, концентрация загрязнений - и заданных ограничениях на качество очищенной воды определить значения указанных технологических параметров, при которых сумма объемов аэротенка и вторичного отстойника будет минимальной [16,86].

Методы математического моделирования позволяют получить уравнения (математическую модель) для описания экспериментальной динамики роста микроорганизмов и потребления субстрата и рассчитать оптимальные режимы процесса биологической очистки.

В процессах с активным илом субстратом, который служит пищей для микроорганизмов, является сточная вода. Так как сточные воды содержат множество различных органических веществ, то и активный ил, растущий на таком субстрате, имеет сложный многовидовой состав. Таким образом, специфика процесса биологической очистки состоит в том, что мы имеем дело с гетерогенной популяцией микроорганизмов, потребляющих многокомпонентный субстрат.

В большинстве случаев оказывается практически невозможным определить концентрацию органических веществ, содержащихся в сточных водах, в отдельности, также как и концентрацию отдельных видов микроорганизмов в активном иле. Поэтому при рассмотрении процессов биологической очистки в первую очередь интересуются изменениями общей концентрации загрязнений в общей концентрации ила.

Простые модели. Рядом исследователей было показано, что для описания динамики изменения суммарной концентрации биомассы ила и суммарной концентрации загрязнений вполне пригодны модели роста чистых культур, причем наилучшее соответствие с экспериментом дает модель Моно [97], которая имеет вид

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = \frac{\mu_m XL}{K_L + L} \\ \frac{dL}{dt} = -\frac{\mu_m XL}{Y(K_L + L)} \end{cases}, \quad (73)$$

где X - концентрация микроорганизмов;

L - концентрация субстрата;

Y = - экономический коэффициент субстрата;

μ_m - максимальная удельная скорость роста;

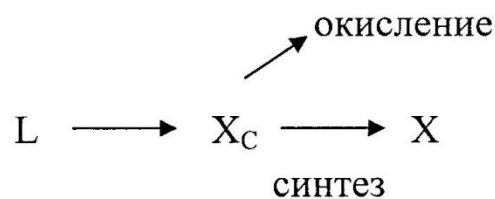
K_L - константа полного насыщения.

В дальнейшем были предложены различные модификации модели Моно. Так, модель Герберта [98]

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dX}{dt} = \frac{\mu_m XL}{K_L + L} - BX \\ \frac{dL}{dt} = -\frac{\mu_m XL}{Y(K_L + L)} \end{array} \right. \quad (74)$$

Константы модели типа Моно зависят от внешних факторов, прежде всего, от температуры.

Сложные модели. Модели типа Моно не учитывают того, что одновременно с процессами биологического окисления в системе с активным илом протекают процессы сорбции, причем в некоторых случаях скорость изъятия загрязнений за счет сорбции может намного превышать скорость биоокисления, механизмы сорбции и коллоидные частицы непосредственно адсорбируются с поверхностью иловых хлопьев. Изобразим процесс трансформации субстрата в виде следующей схемы [97]:



где L - концентрация загрязнений в растворе;

X - концентрация активной массы ила;

X_c - суммарная концентрация сорбированных веществ.

Эту схему можно описать системой дифференциальных уравнений

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dL}{dt} = -hK_L(X_c^* - X_c) \\ \frac{dX_c}{dt} = K_L(X_c^* - X_c) - \mu_m \frac{X}{Y} \quad \frac{dX}{dt} = \mu_m X \end{array} \right.$$

Изменение концентрации загрязнений в растворе и концентрации активной массы ила в зависимости от времени показано на рисунке 3.1.



Рисунок 3.1 - Изменение концентрации загрязнений в растворе и концентрации активной массы ила в зависимости от времени

Особенности процесса, связанные с активным илом, можно учесть следующим образом:

L ----- ► бактерия ----- ► простейшие

Полученная математическая модель микробиологического процесса показала, что кинетику роста микроорганизмов в системе биологической очистки можно описать как сложными, так и простыми моделями Моно.

Выводы по третьей главе

ГЛАВА 4. ИНЖЕНЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО ОХРАНЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В РАЙОНАХ С ПРОСАДОЧНЫМИ ГРУНТАМИ

4.1. Водоотводящие сети населенных мест и промышленных предприятий

Схемой водоотводящей сети называют проектное решение принятой системы водоотведения, изображенной на генплане канализуемого объекта с учетом местных топографических и гидрогеологических условий и перспектив дальнейшего развития. Начертание схемы водоотведения на генплане в основном зависит от рельефа местности, так как наиболее технологично транспортирование сточных вод осуществлять по трубопроводам в самотечном режиме, при которых энергозатраты минимальны. Главные водоотводящие коллекторы направляются за пределы города ниже по течению проточного водоема на расстояние, предусмотренное правилами санитарной зоны разрыва. В зависимости от основных факторов схемы водоотводящих сетей могут подразделяться на несколько видов.

Перпендикулярная схема (децентрализованная) (рис. 4.1, а) - коллекторы бассейнов водоотведения прокладываются перпендикулярно направлению потока воды водоема, перпендикулярно горизонталям. По такой схеме выполняют водосточную сеть при полной раздельной системе водоотведения. При этом дождевые воды децентрализованно сбрасываются в водоем без очистки или с очисткой.

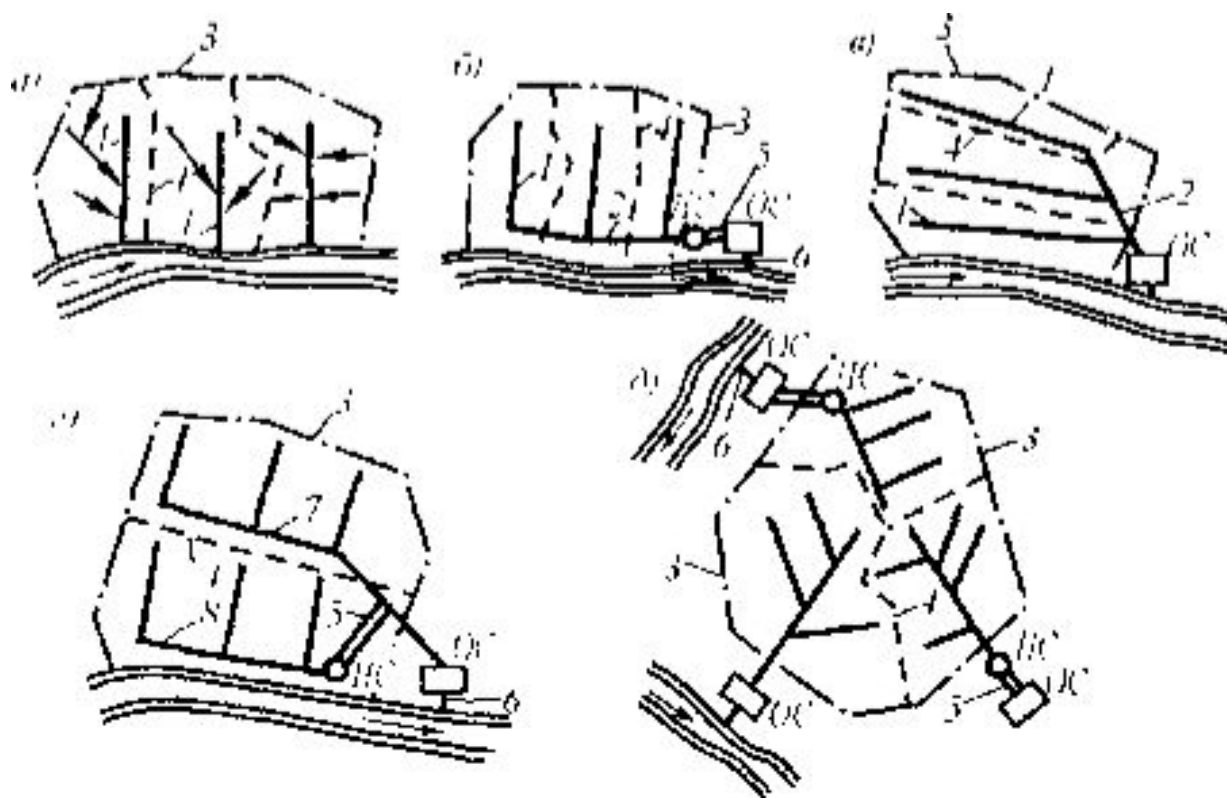


Рис. 4.1. Схемы водоотводящих сетей:

а - перпендикулярная; *б* - пересеченная; *в* параллельная; *г* - зонная;
д - радиальная; 1 коллекторы бассейнов водоотведения; 2 главные коллекторы;
 3 граница обслуживаемого объекта; 4 граница бассейнов водоотведения; 5
 шторный трубопровод; 6- выпуск; 7 и 8 главные коллекторы соответственно
 верхней и нижней зон

Пересеченная схема (централизованная) (рас. 4. 1, б) коллекторы бассейнов водоотведения пересекаются главным коллектором, направляемым параллельно реке. Эта схема применяется для отведения сточных вод, требующих обязательной очистки. Они используются при полной раздельной системе водоотведения для городских сточных вод.

Параллельная схема (веерная централизованная) (рис. 4.1. в) - коллекторы бассейнов водоотведения направляются параллельно или под небольшим углом к направлению потока воды в водоеме и пересекаются с главным коллектором, транспортирующим сточные воды к очистным сооружениям.

Эту схему применяют при резком падении рельефа местности к водоему. Она позволяет исключить в коллекторах бассейнов водоотведения повышенные скорости движения воды, вызывающие абразивный износ трубопроводов.

Зонная схема (централизованная) (рис. 4.1. г) - обслуживаемая территория разбивается на две зоны: с верхней сточные воды отводятся к очистным сооружениям самотеком, а с нижней они перекачиваются насосной станцией. Эта схема наименее энергоемка и поэтому при разработке схемы водоотведения города необходима проработка таких вариантов.

Радиальная (децентрализованная) схема (рис. 4.1, d) - отведение сточных вод реализуется на несколько очистных станций. Радиальную схему водоотведения применяют при сложном рельефе местности и в больших городах.

Разработку схемы водоотводящих сетей начинают с изучения топографических и гидрогеологических материалов объекта обслуживания, определения бассейнов водоотведения, места расположения очистных сооружений и насосных станций. Основным принцип заключается в максимальном использовании падения рельефа местности, и направление коллекторов по ходу движения воды должно совпадать с уклоном поверхности земли. Поэтому коллекторы бассейнов водоотведения обычно проходят по тальвегам, а главные коллекторы - по берегам рек. Так как очистные сооружения располагаются внизу по течению реки относительно обслуживаемого объекта, то и направление главного коллектора совпадает с направлением течения воды в реке. Наиболее определенно возможность самотечного или напорного отведения сточных вод устанавливается при построении продольного профиля главного коллектора. Ориентировочное место расположения насосной станции перекачки намечается в пониженных местах или в конечной части коллекторов и окончательно определяется после проработки ва-

риантов. Заключительный этап - трассировка уличных трубопроводов, обеспечивающих отведение воды от каждого квартала застройки. Основной принцип трассировки диктуется необходимостью обеспечения минимального объема земляных работ, что достигается укладкой труб на наименьшей возможной глубине с максимальным использованием рельефа местности. Трассировка уличных трубопроводов возможна по трем следующим схемам. **Объемлющая трассировка** (рис. 4.2, а) - уличные трубопроводы прокладывают со всех сторон квартала. Эту трассировку применяют при слабовыраженном уклоне местности ($i \leq 0,005$) для больших кварталов и при отсутствии внутри них застройки.

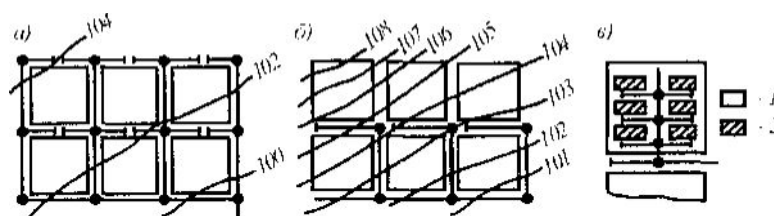


Рис. 4.2. Трассировка уличной сети:

а объемлющая; б по пониженной стороне квартала; в - черезквартальная;

1 кварталы; 2 дома

Трассировка по пониженной стороне квартала (рис. 4.2, б) - уличные трубопроводы прокладывают лишь с пониженных сторон квартала. Эту трассировку применяют при выраженном рельефе местности ($i > 0,007$) и небольших кварталах.

Черезквартальная трассировка (рис. 4.2, в) - трубопроводы прокладывают внутри квартала, что при детальной планировке жилых кварталов сокращает общую протяженность сети. Существенные преимущества этой трассировки заключаются в том, что трубопроводы пересекают проезды на отдельных коротких участках, не загромождая подземную часть, насыщен-

ную другими инженерными коммуникациями. Пересечения трубопроводов с городскими инженерными сооружениями (железными дорогами, авто-трассами) и естественными препятствиями (реками, оврагами) представляют собой сложные участки, на которых трудно обеспечить надежность работы системы водоотведения. Поэтому таких пересечений следует избегать и сводить их к минимуму. Рассмотренные выше правила трассировки и разработки схем водоотводящих сетей эффективны при открытом способе производства работ по прокладке трубопроводов до глубины 6-8 м. При этом требуется большое число насосных станций перекачки сточных вод. Например, для Москвы потребовалось устройство 120 насосных станций, что значительно снижает надежность работы сооружений и также усложняет условия эксплуатации из-за значительной протяженности напорных водоводов, превышающих 600 км.

Щитовой метод строительства коллекторов глубокого заложения упрощает разработку схем сетей. Он позволяет прокладывать коллекторы через центры 1-й степени наибольшего притока сточных вод независимо от рельефа местности. Глубина заложения коллекторов при закрытом способе строительства не ограничивается. При этом сокращается число насосных станций перекачки воды. Особенно эффективно применение щитового метода строительства при реконструкции водоотводящих сетей в существующих городах с большим числом подземных коммуникаций. Щитовой метод широко применяется в ряде городов России. В Москве щитовым методом проложен Обручевский канал глубокого заложения диаметром 4,1-4,5 м, длиной 6,2 км с пропускной способностью 2000 тыс. м³/сут (рис. 4.3). В месте пересечения водораздела глубина заложения достигла 46 м.

Для обоснования оптимальной схемы водоотведения обычно рассматривают несколько равноценных в технологическом и санитарном отношении вариантов. Выбор оптимальной схемы основан на результатах

экономического сравнения вариантов на стадии разработки технического проекта. Гидравлический расчет водоотводящих сетей производится на стадии технического проекта. Основой для расчета является выбранная схема водоотведения. На схемах фиксируются начала и концы расчетных участков. Длины расчетных участков принимаются равными длине кварталов. Расчет начинают с диктующей точки. Диктующая точка - наиболее удаленная и низкорасположенная начальная точка водоотводящей сети. Начиная от диктующей точки в направлении движения воды нумеруют расчетные участки и определяют их длины. Затем определяют расчетные расходы, по которым устанавливают диаметры и уклоны трубопроводов. По итогам расчета строят продольные профили уличных трубопроводов и коллекторов. При разработке рабочих чертежей составляют планы водоотводящей сети в масштабе 1:500 или близком к этому. Все сооружения водоотводящей сети (колодцы, камеры) привязывают к углам зданий и реперам засечками.

Пример такого плана показан на рис. 4.4. Расположение трубопроводов располагают по оси или около одной, или по обе стороны проездов в зависимости от ширины проезжей части, числа присоединений внутриквартальных сетей и насыщенности подземной части другими коммуникациями. Расположение трубопроводов в пределах проездов увязывается с другими подземными сооружениями и коммуникациями по определенным нормативам и правилам, разрабатываемым и контролируемым специальной службой отдела подземных сооружений.

Схемы водоотводящих сетей промышленных предприятий. Особенность схем водоотведения промышленных предприятий заключается в том, что там выполняется несколько технологических водоотводящих сетей, имеющих свои регулирующие резервуары, насосные установки и очистные сооружения. Составление схем сетей и расположение других сооружений производится с учетом размещения производственных цехов и выпусков из

них воды. Расположение подземных и наземных сооружений выполнено как единое подземное комплексное хозяйство с учетом общего планировочного решения производственной площади и взаимной компактной и легкодоступной прокладки сетей.

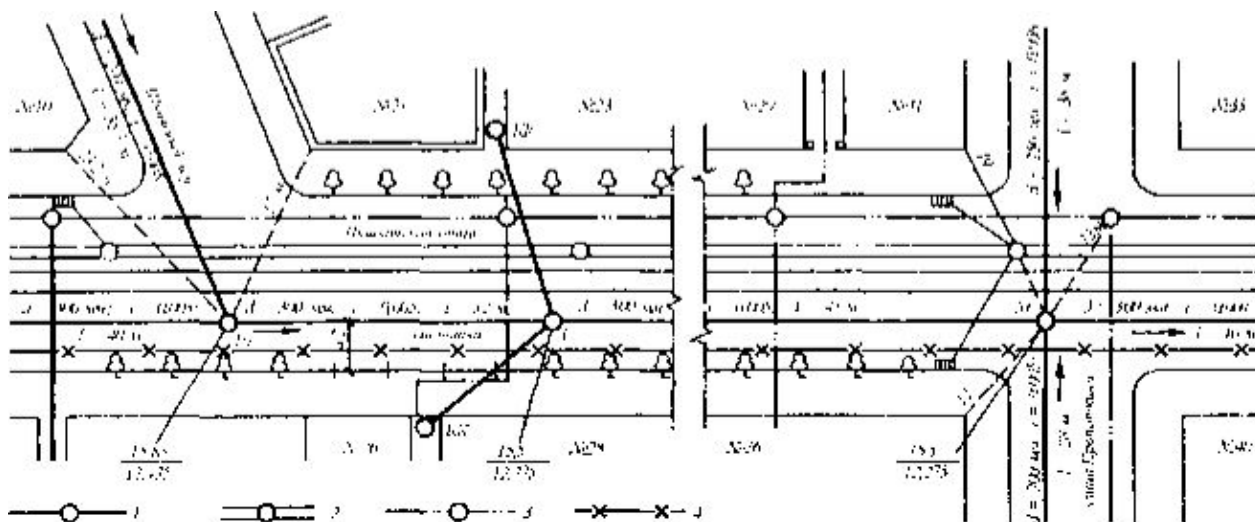


Рис. 4.4. План водоотводящей сети проезда:

1 проектируемый самотечный трубопровод; 2 водосток; 3 водопровод;
4 газопровод; *КК* - контрольный колодец

Насосные установки для перекачки производственных сточных вод, выделяющих вредные газы и пары, располагаются в отдельных зданиях с обеспечением постоянной их вентиляции. Для инертных производственных и бытовых сточных вод допускается совмещенная насосная станция, а приемный резервуар выполняют с числом отделений, соответствующих числу несмешиваемых потоков. Бытовые сточные воды промышленного предприятия по отдельным сетям самотеком или с помощью насосов отводят в городскую водоотводящую сеть.

4.2 Расчет и проектирование водоотводящих сетей

Расчет водоотводящих сетей состоит в определении диаметров и уклонов трубопроводов, обеспечивающих при наиболее благоприятных гидравлических условиях пропуск расходов сточных вод в любой момент времени. Поскольку самотечное движение сточных вод в энергетическом отношении является наивыгоднейшим, то основная задача при проектировании

заключается в построении продольного профиля коллекторов, определяющего объемы земляных работ и положения водоотводящих трубопроводов в подземной части относительно других инженерных коммуникаций. Основой определения диаметров трубопроводов является расчетный расход, зависящий от удельной нормы водоотведения бытовых вод от города, - среднесуточный (за год) расход воды, л/сут, отводимой от одного человека.

Удельная норма водоотведения зависит от уровня санитарно-технического оборудования зданий и в определенной степени от климатических условий.

В табл. 4.1 показано влияние степени благоустройства зданий на величину удельного водоотведения.

Таблица 4.1 Удельное водоотведение бытовых сточных вод от города

Степень благоустройства жилых зданий	Удельное водоотведение, л/(чел-сут)
Жилые здания с внутренним водоснабжением и водоотведением:	
без ванн	125-160
с ваннами и местными водонагревателями	160-230
с централизованным горячим водоснабжением	230-350

В отдельных микрорайонах в зданиях с повышенным комфортом удельные нормы могут достигать 500-1000 л/(чел-сут). Российский опыт показывает, что обычно удельное водоотведение равно удельному

водопотреблению. Действие рыночных отношений в коммунальном хозяйстве будет влиять на удельное водоотведение, поэтому его следует постоянно изучать и уточнять.

Удельное водоотведение бытовых вод промышленных предприятий приведено в табл. 4.2.

Таблица 4.2 Удельное водоотведение бытовых вод от промышленных предприятий

Цехи	Удельное водоотведение, л/(чел-сут)	Коэффициент часовой неравномерности, K_6
Горячие (с тепловыделением более 80 кДж/(ч-Холодные	45 25	2,5 3

Расходы воды от душей и ножных ванн определяются по часовым расходам воды, равным: на одну душевую сетку - 500 л/ч; на одну ножную ванну со смесителем - 250 л/ч. Продолжительность водной процедуры равна для душа 8 мин, для ванны - 16 мин. Продолжительность пользования душем и ванной 45 мин с равномерным водопотреблением и водоотведением. Удельное водоотведение производственных сточных вод - это количество воды, м³, отводимое на единицу выпускаемой продукции. Величина удельного водоотведения зависит от вида производства и степени совершенства водной технологии. Самые совершенные - непрерывные производственные процессы с повторно-оборотным использованием воды - имеют самые низ-

4.3. Схемы водоотводящих сетей

В технологических циклах промышленных предприятий независимо от вида производства образуются сточные воды с измененными физикохимическими свойствами по отношению к исходному качеству воды. Они подразделяются на три основных вида: производственные, хозяйственно- бытовые и

атмосферные. Объем, режим поступления в водоотводящую сеть и состав сточных вод находятся в прямой зависимости от характера исходного сырья и принятого технологического процесса, качества и объема воды, потребляемой данным предприятием, от местных гидрогеологических условий.

Процент формирования бытовых и производственных сточных вод и оптимальная схема водоснабжения и водоотведения города и промышленного предприятия рассмотрены в главе 1.

Составление схем водоотведения промышленных предприятий основывается на базе принятой системы водоотведения и зависит от конкретного технико-экономического решения по выбору и размещению комплекса инженерных сооружений для приема, транспортирования и очистки сточной воды, выпуска ее в водоем или передачи для последующего использования.

Количество отдельных потоков на территории промышленного предприятия определяет число водоотводящих сетей и их схему.

Вопрос о необходимости разделения или объединения отдельных потоков в один является одним из наиболее актуальных. От правильного инженерного решения зависит: число локальных очистных сооружений, их производительность, количество водоотводящих сетей. При решении этого важнейшего вопроса следует руководствоваться правилами термодинамики сточных вод, рассмотренных в главе 1.

При проектировании водоотводящей сети промышленных предприятий нужно уделять большое внимание решению задач по уменьшению количества производственных сточных вод и содержания в них загрязняющих веществ. Это позволит предохранить водоем от загрязнения сточными водами. Поэтому очищенные производственные сточные воды используют в повторном и оборотном водообеспечении, при достижении остаточных лимитирующих загрязняющих веществ (ЛЗВ) не выше ПДТК (предельно допустимых технологических концентраций, обеспечивающих требуемое качество промышленной продукции). Рациональное решение при принятии

схем водоотведения промышленных предприятий зависит от следующих факторов: профиля данного промышленного предприятия, технологии его производства, требований к качеству потребляемой воды и степени очистки сточных вод, технической совершенности производства, местных гидро-геологических условий, экологических и экономических требований.

Все сточные воды, образующиеся на территории предприятия, собирают и транспортируют по системе труб и каналов. Наибольшее распространение получила закрытая водоотводящая сеть. Сточные воды, опасные в санитарном отношении, а также содержащие взрыво- и пожароопасные примеси, транспортируют только по системе закрытых трубопроводов.

Расчет лотков и труб для отвода сточных вод от отдельных производственных аппаратов и их групп осуществляют по максимальному секундному расходу. Лотки в цехах, внутренние трубопроводы и наружные коллекторы от отдельных цехов или заводских корпусов рассчитывают по максимальному часовому расходу, общезаводские и внеплощадочные лотки - по совмещенному графику часовых расходов от нескольких цехов или корпусов.

Производственные сточные воды содержат разнообразные по размерам и удельному весу нерастворенные примеси. Их распределение по живому сечению труб и каналов зависит от скорости потока. При скорости потока более 0,8 м/с они распределяются относительно равномерно и находятся во взвешенном состоянии.

Примеси (кварцевый песок, окалина, частицы шлака и т.д.) перемещаются около дна труб и каналов. Если скорость потока невысока, то тяжелые примеси выпадают на дно. Из-за этого происходит зарастание трубопроводов и каналов. Их пропускная способность уменьшается.

Наличие в сточных водах взвешенных и выпадающих на дно веществ повышает общий коэффициент шероховатости труб и каналов.

Водоотводящие трубы и каналы рассчитывают на частичное наполнение при максимальном притоке сточных вод. Это позволяет производить

гидравлический расчет по формулам равномерного движения воды в трубопроводах и каналах. Такое допущение упрощает расчет и обеспечивает достаточную точность результатов.

При гидравлическом расчете исходят из условия турбулентного движения сточной воды. Основные расчетные формулы приведены в *главе 2*.

При расчете труб и каналов, транспортирующих сильно концентрированные производственные сточные воды с высоким содержанием взвешенных веществ, необходимо учитывать транспортирующую способность потока. Она зависит от высоты наполнения - h , м; скорости потока - v , м/с; гидравлической крупности взвеси - u , мм/с и определяется по нижеприведенным формулам (4.1) и (4.2). Содержание фракций взвеси крупнее 0,005 мм - P_v г/л, находится по формуле

$$P_v = (0,0535 / h)(v / 1,2uh^{0,2}) (1 - 1,2uh^{0,2}/v). \quad (4.1)$$

Для определения гидравлической крупности взвеси пользуются экспериментальными данными. Наименьшие уклоны труб и каналов принимают в зависимости от их диаметра и допустимых наименьших скоростей движения сточных вод.

4.4 Разработка и обоснование технологических схем очистки сточных вод

Технологические схемы очистки сточных вод - это принципиальные решения при разработке комплекса сооружений, предназначенных для извлечения из сточных вод примесей, опасных в санитарном отношении или ценных как вторичное сырье. В настоящее время существует большое разнообразие технологических схем. Выбор комплекса сооружений и установление эффективного режима его работы представляют определенные трудности, обусловленные множественностью путей достижения требуемого качества воды.

Расчет необходимой степени очистки показывает, какой эффект задержания загрязняющих веществ необходимо достичь на очистных сооружениях.

На сооружениях механической очистки эффект снижения взвешенных веществ составляет 40-60%, что приводит также к снижению величины $\text{БПК}_{\text{полн}}$ на 20-40%.

Возможен вариант, когда необходимый эффект очистки обеспечивается только сооружениями механической очистки. Такие сооружения могут разрабатываться для поселков городского типа, имеющих водоотводящую систему и расположенных на многоводных реках, при расходе сточных вод не более 10 тыс. $\text{м}^3/\text{сут.}$

Сооружения биологической очистки обеспечивают снижение показателей загрязнений (после аэротенков или биофильтров и вторичных отстойников) по взвешенным веществам и по БПК_5 до 15-20 мг/л.

В технологических схемах биологической очистки применяются биофильтры при расходах сточных вод 10-20 тыс. $\text{м}^3/\text{сут.}$, аэротенки - при расходах от 50 тыс. до 2-3 млн $\text{м}^3/\text{сут.}$

Если расчет необходимой степени очистки сточных вод определяет более высокий эффект, чем могут обеспечить сооружения биологической очистки, то возникает необходимость глубокой очистки сточных вод. Это может быть глубокая очистка от взвешенных, растворенных органических веществ, биогенных элементов - азота и фосфора. Сооружения глубокой очистки должны соответствовать характеру загрязнений, которые необходимо удалить из сточных вод перед их сбросом в водоем. Например, при глубокой очистке сточных вод от растворенных органических веществ доочистка может осуществляться сорбционными методами либо деструктивными - при использовании окислителей. Фильтрация сточных вод обеспечивает снижение взвешенных веществ на 50—80% и т.д.

Выбор методов очистки сточных вод и определение состава сооружений представляют собой сложную технико-экономическую задачу и зависят от

многих факторов: расхода сточных вод и мощности водоема, расчета необходимой степени очистки, рельефа местности, характера грунтов, энергетических затрат и др.

На основании исследований, выполненных в ОАО «НИИКоммунального водоснабжения и очистки воды», разработана технология физикохимической очистки городских сточных вод.

После введения в сточную воду минеральных коагулянтов, отстаивания, фильтрования и аэрации достигается эффективность очистки по ХПК - 78,8‰, по БПК — 91,3‰, по взвешенным веществам - 98,8‰).

Анализируя показатели очистки, можно сделать вывод о высокой эффективности технологии физико-химической очистки городских сточных вод. В ОАО «ЦНИИЭП инженерного оборудования» запроектированы шесть вариантов станций физико-химической очистки сточных вод производительностью 10-25 тыс. м³/сут. Однако, такие сооружения в настоящее время имеют ограниченное применение.

Технология обработки осадков, образующихся в процессах очистки, определяется в зависимости от их свойств, объемов, наличия площадей.

4.5 Технологические схемы очистки сточных вод

Процедуре синтеза технологической схемы очистки должна предшествовать процедура выбора методов очистки и их взаимного расположения между собой.

Технологические схемы очистки сточных вод, основанные на применении седиментационного метода, включают в себя удаления грубодисперсных примесей и отстаивания. Если при расчете необходимой степени очистки сточных вод концентрация взвешенных веществ должна быть снижена на 40-50%, а величина показателя БПК_{полн}, - на 20-30%, то можно ограничиться механической очисткой. Расход сточных вод при такой схеме составляет не более 10 тыс. м³/сут.

Сточная вода, поступающая на очистную станцию, проходит через решетки, песколовки, отстойники и обеззараживается при использовании хлора.

Отбросы с решеток направляются в дробилку и в виде пульпы сбрасываются в канал перед или за решеткой. Возможен вариант вывоза отбросов на полигон. Осадок из песколовок перекачивается на песковые площадки. Из отстойников осадок направляется в метантенки с целью окисления органических веществ. Для обезвоживания сброженного осадка используются иловые площадки, дренажная вода с этих площадок перекачивается в канал перед контактным резервуаром.

4.6. Методы очистки сточных вод

Среди существующих технологических схем очистки сточных вод особое место занимают биологическая очистка с использованием активного ила.

Биохимические процессы при очистке сточной воды различают по следующим признакам: аэробный - анаэробный, криофильный (20 °С) - мезофильный (20-40 °С) - термофильный (50-60 °С), одноступенчатый - многоступенчатый, смешанная культура - селекционная монокультура, одностадийный распад (окисление) - несколько этапов окисления, естественная аэрация - принудительная аэрация различной интенсивности, протекание сточной воды в трубчатом реакторе - в реакторе гомогенного смешения. Типовая схема биологической очистки приведена на рис. 4.1.

Для интенсификации осаждения взвешенных веществ перед первичными отстойниками могут использоваться преаэраторы, в которые подается определенная часть избыточного активного ила в качестве биофлокулятора.

По этой схеме в преаэраторе перед первичными отстойниками направляют избыточный активный ил. При этом вынос активного ила из первичного отстойника компенсирует ту часть ила, направляемого в аэротенки.

Из-за уменьшения объема, а главное - из-за низких значений удельного сопротивления осадка потребность в реагентах при механическом обезвреживании сокращается.

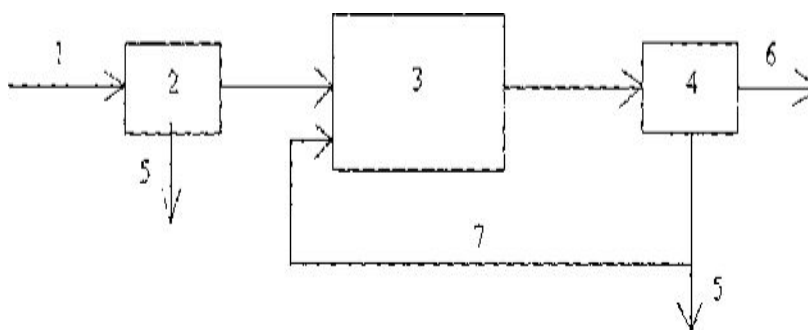


Рис. 4.1. Типовая схема биологической очистки сточных вод:

1 - сточная вода; 2 - первичный отстойник; 3 - аэротенк; 4 - вторичный отстойник; 5 - осадок; 6 - очищенная вода; 7 - избыточный активный ил

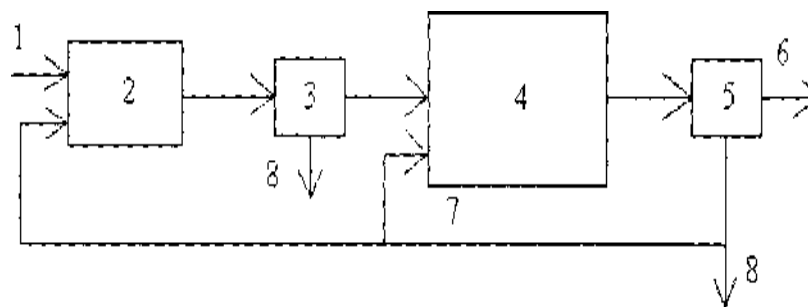


Рис. 4.2. Модифицированная схема биологической очистки сточных вод:

1 - сточная вода; 2 -преаэратор; 3,5 – первичный и вторичный отстойники; 4 - аэробик; 6 - очищенная вода; 7 - избыточный активный ил; 8- осадок из отстойников.

При больших расходах сточных вод - от 50 тыс. м³/сут до 2-3 млн м³/сут и более применяется технологическая схема, приведенная на рис. 4.2. Механическая очистка сточных вод производится на решетках, в песколовках и отстойниках.

Биологическая очистка сточных вод по этой схеме осуществляется в аэротенке. Аэротенк представляет собой открытый резервуар, в котором находится смесь активного ила и осветленной сточной воды.

Для нормальной жизнедеятельности микроорганизмов активного ила в аэротенк должен поступать воздух, который подается воздуходувками, установленными в машинном здании. Смесь очищенной сточной воды и активного ила из аэротенка направляется во вторичный отстойник, где осажается активный ил и основная его масса возвращается в аэротенк. В системе аэротенк - вторичный отстойник масса активного ила увеличивается за счет его прироста, поэтому часть его (избыточный активный ил) удаляется из вторичного отстойника и подается в илоуплотнитель, при этом объем ила уменьшается в 4-6 раз, а уплотненный избыточный ил перекачивается в метантенк. Очищенная сточная вода обеззараживается (обычно хлорируется) в контактном резервуаре и сбрасывается в водоем.

Сброженный осадок из метантенков направляется для механического обезвоживания на вакуум-фильтры или фильтр-прессы. Обезвоженный осадок может подвергаться термической сушке и использоваться в качестве удобрения.

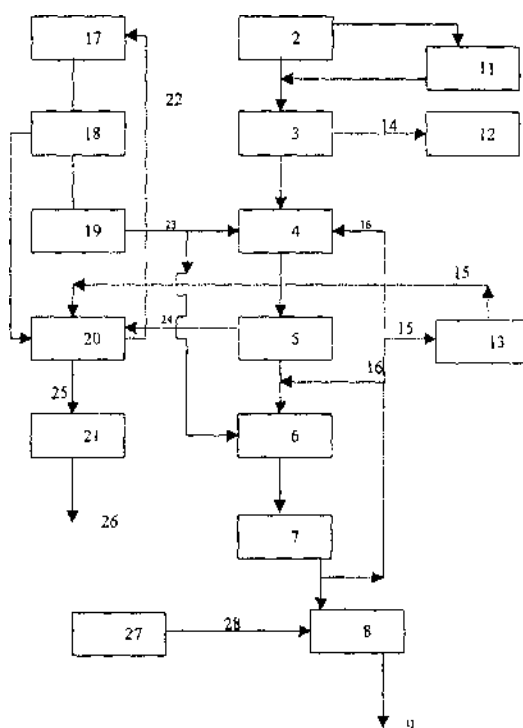


Рис. 4.3. Технологическая схема очистки очистной станции с биологической очисткой сточных вод в аэротенках:

1- сточная вода; 2 - решетки; 3 - песколовки; 4 - преаэраторы; 5 - первичные отстойники; 6 - аэротенки; 7 - вторичные отстойники; 8 контактный резервуар; 9 - выпуск; 10 - отбросы; 11- дробилки; 12 - песковые площадки; 13- илоуплотнители; 14 - песок; 15 - избыточный активный ил; 16 - циркуляционный активный ил; 17 - газгольдеры; 18 - котельная; 19 - машинное здание; 20 - метантенки; 21 - цех механического обезвоживания сброженного осадка; 22 - газ; 23 - сжатый воздух; 24 - сырой осадок; 25 - сброженный осадок; 26-на удобрение; 27 - хлораторная установка; 28 - хлорная вода

На рис. 4.3 приведена технологическая схема биологической очистки сточных вод на биофильтрах. Такие схемы используются для расходов сточных вод порядка 10-20 тыс. м³/сут.

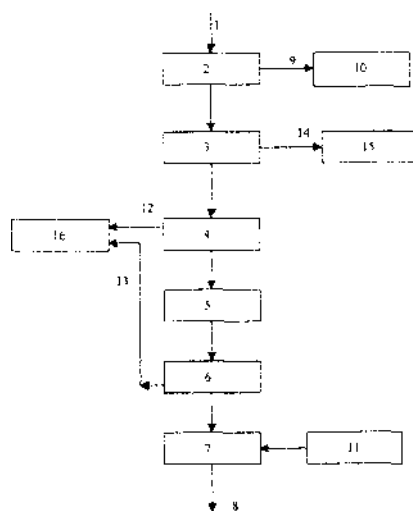


Рис. 4.4. Технологическая схема очистной станции с биологической очисткой сточных вод на биофильтрах:

1 сточная вода; 2 решетки; 3 - песколовки; 4 - первичные отстойники; 5 - био-фильтры; 6 - вторичные отстойники; 7 - контактный резервуар; 8 - выпуск; 9 - отбросы; 10 - дробилки; 11 - хлораторная установка; 12 - осадок из первичных отстойников; 13 - биопленка из вторичных отстойников; 14 - песок; 15 бункер песка; 16 - иловые площадки

После сооружений механической очистки (решетки, песколовки и первичные отстойники) вода поступает на биофильтры и затем во вторичные отстойники, в которых задерживается биологическая пленка (био пленка), выносимая водой из биофильтров, далее вода направляется в контактный резервуар, дезинфицируется и сбрасывается в водоем.

Проходя через фильтрующую загрузку биофильтра, загрязненная вода оставляет в ней взвешенные и коллоидные органические вещества, не осевшие в первичных отстойниках, которые создают био пленку, густо заселенную микроорганизмами. Микроорганизмы био пленки окисляют органические вещества и получают необходимую для своей жизнедеятельности энергию. Таким образом, из сточной воды удаляются органические вещества, а в теле биофильтра увеличивается масса биологической пленки. Отработавшая и омертвевшая пленка смывается протекающей сточной водой и выносится из биофильтра.

Для нормального хода процесса очистки в биофильтрах иногда необходимо осуществлять рециркуляцию осветленной во вторичных отстойниках воды, т.е. подавать перед биофильтрами и смешивать с водой из первичных отстойников. Необходимость рециркуляции определяется расчетом.

Физико-химическая очистка сточных вод применяется в том случае, если исходное качество воды (по системе классификации сточных вод) и условия сброса очищенной сточной воды требуют именно такого подхода.

Согласно оценке качества примесей в исходной воде (табл. 4.1) и происходит выбор схемы очистки. На рис. 4.5 приведена технологическая схема очистных сооружений с физико-химической очисткой сточных вод.

Вода, прошедшая решетки и песколовки, направляется в смеситель, куда в определенных дозах подаются растворы реагентов - минеральных коагулянтов и органических флокулянтов. При введении в сточную воду минеральных коагулянтов образуются оксигидраты металлов, на которых сорбируются взвешенные, коллоидные и частично растворенные вещества.

Флокулянты укрупняют хлопья оксигидратов и улучшают их структурно-механические свойства.

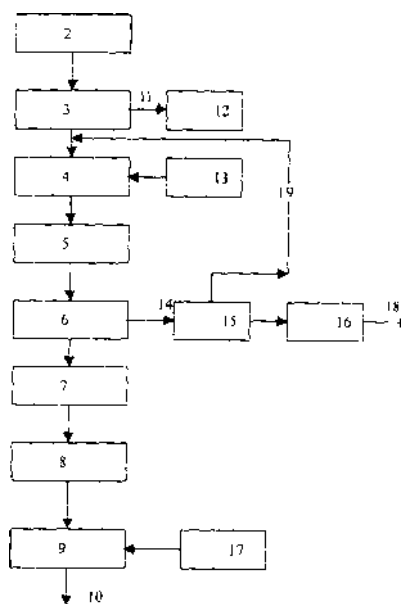


Рис. 4.5. Технологическая схема очистной станции с физико-химической очисткой сточных вод:

1- сточная вода; 2 - решетки; 3 - песколовки; 4 - смеситель; 5 камера хлопьеобразования; 6 - горизонтальные отстойники; 7 барабанные сетки; 8 - фильтры; 9 - контактный резервуар; 10 - выпуск в водоем; 11 песок; 12 бункер песка; 13 - приготовление и дозирование реагентов; 14 осадок; 15 – осадкоуплотнители; 16 - центрифуги; 17 - хлораторная; 18 шлам; 19- отстаенная вода

После камер хлопьеобразования осадки отделяются от очищенной воды в горизонтальных отстойниках. Для глубокой очистки от взвешенных веществ используются барабанные сетки и двухслойные фильтры или фильтры с восходящим потоком воды. Обеззараженная хлором вода сбрасывается в водоем. Осадок из отстойников уплотняется и обезвоживается на центрифугах.

Приведенные технологические схемы широко распространены как в отечественной, так и зарубежной практике, при этом имеются станции, работающие по измененным схемам.

Технологические схемы очистки производственных сточных вод могут решаться при использовании самых разнообразных методов очистки, включая физико-химические методы, биологический метод и т.д. Это зависит от специфики загрязняющих сточные воды веществ, их концентрации и ПДК сброса в городскую канализацию. При разработке технологий очистки производственных сточных вод основной тенденцией должно быть максимальное повторно-оборотное использование очищенных вод на предприятиях. Атмосферные воды с промплощадок могут быть загрязнены такими же веществами, что и производственные, поэтому эти воды с промплощадок очищаются совместно с производственными.

Атмосферные сточные воды с территорий городов могут очищаться на отдельных очистных сооружениях при использовании в основном механических методов. За рубежом атмосферные воды очищаются на городских очистных сооружениях совместно с бытовыми сточными водами, однако и за рубежом в настоящее время определилась тенденция очистки атмосферных вод на автономных очистных сооружениях.

Для очистки сточных вод, которым свойственны колебания по расходам и по концентрациям загрязнений, применяют двухступенчатую схему биологической очистки (рис. 4.6).

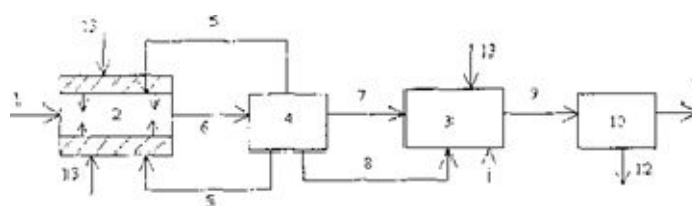


Рис. 4.6. Двухступенчатая схема биологической очистки:

1 - исходная вода после механической очистки; 2 - аэротенк 1-й ступени с регенераторами; 3 - аэротенк 2-й ступени; 4 - отстойник 1-й ступени; 5 - возвратный ил; 6 - смесь воды и ила 1-й ступени; 7 - осветленная вода 1-й ступени; 8 - иловая вода; 9 - смесь воды и ила 2-й ступени; 10 - вторичный отстойник; 11 - осветленная вода 2-й ступени; 12 - избыточный ил; 13 - аэрация

Удельные нагрузки (по БПК_{полн}) между ступенями очистки распределяются следующим образом: 1-я ступень - 700-1100 мг/л O₂; 2-я ступень < 150 мг/л O₂.

Анализируя рассмотренные технологические схемы очистки сточных вод, необходимо отметить, что на практике применяются различные варианты, механической, биологической, физико-химической очистки сточных вод.

4.7. Особенности проектирования сооружений и сетей водоотведения для строительства на просадочных грунтах

классов защитных сооружений. При этом следует различать затопления: глубоководное (глубина свыше 5 м), среднее (глубина от 2 до 5 м), мелко-водное (глубина покрытия поверхности суши водой до 2 м).

Границы территорий техногенного затопления определяют при разработке проектов сооружений водоотведения различного назначения и систем отвода отработанных и сточных вод от промышленных предприятий. При оценке отрицательных воздействий подтопления территории учитывается глубина залегания грунтовых вод, продолжительность и интенсивность проявления процесса, гидрогеологические, инженерно-геологические и геокриологические, медико-санитарные, геоботанические, зоологические, почвенные, агрохозяйственные, мелиоративные, хозяйственно-экономические особенности района защищаемой территории.

При оценке ущерба от подтопления необходимо учитывать застройку территории, классы защищаемых сооружений и объектов, ценность сельскохозяйственных земель, месторождений полезных ископаемых и природных ландшафтов, а также загрязнение грунтовых и поверхностных вод из-за нарушения работы сооружений и сетей водоотведения.

При расположении сооружений и систем водоотведения на прибрежной территории проектируемого водохранилища или другого водного объекта

следует прогнозировать распространение подпора подземных вод при расчетном уровне воды в водном объекте на базе геологических и гидро-геологических изысканий, а на существующих водных объектах - на основе гидрогеологических исследований.

Опыт эксплуатации сетей водоснабжения и водоотведения, построенных на лессовых просадочных грунтах, показывает, что в результате неправильного применения технологий по строительству данных сетей деформировалось большое количество трубопроводов. В процессе деформации разрушаются стыковые соединения трубопровода, увеличиваются утечки воды, что, в свою очередь, вызывает увеличение просадок лессовых грунтов, залегающих в основании сетей и сооружений. Возможная утечка, в том числе и аварийная, вод из сетей водоотведения неизбежно приведет к увлажнению грунтов оснований. В просадочных грунтах локальное увлажнение вызовет неравномерную просадку основания, а это, в свою очередь, неизбежно вызовет дополнительное силовое воздействие на конструкцию трубопроводов и сооружений. В связи с этим возникает необходимость выявления величины ожидаемой деформации лессовых просадочных грунтов в основании сетей водоотведения, вызванной возможными аварийными утечками вод.

В результате сложного комплекса физико-химического взаимодействия сточных вод с лессовыми просадочными грунтами последние принимают новые свойства. Исходные характеристики лессового просадочного грунта при этом претерпевают определенные изменения, связанные с уплотнением в результате увлажнения сложными по составу и свойствам сточными водами. Структурные связи в лессовых просадочных грунтах представляют собой в основном хрупкие необратимые связи, создаваемые различными солями. Солевые структурные связи неустойчивы к увлажнению водой. В грунтах, замоченных кислотными растворами, величина сцепления снижается, а в грунтах, замоченных щелочными растворами, - увеличивается.

По скорости проявления и по величине ожидаемой деформации в лесовом просадочном грунте при его замачивании различными сточными водами могут резко отличаться от просадочных деформаций, возникающих в них при увлажнении водой. Большую роль среди химических реакций играет растворение структурных связей лессовых грунтов при увлажнении их агрессивными сточными водами. В зависимости от характера протекания этих реакций проходят и структурные деформации в лессовых просадочных грунтах.

Природа просадочного процесса в лессовых грунтах обусловлена действием различных факторов, к числу которых наряду с известными, относятся процессы растворения и выщелачивания легкорастворимых и средне-растворимых солей, в результате чего ослабляются кристаллизационные связи, повышается пористость грунта с протеканием значительных просадочных деформаций. В случае утечки при транспортировке сточных вод, содержащих растворенные кислоты или щелочи, наблюдается изменение химических реакций, протекаемых в грунтах оснований трубопроводов. При попадании в грунт щелочных стоков происходит нейтрализация свободной углекислотой и бикарбонатами, в то время как кислоты, взаимодействуя с бикарбонатами кальция, повышают содержание свободной углекислоты.

В зависимости от типа просадочного грунта водоотводящие сети прокладываются либо обычным способом (первый тип), либо с дополнительными требованиями. Необходимым требованием перед началом строительства сетей и сооружений является обеспечение беспрепятственного стока атмосферных вод со всей территории строительной площадки. Во время производства работ устраивается организованный отвод атмосферных вод через постоянно действующие ливневые сети с естественной утрамбованной поверхности. В случае возникновения местной просадки грунта работы прекращаются до устранения источников замачивания грунта и стабилизации просадочного процесса.

При прокладке водоотводящих сетей параллельно фундаментам сооружений расстояние по горизонтали до фундаментов зависит от толщины просадочного слоя грунта и диаметра трубопровода.

В стесненных условиях трубопроводы прокладывают в водонепроницаемом канале с уклоном канала в сторону контрольного колодца не менее 0,02.

При прокладке сетей водоотведения грунты второго типа по просадочности уплотняют на глубину 20-30 см для случая возможной просадки от собственного веса грунта до 40 см. Для ожидаемой величины просадки более 40 см кроме уплотнения сооружают водонепроницаемое основание с дренажным слоем толщиной 10 см, отводящим аварийные воды в нейтральные колодцы и устройства. В месте стыковых соединений траншею углубляют вытрамбовыванием.

При просадке грунта более 40 см для самотечных трубопроводов систем водоотведения применяются керамические, напорные и безнапорные железобетонные и асбестоцементные трубы. Для напорных трубопроводов используются чугунные и напорные полиэтиленовые трубы.

Для технического обслуживания и осуществления контроля за утечками из трубопроводов устанавливают контрольные колодцы. Основания под колодцы при прокладке в просадочных грунтах 2-го типа уплотняют на глубину до 1 м с устройством водонепроницаемого днища и стен, расположенных ниже трубопроводов. Внутреннюю поверхность колодцев гидроизолируют двумя слоями горячего битума по предварительно огрунтованной поверхности. Конструкция заделки труб в стенки колодцев должна обеспечивать плотное соединение и независимость между просадками колодца и трубопровода. Обратную засыпку пазух котлована производят только местным глинистым грунтом слоями толщиной по 0,2 м с уплотнением каждого слоя при оптимальной влажности грунта, указанной в проекте. Плохое уплотнение пазух приводит к появлению дополнительных боковых усилий, смещению или сдвигу трубопровода или строительных

конструкций. Конструкции канализационных выпусков из сооружений в условиях просадочных грунтов имеют свои особенности, определяемые условиями работы сооружений. Высоту отверстия для трубопровода определяют по формуле

$$B = h + d_H + 100 \text{ мм},$$

где h - высота, устанавливаемая конструктивным расчетом в зависимости от возможной просадки сооружения, мм; d_H - наружный диаметр трубопровода с учетом гидроизоляции и покровного слоя, мм.

Диаметр отверстия под трубу принимают обычно равным 400 мм. Стенку, как правило, обмазывают горячим битумом в 2-3 слоя и устраивают глиняный замок толщиной не менее 500 мм. Отверстие в стене заполняют гранулированной минеральной ватой на битумной мастике с добавлением 5% каучукового латекса или резинового клея. В качестве связующего компонента можно использовать раствор битума на уайт-спирите (52%) или бензина (22%) с добавлением мелкого заполнителя (26%). Трубопровод, примыкающий к зданию, устанавливают не менее чем на 500 мм выше подошвы фундамента. Зазор между трубопроводом и перемычкой над проемом должен составлять не менее 200 мм.

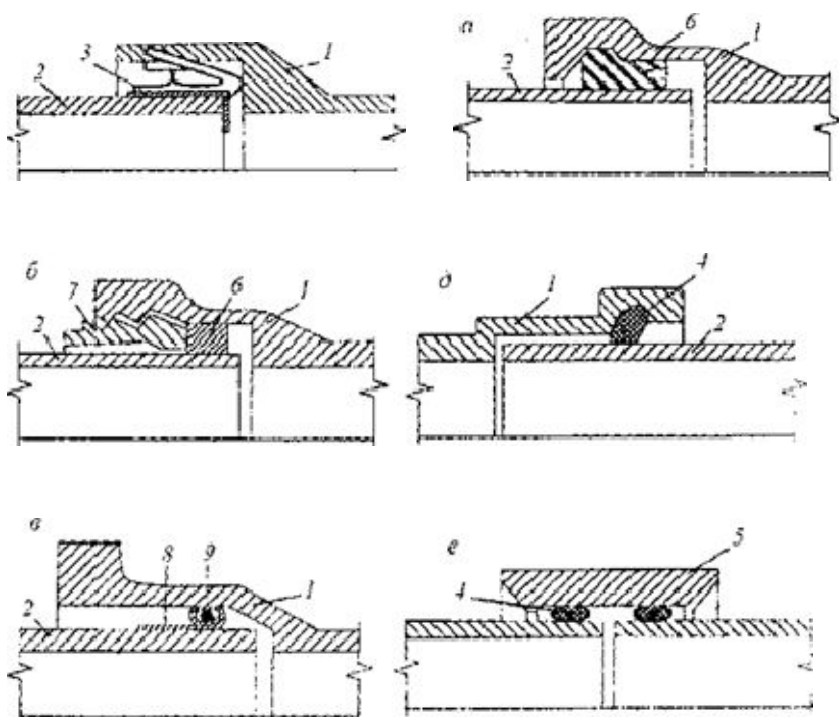


Рис. 4.7. Стыковые соединения подземных трубопроводов:
а б, в, г, д - чугунных раструбных для труб диаметром до 300 мм; *е* - с асбестоцементных: *1* - раструб, *2* - гладкий конец, *3* - фигурный эластичный уплотнитель из фенолформальдегидной синтетической резины, *4* - резиновое кольцо, *5* - муфта, *6*- резиновое самоуплотняющееся и уплотнительное (круглого сечения) кольцо, *7*- упорная металлическая муфта, *8* - резиновая накатная прокладка, *9* - кольцо

4.8. Проектирование водоотводящих систем на просадочных грунтах

В состав мероприятий, устраняющих или уменьшающих деформации оснований, сложенных просадочными грунтами, входят: глубинное уплотнение с предварительным замачиванием нижних слоев грунта (в том числе глубинными взрывами), регулируемое замачивание, а также другие методы, проверенные на практике; прорезка толщи свайными фундаментами из забивных, набивных, буронабивных и других типов свай, а также столбами или лентами из грунта, закрепленного химическим, термическим или другими способами; уплотнение грунта тяжелыми трамбовками или устройством грунтовой подушки, препятствующей замачиванию грунтов сверху; водозащитные мероприятия, снижающие вероятность замачивания грунтов и величину просадки, а также уменьшающие вероятность подтопления территорий и подъема уровня подземных вод.

Уплотнение просадочных грунтов предварительным замачиванием (в том числе глубинными взрывами) следует применять при просадочных толщах глубиной свыше 8 м для устранения просадочности грунтов в нижних слоях толщи, снижения их деформативности и повышения несущей способности.

Водоотводящие сети и сооружения на основаниях, уплотненных предварительным замачиванием (в том числе с использованием глубинных взрывов), проектируют с учетом неравномерных осадок грунтов от внешней нагрузки и продолжительности их консолидации.

При одностадийном замачивании просадочных грунтов сети и сооружения проектируют с учетом неравномерных осадок замоченного грунта под действием внешней нагрузки, а в грунтовых условиях II типа по проса-

дочности - на деформационное воздействие неравномерного оседания грунтов от собственного веса.

При двухстадийном замачивании просадочных грунтов сети и сооружения проектируют с учетом неравномерных осадок от внешней нагрузки, исходя из условия завершения оседания грунтов от собственного веса в период предварительной стадии замачивания.

Свайные фундаменты под трубопроводы и сооружения на просадочных грунтах проектируют с полной прорезкой всех слоев просадочных и других видов грунтов, прочностные характеристики которых снижаются при замачивании. Концы свай должны опираться на малосжимаемые грунты (скальные, крупнообломочные с песчаным заполнителем, плотные и средней плотности песчаные и пылевато-глинистые).

Частичное устранение просадочных свойств грунтов в верхней части просадочной толщи рекомендуется применять в сочетании с водозащитными и конструктивными мероприятиями: уплотнение тяжелыми трамбовками для устранения просадки грунтов в пределах всей или части деформируемой зоны основания; создание в основании сооружения сплошного маловодопроницаемого экрана, препятствующего интенсивному замачиванию нижележащих просадочных грунтов; повышение плотности, прочностных характеристик и уменьшение сжимаемости грунтов при последующем их водонасыщении; уплотнение грунтов тяжелыми трамбовками допускается на расстоянии от существующих зданий и сооружений, достаточном для устранения влияния на них динамических воздействий; устройство грунтовых подушек из местных глинистых грунтов с послойным уплотнением и заменой просадочного грунта в пределах всей или части деформируемой зоны.

Допускается устройство двухслойного основания, включающего уплотнение грунта тяжелыми трамбовками, и грунтовой подушки.

Водозащитные мероприятия при строительстве сооружений и сетей водоотведения на просадочных грунтах предусматривают для предот-

вращения или снижения вероятности замачивания основания сооружений и развития неравномерных осадок и просадок грунтов, контроля за состоянием водонесущих сетей и для возможности их осмотра и ремонта.

Канализационные выпуски на участках между зданием (сооружением) и контрольным колодцем должны быть проложены в водонепроницаемых железобетонных каналах.

Примыкание каналов к фундаментам зданий и сооружений должно быть герметичным, его следует выполнять с учетом возможных просадок канала и фундамента здания (сооружения). Минимальные расстояния в плане от наружных поверхностей канализационных труб до граней фундаментов следует принимать: в грунтовых условиях I типа по просадочности - не менее 5 м; в грунтовых условиях II типа по просадочности - по табл. 4.3.

Таблица 4.3 - Минимальные расстояния в плане от наружных поверхностей труб до кромки фундаментов

Толщина слоя просадочного грунта, м	Расстояние, м, при диаметре труб, мм		
	до 100	св. 100 до 300	св. 300
До 12	5	7,5	10
Св. 12	7,5	10	15

Прокладка трубопроводов предусматривается в водонепроницаемых каналах с уплотнением дна траншей и с обязательным устройством выпусков аварийных вод из каналов в колодцы с удалением из них воды.

Водозащиту просадочных грунтов следует дублировать установкой предохранительных и сигнализационных устройств в системах сброса аварийных вод. При утечках воду из контрольных колодцев следует откачивать, а при наличии местных условий - сбрасывать самотеком на участки территорий, не подлежащих застройке.

Сооружения башенного типа (метантенки, газгольдеры и др.) проектируют на основе жестких конструктивных схем.

При расчетных кренах башенных сооружений, превышающих предельные, необходимо увеличивать размеры подошвы фундамента, опускать, по возможности, центр тяжести сооружения, предусматривать вантовые устройства, а также мероприятия по выравниванию сооружения.

Протяженные подземные сооружения (тоннели, каналы, переходы и т.п.) проектируют: в продольном направлении - по податливым схемам с разрезкой деформационными швами на отдельные жесткие отсеки; в поперечном направлении - по податливым и жестким конструктивным схемам.

Длину отсеков протяженных подземных сооружений принимают в зависимости от несущей способности конструкции, величин нагрузок и воздействий от деформаций основания.

Деформационные швы между смежными отсеками необходимо защищать от попадания подземных вод с применением упругих заполнений, компенсационных вставок и т.п.

Продольные уклоны протяженного подземного сооружения, предусматриваемые для отвода аварийных вод, устанавливают с учетом уклонов земной поверхности.

Емкостные заглубленные сооружения, возводимые на подрабатываемых территориях, проектируют по податливым, комбинированным или жестким конструктивным схемам. Податливая конструктивная схема осуществляется устройством, приспособленным к неравномерным деформациям основания податливых водонепроницаемых швов на стыках сборных конструктивных стен, а также в их соединениях с покрытием, днищем и перегородками.

Проектирование открытых емкостных заглубленных сооружений осуществляется по жестким и комбинированным конструктивным схемам. Открытые емкостные заглубленные сооружения, имеющие стационарное оборудование, проектируются по жестким схемам.

Открытые заглубленные ёмкостные сооружения, не имеющие стационарного оборудования, проектируют: прямоугольными в плане - по жесткой конструктивной схеме; круглыми - по жесткой конструктивной схеме при

наличии подземных вод и по комбинированной - с днищем, отсеченным от стен деформационным швом, при отсутствии подземных вод.

При проектировании емкостных заглубленных сооружений для строительства на площадках с высоким уровнем подземных вод конструкции податливых швов должны обеспечивать восприятие двухстороннего гидростатического давления.

Расстояние от сооружений систем водоотведения, проектируемых для строительства на просадочных грунтах, до фундаментов зданий должно быть: при грунтовых условиях I типа по просадочности - не менее полуторной толщины просадочного слоя; при грунтовых условиях II типа по просадочности при водопроницаемых подстилающих грунтах - не менее полуторной толщины просадочного слоя, при водонепроницаемых не менее трехкратной толщины этого слоя (но более 40 м).

Прочность трубопроводов проверяется при совместном действии нагрузок, возникающих в обычных условиях строительства, а также с учетом воздействий от подработки или просадки грунтов.

4.9. Показатели водоотведения на подтапливаемых территориях

На площадках с различным сочетанием групп территорий, как правило, следует учитывать размещение функциональных зон и отдельных сооружений, строительство которых может быть обеспечено с применением строительных мер защиты.

При проектировании инженерной защиты территории от затопления и подтопления надлежит разрабатывать комплекс мероприятий, обеспечивающих предотвращение затопления и подтопления территорий в зависимости от требований их функционального использования и охраны природной среды или устранение отрицательных воздействий затопления и подтопления.

Защита территории населенных пунктов и систем их жизнеобеспечения, а также промышленных объектов должна обеспечивать:

- бесперебойное и надежное функционирование и развитие городских, градостроительных, производственно-технических, коммуникационных, транспортных объектов, зон отдыха и других территориальных систем и отдельных сооружений народного хозяйства;
- нормативные медико-санитарные условия жизни населения;
- нормативные санитарно-гигиенические, социальные и рекреационные условия защищаемых территорий;
- исключение возможности техногенного затопления и подтопления территорий, вызываемых разработкой месторождений полезных ископаемых.

В качестве основных средств инженерной защиты предусматривают обвалование, искусственное повышение поверхности территории, руслорегулирующие сооружения и сооружения по регулированию и отводу поверхностного стока, дренажные системы и отдельные дренажи и другие защитные сооружения.

В качестве вспомогательных средств инженерной защиты используют естественные свойства природных систем и их компонентов, усиливающие эффективность основных средств инженерной защиты. К последним относятся повышение водоотводящей и дренирующей роли гидрографической сети путем расчистки русел и стариц, фитомелиорацию, агролесотехнические мероприятия и т.д.

В состав проекта инженерной защиты территории включают организационно-технические мероприятия, предусматривающие обеспечение пропуска весенних и летних паводков.

Единые комплексные территориальные системы инженерной защиты проектируют независимо от ведомственной принадлежности защищаемых территорий и объектов.

Расчетные параметры затоплений пойм рек следует определять на основе инженерно-гидрологических расчетов в зависимости от принимаемых классов защитных сооружений. При этом следует различать затопления:

глубоководное (глубина свыше 5 м), среднее (глубина от 2 до 5 м), мелко-водное (глубина покрытия поверхности суши водой до 2 м).

Границы территорий техногенного затопления определяют при разработке проектов сооружений водоотведения различного назначения и систем отвода отработанных и сточных вод от промышленных предприятий. При оценке отрицательных воздействий подтопления территории учитывается глубина залегания грунтовых вод, продолжительность и интенсивность проявления процесса, гидрогеологические, инженерно-геологические и геокриологические, медико-санитарные, геоботанические, зоологические, почвенные, агрохозяйственные, мелиоративные, хозяйственно-экономические особенности района защищаемой территории.

При оценке ущерба от подтопления необходимо учитывать застройку территории, классы защищаемых сооружений и объектов, ценность сельскохозяйственных земель, месторождений полезных ископаемых и природных ландшафтов, а также загрязнение грунтовых и поверхностных вод из-за нарушения работы сооружений и сетей водоотведения.

При расположении сооружений и систем водоотведения на прибрежной территории проектируемого водохранилища или другого водного объекта следует прогнозировать распространение подпора подземных вод при расчетном уровне воды в водном объекте на базе геологических и гидрогеологических изысканий, а на существующих водных объектах - на основе гидрогеологических исследований.

5. ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ОХРАНЕ ВОДНОЙ СИСТЕМЫ БАССЕЙНА р.ЧУ

5.1 Экономическая эффективность автоматизации и диспетчеризации канализационных насосных станций г. Чу

Основными задачами предприятий являются снижение затрат и повышение надежности и эффективности производственного процесса. Рассмотрим их на опыте внедрения системы автоматизации и диспетчеризации в службе КГП города Чу, представляющей собой территориально распределенную систему из 4 канализационных насосных станций [139,140], удаленных от ЦДС на различные расстояния (до 4,2км). Канализационные насосные станции расположены в городском массиве. До внедрения системы автоматического управления и диспетчеризации на каждой КНС дежурный наблюдал за технологическим процессом в течение суток, имелась простая логическая автоматика, следившая за уровнем сточных вод в резервуаре. В случае появления аварийной ситуации дежурный вызывает аварийную бригаду.

В таблице 5.1 - приведена техническая характеристика основного установленного электронасосного оборудования в КНС, дан краткий анализ технического и технологического состояния по каждой КНС.

Таблица 5.1 - Техническая характеристика основного установленного электронасосного оборудования в КНС

№	Характеристика насоса				Характеристика эл. двигателя			Расстояние до ЦДС, км
	Марка насоса	Год установки	Q, м ³ /час	H, м	Тип эл. двигателя	N, кВт	H, об/мин	
КНС – 1 (Туберкулезная больница)								
1	ФГ 216/240	1980	216	24	A-72-2	40	1450	4,2

КНС – 2 (Областная поликлиника)								
2	ФГ 3Ф-12	1979				40	1450	1,1
КНС – 3 (Самаркандская)								
3	ФГ 216/24 0	1986	216	2 4	A-72-2	40	1450	3,0
КНС – 4 (Родильный дом «Мать и дитя»)								
4	СМ 100-65- 200/2	1999	100	5 2	4A200M2Y 3	37	2900	4,0

Четыре КНС подкачивают 1% стоков города в самотечный коллектор. Основные производственные показатели работы КНС города приведены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Основные производственные показатели работы КНС

Показатели	Ед. изм.	2003г.	2004г.	2005г.	2006г.	2007г.
Расход электроэнергии	кВт·ч	8135	10424	16800	27100	22606
Расход сточной воды (факт)	м ³	25114,8	21196,6	19929,8	17274,5	16381,9
Удельный расход электроэнергии	кВт·ч/м ³	0,32	0,49	0,97	1,57	1,38

Оказалось, что при эксплуатации КНС могут возникнуть следующие неисправности: выход из строя электродвигателя насоса вследствие заклинивания рабочего колеса, обрыва одной фазы питания, затопления

электродвигателя насоса; предаварийная работа насосного агрегата - завоздушивание, увеличение рабочего тока электродвигателя насоса, выход напряжения питания за предельно допустимые границы, понижение температуры воздуха в помещении КНС ниже допустимой.

При возникновении аварии на КНС необходимо: в кратчайшие сроки сообщить диспетчерской службе об аварии, принять решение о переводе на резервное оборудование, устранить аварию. Как правило, дежурный по КНС находится один вопреки нормам техники безопасности и не имеет права производить оперативные работы. Квалификация дежурного невысокая, поэтому он может ошибаться при принятии решения в аварийной ситуации. Кроме того, часто серьезные аварии происходят в отсутствие дежурного.

В результате внедрения САУ и диспетчеризации решаются задачи объективного управления КНС, и необходимо только обслуживание САУ, что можно осуществлять небольшим количеством специалистов КИПиА.

Методика расчета

Экономия средств КПП г.Чу определяется по статьям затрат, связанным с постоянным пребыванием людей на станциях перекачки сточных вод:

1. Статья «Заработная плата, налоги к заработной плате, расходы на социальные нужды» [86]:

$$P_{з/п} = \sum_{i=1}^h [\text{ФОТ} * \text{СН} * K_{\text{чел}} * M] + \text{Пр} + \text{Соц} K_{\text{чел}} * M,$$

где ФОТ - фонд оплаты труда, надбавки за вредность, работу в ночное время и прочие надбавки (премии), относящиеся в целях налогообложения к производственной стоимости;

СН - социальный налог - 35,6 %;

$K_{\text{чел}}$ - количество человек, работающих на данной КНС;

М - число месяцев в году, М=12;

Пр - надбавки (премии), не относящиеся в целях налогообложения к производственной себестоимости;

Соц - расходы на социальные нужды, включая спецодежду; п - количество КНС, на которых предполагается внедрение системы телеавтоматики.

Расходы (при отсутствии премий Пр=0) по четырем КНС, на каждой из которых работают, например, 1 человек, согласно формуле (240), составляют:

$$\begin{aligned} P_3/p &= 19800 - 1,3 \cdot 56 - 1 - 12 \cdot 4 + 0 - 12 + 20000 - 12 \cdot 4 = \\ &= 1288742 + 960000 = 2248742 \text{ тенге/год.} \end{aligned}$$

2. Затраты на поддержание температуры внутри объектов в соответствии с санитарными нормами и «Положением по определению расчетного количества тепла на нужды отопления, вентиляции, горячего водоснабжения»:

$$Q_{0.\text{год}} = V_k L q_0 (t_{\text{вн}} - t_{\text{ср.о}}) n_0 - 1,1 \cdot 10^{-6},$$

где V_k - строительный объем здания, м³;

L - поправочный коэффициент при $t_{\text{нор}} M >$ равный 0,93;

q_0 - удельная отопительная характеристика зданий, ккал/(м³·ч);

$t_{\text{вн}}$ - расчетная внутренняя температура, °С;

$t_{\text{ср.о}}$ - средняя температура наружного воздуха отопительного периода (-8,6°С);

n_0 - продолжительность отопительного периода, равная 4056 час;

1,1 - коэффициент, учитывающий воздействие ветра (принять согласно справке гидрометеослужбы).

При средних строительных объемах КНС годовое теплопотребление составляет около 16,2 Гкал, стоимость 1 Гкал - 1900 тенге, для четырех перекачивающих КНС оплата отопления составляет 123120 тенге/год.

Так как работа системы телеавтоматики не требует постоянного присутствия людей на объектах, температуру внутри здания можно поддерживать на уровне $5 \pm 7^{\circ}\text{C}$ (температура эксплуатации оборудования) вместо положенных $12 \pm 15^{\circ}\text{C}$ (насосные станции). Поэтому годовую норму расхода тепла умножают на понижающий коэффициент:

$$X = (t_{\text{вн}} - t_{\text{ср.о}}) / (t_{\text{вн.расч}} - t_{\text{ср.о}})$$

$$X = (6 + 8,6) / (15 + 8,6) = 0,62$$

Тогда стоимость отопления составит 76334,4 тенге.

Экономия средств на отопление равна 38%, что составляет 6,16 Гкал/год на одно КНС, или около 11704 тенге, следовательно, для четырех КНС - 46816 тенге.

3. Затраты на устранение аварий (затопление насосных), вызванных субъективными факторами (несанкционированным отсутствием персонала, низкой квалификацией, отсутствием оперативной информации у диспетчера), отказами техники по причине старения.

Стоимость устранения одной аварии (затопление насосной) составляет примерно 1500 тыс. тенге (по данным КГП г.Чу, количество аварий в год в среднем составляет 1).

Стоимость устранения аварий в год:

$$1 \cdot 1500000 = 1500000 \text{ тенге/год.}$$

Годовые затраты на обслуживание и устранение аварий в настоящее время составляют (без учета транспортных амортизационных расходов):

$$Q = P_3/P + \text{оплата тепла} + \text{затраты на устранение аварий} =$$

$$2248742 + 123120 + 1500000 = 3761062 \text{ тенге/год.}$$

4. Стоимость полного цикла внедрения автоматизации технологического процесса на четырех КНС составит 9000000 тенге. Стоимость внедрения диспетчеризации - 1750000 тенге (без фактических монтажных работ и замены насосных агрегатов по фактическим затратам). Соответственно, для четырех КНС это составит:

$$9000000 + (1750000 \cdot 4) = 16000000 \text{ тенге.}$$

5. Расходы на содержание специалистов, обслуживающих САУ, и диспетчеризацию на четырех КНС:

дежурный персонал - 4 чел., начальник подразделения - 1 чел., дополнительный специалист - 1 чел. Итого 6 чел.

$$РЗ/п(обслуж) = 19800 \cdot 1,356 \cdot 12 \cdot 6 + 20000 \cdot 12 \cdot 6 = 3373114 \text{ тенге/год.}$$

Тогда, при затратах на внедрение САУ и диспетчеризацию, снижение затрат на отопление КНС и зарплату обслуживающему персоналу, срок окупаемости системы составляет:

$$(3373114 \text{ (з/п обслуж.)} + 76334 \text{ (за тепло)} + 16000000 \text{ (внедрение)}) / ((2248742 \text{ (ст. з/п)} + 123120 \text{ (за тепло)} + 1500000 \text{ (устр. аварий)))} \text{ срок окупаемости} = 1,02 \text{ год.}$$

Окупаемость системы автоматизации и диспетчеризации на четырех КНС г. Тараз составит около 1 года.

Таким образом, после срока окупаемости экономический эффект от внедрения АСУ составит более 422 тыс. тенге в год.

Экономические показатели приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 - Сравнительные экономические показатели КНС г. Чу

Заработная плата обслуживающего персонала, тыс.	Затраты на поддержание эксплуатационных	Затраты на устранение аварий, тыс.	Затраты на внедрение АСУ,
---	---	------------------------------------	---------------------------

тенге	параметров, тыс. тенге	тенге	тыс. тенге
До внедрения АСУ			
2248,742	123,120	1500	-
После внедрения АСУ			
3373,114	76,334	-	16000

Срок окупаемости года

$$T = (Z_1 + W_1 A / 32 + W_2 + Z) = (3373,114 + 76,334 + 16000 / 2248,742 + 123,120 + 1500) = 5,02$$

где Z_1 и Z_2 - соответственно заработная плата до и после внедрения;

W_1 и W_2 - затрата на отопление соответственно до и после внедрения;

A - стоимость внедрения;

Z - затраты на устранение аварий.

Экономическая эффективность после окупаемости 422 тыс. тенге в год.

5.2 Экономическая эффективность от внедрения АРМ «Расчет ПДС»

Под экономической эффективностью понимается целесообразность применения средств вычислительной и организационной техники при формировании, передаче и обработке данных. Экономическая эффективность рассчитывается для оценки целесообразности расчета ПДС с использованием ЭВМ. Ее определение связано с недостаточным количеством ресурсов, использование которых неравно эффективно для различных целей. Основными показателями экономической эффективности являются годовая экономия C , годовой экономический эффект $\mathcal{E}$ год, коэффициент

экономической эффективности капитальных вложений E_p , и срока окупаемости tr . Для их определения сравним два варианта обработки информации: обработки информации вручную и с помощью компьютера. Экономическая эффективность напрямую зависит от выбранного компьютерного оборудования и программного обеспечения.

Первый вариант: обработка вручную.

$K_1 = 0$, т.е. капитальных вложений нет.

Текущие затраты для ручной обработки:

$$C_1 = C_{з/п} + C_{мат}$$

где $C_{з/п}$ — заработная плата работника, ведущего расчет ПДС;

$C_{мат}$ - стоимость расходных материалов в год, $C_{мат} = 4800$ тенге.

Расчет проводит 1 работник, ведущий специалист с заработной платой 30000 тенге в месяц. Отсюда:

$$C_{з/п} = 30000 * 12 = 360000 \text{ тенге.}$$

$$C_1 = 360000 + 4800 = 364800 \text{ тенге.}$$

Второй вариант: с использованием компьютерного обеспечения.

$$K_2 = K_{вт} + K_{ппп} + K_{Проект} + K_{обучен}$$

где $K_{вт}$ - стоимость вычислительной техники и оборудования,

$$K_{вт} = 54654 \text{ тенге;}$$

$K_{ппп}$ - стоимость АРМ «Расчет ПДС», $K_{ппп} = 10000$ тенге;

$K_{Проект}$ - стоимость обследования предприятия, разработки и внедрения программ;

$K_{обучен}$ - расходы на обучение персонала.

Проектирование и внедрение поручается программисту. Его оклад составляет 18000 тенге, что было отнесено на $K_{\text{проект}} = 25000$ тенге. Так как обучение проводит тот же программист, то в $K_{\text{обуч}}$ включим только стоимость приобретенной литературы $K_{\text{обуч}} = 1000$ тенге.

Тогда

$$K_2 = 54654 + 10000 + 25000 + 1000 = 90654 \text{ тенге}$$

$$C_2 = C_{\text{з/п}} + C_{\text{ам}} + C_{\text{эл/эн}} + C_{\text{мат}},$$

где $C_{\text{з/п}}$ - годовой фонд заработной платы работника;

$C_{\text{ам}}$ - затраты на амортизацию компьютеров и оборудования;

$C_{\text{эл/эн}}$ - затраты на электроэнергию: потребляемая мощность компьютера 450Вт/ч, принтера - 120Вт/ч.

При автоматизации расчета ПДС остается только программист.

$$C_{\text{з/п}} = 25000 * 12 = 300000 \text{ тенге.}$$

$$C_{\text{ам}} = 50654 * 0,25 + 14000 * 0,33 = 17283,5 \text{ тенге}$$

Стоимость 1кВт/ч=7,73тенге. Фонд использования компьютеров 1 час в день * 24 рабочих дня в месяце * 12 месяцев =288 часов, фонд использования принтеров 0,5 час в день * 24 рабочих дня в месяц * 12 месяцев =144 часов.

$$C_{\text{эл/эн}} = 288\text{ч} * 0,45 \text{ кВт/ч} * 7,73\text{тенге/кВт/ч} +$$

$$+ 144\text{ч} * 0,12\text{кВт/ч} * 7,73\text{тенге/кВт/ч} = 1135,38 \text{ тенге}$$

$$C_{\text{мат}} = 9000 \text{ тенге}$$

$$C_2 = 300000 + 17283,5 + 1135,38 + 9000 = 327418,18 \text{ тенге}$$

Найдем C - годовую экономию:

$$C = C_1 - C_2$$

$C = 364800 - 327418,88 = 37381,12$ тенге, т.к. $37381,12 > 0$, то использование ЭВМ при учете труда выгоднее, чем вести учет вручную.

Определим годовой экономический эффект:

$$\text{ЭГ} = Z_1 - Z_2,$$

где $Z_1 = C_1$, т.к. $K_1 = 0$

$$Z_2 = C' + E_n * K_2,$$

где E_n - нормативный коэффициент использования ЭВМ,

$$E_n = 0,35$$

$$C' = C_2 - C_{\text{косв}}$$

$$C' = 327418,88 - 51000 = 276386,88 \text{ тенге}$$

$$C_{\text{косв}} = 51000 \text{ тенге}$$

$$Z_1 = 364800 \text{ тенге},$$

$$Z_2 = 276386,88 + 0,35 * 90654 = 308147,78 \text{ тенге}$$

$$\text{ЭГ} = 364800 - 308147,78 = 56652,22 \text{ тенге}$$

$$E_p = (C_1 - C') / (K_2 - K_1)$$

$$E_p = (364800 - 276386,88) / (90654 - 0) = 0,97$$

$0,97 > 0,35$, т.е. внедрение ЭВМ целесообразно.

Экономические показатели от внедрения АРМ «Расчет ПДС» приведены в таблице 5.4.

Таблица 5.4 - Экономические показатели от внедрения АРМ «Расчет ПДС»

№	Экономические показатели	Единица измерения	Значение показателей
1	Стоимость затрат до внедрения АРМ	Тенге	364800
2	Стоимость затрат после внедрения АРМ	Тенге	327418
3	Годовой экономический эффект	Тенге	56652

Акты внедрения по результатам настоящих исследований приведены в предложениях Д, Е, Ж, К, Л, М, Н.

Выводы по пятой главе

Согласно данным промышленных стоков по г. Шымкент по 18 - ти нормируемым показателям сточных вод рассчитаны общий потенциальный ущерб, фактический ущерб и предотвращенный ущерб.

Расчеты показали, что ущерб от неэффективности очистных сооружений г. Шымкент на сегодняшний день порядка 45, 9 млн. тенге.

При внедрении САУ и диспетчеризации на канализационных насосных станциях увеличиваются межремонтные интервалы оборудования; снижаются эксплуатационные затраты и величина пусковых токов электродвигателей до уровня номинальных, что исключает вредное воздействие их на питающую сеть; исключаются гидроудары в гидравлической сети и существенно снижаются динамические воздействия на технологическое оборудование и сети; обеспечивается защита от

серьезных аварий и, как следствие, исключаются затраты на ремонт оборудования; значительно увеличивается ресурс работы оборудования.

Расчет экономической эффективности от внедрения АРМ «Расчет ПДС» показал, что использование ЭВМ при учете труда выгоднее, чем вести учет вручную. По нашим разработкам внедрена система автоматизации технологического процесса подачи воды в г. Шымкент.

По городу Чу внедрено автоматическое управление (САУ) системы водоотведения. Это позволяет ежегодно экономить порядка 422 тысячи тенге в год.

Заключение

Краткие выводы по результатам диссертационного исследования

1. Проведен сбор и анализ представительной информации по всем видам техногенных аварий на основных элементах систем водоотведения по городам Южного Казахстана. На основе оценки и сравнения этих отказов с аналогичными системами водоотводящими системами произведена классификация отказов, приводящих к экологическим последствиям с учетом сейсмоопасности региона. Выявлен основной элемент - водоотводящая сеть (трубопроводы), подверженный наибольшему риску отказов при равных условиях эксплуатации.

Выявлены проблемы экологической надежности функционирования систем сбора, отвода поверхностных стоков.

Впервые установлено влияние неучтенных стоков на режим работы с определением их объемов, поступающих в водоотводящие системы.

Установлен их объем для г.Чу, не имеющего дождевой (ливневой) сети, на уровне 20-25% годового объема стоков.

2. Впервые разработаны математические модели функционирования водоотводящей системы. Определены основные показатели, характеризующие экологическую надежность системы водоотведения. Установлены теоретические законы распределения времени безаварийной работы сети и времени ее восстановления в рабочее состояние. Аналитически установлено оптимальное число аварийных бригад. Теоретически определена и на примере показана методика расчета показателей безаварийной работы канализационных насосных установок.

Впервые разработана методика расчета показателей экологической безопасности водоотводящих сетей - времени восстановления сети после аварии с учетом времени для замены устаревших (изношенных) труб. Рассчитан коэффициент старения труб α .

3. Определен коэффициент, позволяющий связать количество аварий на стареющих элементах сети с явным выражением потока отказов через диаметр и уклон труб, что облегчает определение своевременности и очередности мероприятий по модернизации системы водоотведения.

Опытным путем установлены параметр q - минимальное превышение водоснабжения над водоотведением, а также коэффициент, учитывающий приток дренажных и инфильтрационных притоков в водоотводящую сеть для города Чу.

4. Составлены уравнения материального потока и режима движения сточных вод в аэротенках с применением математических моделей Моно и Герберта, и математическая модель обеззараживания стоков ультрафиолетовыми лучами и озоном.

Приведен новый показатель - корректирующий коэффициент, учитывающий трансформацию очищаемого потока в процессе фильтрования в зависимости от фактической концентрации нитрита, аммиака, фосфата, нитрата, взвешенного вещества, БГЖ, ХПК и сульфата в водоемах.

5. По экспериментальным данным определены предельно-допустимые сбросы загрязняющих веществ для прудов - накопителей и разработана программа «Расчет ПДС».
6. Для комплексного анализа водной среды рекомендованы универсальные показатели: степень ущерба от относительной массы загрязнителя; модифицированная функция M_p - учитывающая сумму показателей загрязнителей; весовой множитель W_p - соответствующий различным степеням аварий на системах, загрязняющих водоемы; показатель K_0 - учитывающий ухудшение качества окружающей среды; показатель эффективности $\mathcal{E}$ - учитывающий степень надежности и экономической эффективности выбранной стратегии охраны окружающей среды.
7. Установлена связь между токсичной массой и концентрацией загрязняющих веществ сточных вод с учетом местных условий.
8. Выявлен эколого-экономический ущерб окружающей среде от деятельности городских очистных сооружений. Определен экономический эффект от внедрения автоматизации и диспетчеризации канализационных насосных станций.

Оценка полноты решений поставленных задач. Поставленные перед настоящими исследованиями проблемы решены, цель работы достигнута. Результаты проведенных работ, их оценка подтверждают обоснованность и полноту решений поставленных перед работой задач, и они внедрены в проектных и эксплуатационных системах «Водоканал», а также в учебных процессах ВУЗа.

Разработка рекомендаций и исходных данных по конкретному использованию результатов. Для широкого применения на практике рекомендуются впервые научно обоснованные математические модели функционирования элементов водоотводящих систем, эмпирические формулы для определения надежности в зависимости от диаметра и уклона

трубопроводов. Предлагается методика расчета показателей надежности и экологической безопасности водоотводящих сетей в период интенсивного притока неучтенных паводковых, инфильтрационных вод для городов, не имеющих ливневую канализацию. Предлагаемая методика расчета ПДС, новый показатель надежности - корректирующий коэффициент, а также разработанная программа «Расчет ПДС» могут быть использованы специалистами проектных и научно-исследовательских организаций при проектировании новых и реконструкции эксплуатируемых водоотводящих систем, а также в учебном процессе в ВУЗах.

Оценка технико-экономической эффективности внедрения. При оценке технико-экономической эффективности результатов внедрения следует отметить следующее:

Предотвращенный ущерб от городских очистных сооружений в результате повышения надежности по городу Чу составляет 278,3 млн. тенге в год. Срок окупаемости системы АСУ КНС г. Чу около 1 года и экономический эффект составляет более 422 тыс. тенге в год.

Оценка научного уровня выполненной работы в сравнении с лучшими достижениями в данной области. По сравнению с лучшими достижениями в области повышения надежности водоотводящих систем следует отметить то, что в настоящих исследованиях впервые рассмотрена вся система в целом. Впервые для города Чу определены показатели надежности водоотводящих систем как для районов, подверженных сейсмическим воздействиям. Эту методику можно применить для любого города Казахстана и Средней Азии.

Установлена основная теоретическая база для определения показателей надежности не только для линейной части, но и для очистных сооружений.

Впервые использован новый показатель надежности, оценивающий нормативное качество сточных вод-корректирующий коэффициент.

Разработана структурная схема системы автоматизации управления водоотводящими системами. Разработана АРМ «Расчет ПДС», универсальная для любого региона Казахстана.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Водные ресурсы и водный баланс территории Советского Союза. Гидрометеиздат; -Ленинград:, 1967.
2. Годовые отчеты Шу - Таласского БВУ за 2000 - 2005 гг.
3. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Том 5. Выпуски 3 (разные годы).
4. Государственный водный кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод. Том V. Выпуск 3. Бассейны рек Сырдарьи, Чу, Таласа, Гидрометеиздат; - Ленинград:, 1987.
5. Государственный водный кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод. Том 13. Выпуск 1. Центральный. Южный Казахстан. Бессточный район Центрального Казахстана. Гидрометеиздат; - Ленинград:, 1977,1978.
6. Государственный водный кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод. Том V. Выпуск 3. Бассейны рек Сырдарьи, Чу и Талас. Ленинград ,1988; - Алматы, 2002 и 2005.
7. Калачев Н. С., Лаврентьева Л. Д. “Водноэнергетический кадастр рек Казахской ССР” Издательство «Наука», 1965
8. Материалы к схеме комплексного использования и охраны водных и земельных ресурсов бассейна реки Чу (на территории Казахской ССР), «Казгипроводхоз»; - Алма-Ата:, 1975.
9. Научно - прикладной справочник по климату СССР. Выпуск 18. Гидрометеиздат; - Ленинград:, 1989-90.
10. Определение расчетных гидрологических характеристик. СНиП 2.01.14-83, - Москва:, 1985г.
11. Поверхностные воды Южного Казахстана. Гидрометеиздат; - Ленинград:, 1976
12. «Положения о делении стока в бассейне реки Шу» от 24.02.1983г
13. Ресурсы поверхностных вод СССР. Том 14. Выпуск 2. Бассейны рек оз Иссык - Куль и рек Чу, Талас, Тарим. Гидрометеиздат; - Ленинград:, 1967, 1973,1977.
14. Схема «Разработка рациональных путей водоснабжения поселков и обводнения пасбищ, хозяйств, расположенных на правом берегу р. Чу Джамбульской области. Казгипроводхоз; - Алма- Ата:, 1977.

15. Схема комплексного использования и охраны водных и земельных ресурсов бассейна реки Чу, «Союзводпроект»; - Москва:, 1976.
16. Проект Tasic “ASREWAW Aral Sea 30560” Поддержка регионального управления водными ресурсами, повышение потенциала бассейновых организаций для эффективного управления ресурсами. 2003.
17. Веселов В.В., Махмутов Т.Т., Смоляр В.А., Буров Б.В. и др. Месторождения подземных вод Казахстана. Том 1. Западный и южный Казахстан, 290с., Том 2. Северный, Центральный и Восточный Казахстан, 290с. Справочник; - Алматы:, 1999.
18. Веселов В.В., Сыдыков Ж.С. Гидрогеология Казахстана; - Алматы:, 2004, 484 с.
19. Гидрогеология СССР. т.36, Южный Казахстан; - М.:, 1970, 472 с.
20. Гидрогеологическая карта Казахстана масштаба 1:1 000 000, под ред. Б.С. Ужкенова, (авторы: Нестеркина Н.В., Касымбеков Д.А., Буров Б.В., Смоляр В.А., Шестакова В.В.), Алматы, Комитет геологии и охраны недр, 2004.
21. Джакелов А.К. Формирование подземных вод Чу - Сарысуского артезианского бассейна, их ресурсы и перспективы использования; - Алматы:, 1993, 240 с.
22. Островский Л.А., Антыпко Б.Е., Конюхова Т.А. Методические основы гидрогеологического районирования территории СССР.-М.: Недра, 1990, 240с.
23. Смоляр В.А., Буров Б.В., Веселов В.В., Махмутов Т.Т. и др. Водные ресурсы Казахстана (поверхностные и подземные воды, современное состояние). Издательство «Гылым». –Алматы: 2002, 598 с.
24. Сыдыков Ж.С., Шлыгина В.Ф. Подземные воды Казахстана. Структурно гидрогеологическая основа и систематика. Алматы, «Гылым», 1998, 346 с.
25. Геологическое строение Центрального и Южного Казахстана, редактор Д.В. Наливкин и др. 1961
26. Объяснительная записка. К прогнозной карте артезианских бассейнов Южного Казахстана М 1:500 000. Академия наук Казахской ССР. Институт гидрогеологии и гидрофизики. Ахмедсафин У.М., Батабергенова М.Ш., и др., г. Алма-Ата, 1965
27. Графические приложения к прогнозной карте артезианских бассейнов Южного Казахстана М 1:500 000. Академия наук Казахской ССР. Институт гидрогеологии и гидрофизики. Ахмедсафин У.М., Батабергенова М.Ш., и др. г. Алма-Ата, 1965

28. Гидрогеология СССР. Том XXXVI. Южный Казахстан, редактор В.И. Дмитриевский. ВСЕГИНГЕО. Мингео Казахской ССР. Гидрогеологическое Управление. Москва, «Недра», 1970
29. Геолого-литологическая карта части Казахстана, масштаба 1: 1000000, составители: Ж.И. Бочарова, Л.М. Искакова и др., 1973
30. Гидрогеологическая карта Казахской ССР, масштаба 1:1000000, редактор У.М. Ахмедсафин, 1973, Институт гидрогеологии и гидрофизики АН Казахской ССР.
31. Геоморфологическая карта Казахской ССР, масштаба 1:1000000, редактор Г.Ц. Медоев, 1974г. Институт геологических наук АН Казахской ССР.
32. Схема комплексного использования и охраны водных и земельных ресурсов бассейна реки Чу. Том II. Природные условия. Книга 1. Гидрогеологические условия. Минмелиоводхоз СССР. ВППО «Союзводпроект». Москва, 1976г.
33. Геология СССР. Том XV. Южный Казахстан. Полезные ископаемые, редакторы Ш.Е. Есенов, Е.Д. Шлыгин. Мингео СССР. Мингео Казахской ССР, ЮКТГУ. Москва, «Недра», 1977г.
34. Атлас Казахской ССР. АН Казахской ССР. ГУГК Совмин СССР, Москва, 1982
35. ТЭО инвестиций для отвода вод бассейнов рек Шу и Сарысу в Сузакском районе ЮКО. Книга 6. Отчёт об инженерно-геологических изысканиях. Том 1. Инженерно-геологические и гидрогеологические условия. Каримжан Б.Н. ПК «Институт Казгипроводхоз». Алматы, 2007
36. Схема комплексного использования и охраны водных и земельных ресурсов бассейна реки Чу. Том II. Природные ресурсы. Книга 2. Москва, 1975.
37. Схема почвенно-геоморфологических районов долины Чу. Алма-Ата, 1968.
38. Почвы долины реки Чу. Алма-Ата, 1971.
39. Почвы Казахской ССР. Выпуск 7. Джамбульская область. Алма-Ата, 1967.
40. “Систематический список и основные диагностические показатели почв равнинных территорий Казахской ССР”, 1981.
41. “Геохимия засоленных почв Казахстана”, 1978.

42. “Природно-сельскохозяйственное районирование земельного фонда СССР”, 1975.
43. “Почвенно-географическое районирование СССР”, 1962.
44. “Классификация и диагностика почв СССР”, 1977
45. Сарсенбекова М.С. О состоянии городского водоснабжения и водоотведения //Водные ресурсы и водопользование. -2004 -№1 п. -С.10-11,
46. Медведев Г.П., Передня Т.В. Расчет сброса сточных вод системы водоотведения ГУП «Водоканал Санкт-Петербург» в водоемы Водоснабжение и санитарная техника. -2002. -№6. -С. 18-20.
47. Алексеев М.И., Ермолин Ю.А. Использование оценки надежности стареющих канализационных сетей при их реконструкции Водоснабжение и санитарная техника. -2004. №6. -С. 21-23,
48. Яковлев С.В., Карелин Я.А., Ласков Ю.М., Калицун В.И. Водоотведение и очистка сточных вод. -М.: Стройиздат, 1996, -281 с.
49. Правила технической эксплуатации систем и сооружений коммунального водоснабжения и канализация. - М.: Стройиздат. 2000. -84с
50. СНиП 2.04.03-85. Канализация. Наружные сети и сооружения. V Стройиздат, 1985, -87 с.
51. Кармазинов Ф.В. Отведение и очистка сточных вод, Санкт-Петербурга. -СПб: Издательство «Новый журнал», 2002. -С. 35-37,
52. Наурызбаев Е.М., Муканов Р.К. Влияние степени очистки сточных вод на себестоимость очистных сооружений Труды ТИ ИМСХ -РМ - вып.89: - С.97-98.
53. Наурызбаев Е.М., Калицун В.И, Надежность систем водоотведения (на примере г. Воронеж), Водоснабжение и санитарная техника. Деп.Вс ВНИИИС Госстроя СССР,-1981.№2913.-7с.
54. Наурызбаев Е.М., Калицун В.И. Анализ работы водоотводящих сетей и коллекторов. Водоснабжение и санитарная техника, Дег, Во ВНИИП Госстроя СССР.-1981 .№2913.-8с.
56. Наурызбаев Е.М., Калицун В.И. Расчет отказов водоотводящих сетей в зависимости от диаметра трубы. /УДж. ЦНТИ: №49/84. 1984г.
57. Наурызбаев Е.М., Серимбетов А.Е. Влияние срока службы на надежность водоотводящих сетей. // Дж: ЦНТИ. №24-88. 1988г

58. Бишимбаев В.К., Бондарь А.А., Наурызбаев Е. М. Надежность персонала водоотводящей сети /У Наука и образование Южного Казахстана * 1996,-№2-С. 162-163.
59. Наурызбаев Е.М., Урманов А.У. Технические условия «Эксплуатация водоотводящих систем». -Шымкент: - ЮКО НИ РК 199? - с.
60. Наурызбаев Е.М. Обеспечение надежности систем водоотведения - Тараз: ТарГУ, 2000. - 275 с.
61. Наврузбаев Е.М. Надежность водоотводящих сетей дисс канд. техн. наук. -М; 1985. - 185 с.
62. Наурызбаев Е.М. Надежность водоотводящих систем Монография Депонированные научные работы КазГос НИТИ,-1999.-Выпуск 1.-219с.
63. Наурызбаев Е. М. и др. Совершенствование технол УГИИ очистки поверхностных водоемностей. //Европейская наука XXI столетия; «стратегии и перспективы развития -2006». Материалы I Международной научно -практической конференции. -Днепропетровск. 2006. -С 36-40.
64. Наурызбаев Е.М., Орманов А.О., Махамбетов А.М. Методика технико-экономического сравнения вариантов водоотводящих; сетей с учетом комплексных показателей надежности //Наука и образование Южного Казахстана, 1997. -№1 (8).-С 173-175.
65. Гоухберг М.С., Медведев Г.П., Алексеев М.И. Проблемы отведения и очистки поверхностного стока в Санкт-Петербурге 'Водоснабжение и санитарная техника. -1997. -№3. -С. 17-19.
66. Мишуков Б.Г., Медведев Г.П. Формирование расходов и состава сточных вод в общесплавных-коллекторах Санкт-Петербурга Водоснабжение и санитарная техника. -2002. -№6. -С. 21-23,
67. Багаев Ю.Г. и другие. Расчет объемов дренажных ливневых и талых вод. поступающих в городскую канализацию /Водоснабжение и- санитарная техника. -2004. -№3. -С. 12-14.
68. Журба М.Г., Говорова Ж.М. и другие. Разработка и внедрение водоочистных комплексов поверхностного стока -Водоснабжение и санитарная техника. -2003. -№3. -С. 36-38.
69. Наурызбаев Е. Проблемы надежности и долговечности и водоотводящих сетей.!! КазХТИ -1995. - 62 с.
70. Наурызбаев Е.М., Орман А.О., Махамбетов А.М. Математическое моделирование надежности процесса эксплуатации водоотводящих сетей, /Наука и образование Южного Казахстана. -1997. -Лг« 1. -С. 172-175.

71. Яковлев С.В., Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод //учебник для вузов. -М.: АСВ, 2002. -201 с.
72. Ильин Ю.А., Игнатчик В.С. и другие. Надежность водоснабжающих систем /-Водоснабжение и санитарная техника. -1995. -Л⁴, -С. 19-20.
73. Наурызбаев Е. М., Утебаев Р. С. Оценка и расчет экологической безопасности инженерных систем в регионах с повышенной сейсмичностью. Экология и жизнь. Материалы XII международной научно-практической конференции. - Пенза, 2007. -С.208-210.
74. Ермолин Ю.А., Алексеев М.И. О методологии исследования надежности стареющих элементов и систем водопровода и канализации Водоснабжение и санитарная техника. -2002. -Г⁹. -С, с² 1
75. Наурызбаев Е.М., Тортаев И.А. Экономический ущерб окружающей среде от деятельности промышленных и коммунально-бытовых объектов //Проблемы экологии АПК и охраны окружающей среды,-1998.-Часть 2 - 182-184. '
76. Тортаев И.А., Наурызбаев Е.М., Бишмбаев В.К. Эко- экономический ущерб окружающей среде от деятельности предприятий. /- Поиск -1998. -№5.-С.52-5" 209
77. Наурызбаев Е.М., Тортаев И.А. Классификация отказов водоотводящих систем при землетрясениях (на примере юга Казахстана) //Материалы 2-й международной научно-технической конференции «Проблемы экологии АПК и охраны окружающей среды», 1998.
78. Наурызбаев Е.М. Экологическая безопасность при нормировании приемлемого техногенного риска //Вестник КазНТУ им. К.Сатпаева.2005,- №5(43). -С.53-60.
79. Наурызбаев Е.М., Макашова Ф.Т., Серикбаев Т.С. Экологическая надежность систем водоснабжения в условиях сейсмоопасности // Сборник XII Международной научно-практической конференции.-Пенза, 2007.
80. Абрамов Н.Н. Надежность систем водоснабжения. - М.: Стройиздат, 1979.-231с.
81. Волков.Д.С., Николаев С.Й. Надежность строительных машин и оборудования -М.: Высшая школа, 1979.-400с.
82. Примин О.Г. Разработка и применение информационных технологий для оценки и обеспечения экологической безопасности и надежности сетей водоснабжения и водоотведения города: автореф. доктора техн. наук. -М, 2001. -50 с.

83. Оразымбетов Н.О. и др. Ашхабадское землетрясение . Инженерный анализ последствий землетрясения. -М.: Госстройиздат, 1960. -307 с.
84. Крыженков В.А. Воздействия Ташкентского землетрясения 26 апреля 1966 г. на подземные водопроводы и канализации и факторы, определяющие пv сейсмостойкость: автореф. канд. техн. наук. - Ташкент, 1972. -22 с.
85. Султанов М.М. Оценка надежности сетей водоотведения населенных мест в сейсмических районах, дисс. канд. техн. наук. -М, 1983.
86. Найманов А. Я. О надежности систем водоснабжения и водоотведения || Водоснабжении санитарная техника. - .2005. - №7. - С, 30 - 35.
87. Гнеденко Б.В., Беляев Ю.К., Соловьев А.Д. Математические методы в теории надежности. Основные характеристики надежности и их стат. анализ. - М.: Наука, 1965. - 524 с.
88. Давид К., Плойд, Мирон Липов. Надежность. Организация исследования, методы, математический аппарат: перевод с английского. -М.: Советское радио, 1964. - 687 с.
89. Капур К., Ламберсон Л. Надежность и проектирование систем: перевод с английского. -М.: Мир, 1980. - 604 с.
90. Аристов А.И., Борисенко В.С. Применение теории массового обслуживания для решения практических задач надежности. -М.: Знание, 1983. -96 с.
91. Гмурман В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике. - М. :Высшая школа, 1979. -400 с.
- Водный кодекс Республика Казахстан. -Алматы: ЮРИСТ, 2006 - 69 с.
92. Постановление Правительства Республики Казахстан от 31 мая 2006 года №486 - «Об утверждении Правил установления экономической оценки ущерба от загрязнения окружающей среды». - Астана, 2006.
93. Ильин Ю.А. и другие. Нормы по оценке экологической безопасности систем водоотведения. -СПб.: ВИТУ, 1997. -С. 81-83.
94. Лернер А. Д. Неучтенные расходы в системах коммунального водоснабжения и водоотведения // Водоснабжение и санитарная техника. - 2005. -№4. -С.9-12.
95. Евилевич А. З. Ошибки в эксплуатации водопроводов и каншшзаций. - Ленинград, 1972. - 120 с.
96. ГОСТ 27. 002-89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения. -М, 1990. -30 с.

97. Храменков С.В., Примин О.Г., Орлов В.А. Бестраншейные методы восстановления водопроводных и водоотводящих сетей. -М.:ТИМР, 2000. -С. 66-68.
98. Методика выбора норм надежности технических устройств. -М.: Госстандарт СССР, 1978. - 31 с.
99. Ильин Ю.А. и другие. Нормы по оценке надежности оборудования систем водоснабжения и водоотведения. -М.: Минобороны, 1993. -С. 46-47.
100. Бишимбаев В.К., Бондарь А.А., Наурызбаев Е.М. Определение показателей надежности насосных установок //Наука и образование Южного Казахстана. -1996. -№2. -С. 255-261.
101. Наурызбаев Е.М., Сыпабек К.С., Сыпабекова Г.Ж. Предупреждение техногенных аварий и чрезвычайных ситуаций. //Сборник статей VIII Международной научно -практической конференции. Пенза, 2005 .
102. Козлов Б.А., Ушаков И.А. Справочник по расчету надежности аппаратуры, радиоэлектроники. - М.: Советское радио, 1975. - 472 с.
103. Строительные нормы и правила СНиП || - А . 12-69. Строительство в сейсмических районах. - М.: Стройиздат," 1970. - 83 с.
104. Расказовский В.Т., Рашидов К.С. Последствия Ташкентского землетрясения. - Ташкент: Фан, 1967.-144 с.
105. Наурызбаев Е. М. и др. Экологическая надежность систем водоснабжения в условиях сейсмоопасности. // Экология и жизнь. Материалы XII международной научно-практической конференции. - Пенза, 2007. -С.204- 206.
106. Эшметов Л.Х., Абдукаримов З., Тукаев С.А. Последствия Папского землетрясения //Архитектура и строительство Узбекистана. -1984. -№8 -С. 28-30.
107. Косимов А.Г. Применение пластмассовых труб в системе канализации с учетом сейсмичности, дисс. канд. техн. наук. -Москва, 1989. - 153 с.
108. Наурызбаев Е. М. и др. Способ предотвращения замерзания воды в водоразборной колонке и устройство для его осуществления. Авторское свидетельство. -1997.
109. Наурызбаев Е. М. и др. Лас суларды экететш жуйелер агысы. //Вестник КазНТУ. -№>1. -2006. -С. 96-98.
110. Васильев В.М. и др. Канализационные тоннели системы водоотведения Санкт-Петербурга //Водоснабжение и санитарная техника-2003. -№12. -С.2-6.

112. Reports of the imperial Earthquake infestation Gomittl № 100. -Tokyo, 1926. -P. 81-83.
113. By Yasuhiko Kobayshi. Special features of water supply structures in regions of high seismic activity Japan. -Tqkyo, 1961. -№26. -P. 67-68.
114. Напетваридзе Ш.Г. Сейсмостойкость магистральных трубопроводов и специальных сооружений нефтяной и газовой промышленности. — М.: Наука, 1980. -171 с.
115. Чехман А.С., Зайнетдинов Х.Х. Расчет, конструирование и эксплуатация трубопроводов в сейсмических районах. - М.: Стройиздат, 1988.184 с.
116. Мукуртулов Р.М. Вопросы сейсмостойкости подземных трубопроводов: автореф. канд. техн. наук. -Ташкент, 1953.-12 с.
117. Окамота Ш. Сейсмостойкость инженерных сооружений: пер. с англ. М.: Стройиздат, 1980. - 342 с.
118. Бурман И.Н. Результаты обследования последствий землетрясений в Америке и Японии. В кн.: Анализ последствий землетрясений. - М.: ЦНИИ СК им. Кучеренко, 1982. -С. 95-109.
119. Белов П.Г. Системный анализ и моделирование опасных процессов в техносфере. - М.: Академия, 2003. -512 с.
120. Селезнев В.Е. и др. Численное моделирование при анализе опасности аварий на газопроводах ТЭК // Безопасность труда в промышленности. - 2002. -№3. -С. 23 - 27.
121. Медведев С.В. и др. Инструкция по проведения сейсмического микрорайонирования //Труды ИФЗ АН СССР. -1962. -№22 (189).-С. 46-48.
122. Ризниченко Ю.В. Сейсмическая активность и сотрясаемость. В кн. «Сейсмическое районирование СССР». -М.: Наука, 1968. -С. 86-91.
123. Коган Л.А., Романов О.А. Количественная оценка сейсмической опасности малых территорий. //Межведомственный Совет по сейсмологии и сейсмостойкому строительству АН СССР. Вопросы количественной оценки сейсмической опасности. Издательство «Наука». -Москва. -1975. -С. 165-177.
124. Наурызбаев Е.М., Конакбаев С., Бишимбаев В.К. Исследование распределения деформации по длине керамической раструбной трубы //Наука и образование Южного Казахстана. -1998. -№7(14). -С. 96-99.

- 78 Орман А.О., Наурызбаев Е.М., Махамбетов А.М. Статистический расчет трубопроводов при землетрясениях с учетом надежности инженерных сетей. //Наука и образование Южного Казахстана. -1997. -№1. -С. 36-38.
125. Чехман А.С., Меликян А.А. Сейсмостойкость подземных железобетонных емкостных сооружений: научно-технический обзор. - М.: Информнефте- газстрой, 1980. - 47 с.
126. Murphy L.M. Son Fernando, California. Earthquake of February 9. 1971 .-Washington, 1973.
127. Наурызбаев Е.М., Утебаев Р. С. Надежность инженерных систем в условиях чрезвычайных ситуаций. // Экология и жизнь. Материалы XII международной научно-практической конференции. - Пенза, 2007. -С.206-208.
128. Садиебеков У., Наурызбаев Е. М., Жармаханбетов Ф. К. Снегоудаление с территории населенных мест //Наука и образование Южного Казахстана. - №5-6(64-65). -2007. -С. 90-92.
129. Наурызбаев Е.М., Мынбай Д.К. Количественная оценка экологической надежности систем биологической очистки на примере очистных сооружений г. Шымкента //Наука и образование Южного Казахстана.- №4(69). 2008.
130. Наурызбаев Е.М., Мынбай Д.К. Оценка неучтенных расходов в водоотводящих сетях. //«Nauka i inowascja - 2009». -Praha, 2009. -С. 10.
131. Наурызбаев Е.М. Основы экологической надежности водоотводящих систем.- Шымкент, 2006. - 205с.
132. Временная методика расчета-норм сброса сточных вод на поля фильтрации. - Шымкент: областное управление экологии и биоресурсов, 1994. -26 с.
133. Расчет предельно-допустимого сброса (ПДС) загрязняющих веществ в поверхностные водоемы: методические указания. - Шымкент: КазХТИ, 1994. -27 с.
134. Вавилин В.А., Васильев В.Б. Математическое моделирование процессов биологической очистки сточных вод активном илом. -М.: Наука, 1979, -240 с.
135. Брагинский Л.Н., Евилевич М.А., Бегичев В.И. и др. Моделирование аэрационных сооружений для очистки сточных вод. -Л.: Химия, 1980.-С. 23-25.
136. РНД 211.3.03.03-2000. Методика по установлению предельно-допустимых сбросов (ПДС) загрязняющих веществ на поля

фильтрации и в естественные понижения рельефа местности. - Астана, 2000. -7с.

137. Сотскова И.Л. Исследование корректности краевых задач для уравнения Фоккера-Планка-Колмогорова в классе обобщенных характеристических функций //Тем. сб. науч. тр. МАИ. - М., 1989. -С.46-49.

138. http://www.dep805.ru/education/kk/sp_analysis/lists/list_6000.html

139. Батюханов О. Г. и др. Математическое моделирование экологических систем и процессов // Экологические системы и приборы. - 2003. - №2. - С. 43-48.

140. Клейн Г.К. Определение несущей способности подземных трубопроводов по различным предельным состояниям. //Строительство трубопроводов. -1969. -№8. -С. 49-51.

141. Наурызбаев Е. М. О пуассоновском распределении очагов землетрясений //Вестник КазНТУ им. К. Сатпаева. -№6(50). -2005. -С. 63-64.

142. Наурызбаев Е. М., Сыпабек К. Применение некоторых математических моделей Моно в системе биологической очистки //Поиск. -№1. -С, 138-141,213

143. Наурызбаев Е. М. Математическая модель течения сточных вод на поля фильтрации и ЗПО //Наука и образование Южного Казахстана. -№4(44). - 2005. -С. 92-94.

144. Наурызбаев Е.М., Кулумбетов С.А., Тлеубаева М.С. Гидрогеологические, техногенные, природные факторы, определяющие степень защищенности водоносных горизонтов на промплощадке нефтеперегонного завода г.Шымкента. //Материалы Республиканской научно-теоретической конференции студентов и аспирантов. -Актобе, 1999.

145. Наурызбаев Е.М., Сейсенов С., Сыпабек К.С., Сыпабекова Г.Ж. Общие принципы фильтрования воды через зернистые загрузки (на примере речного песка р.Арысь) //Европейская наука XXI столетия: стратегия и перспективы развития - 2006.: материалы I-межд. научно-практ. конф. —Т.21. Днепропетровск, 2006. -С.34-36.

146. Дмитриев М.Н., Дмитриев Н.М., Кадет В.В. Обобщенный закон Дарси и структура фазовых и относительных фазовых проницаемостей для двухфазной фильтрации в анизотропных пористых средах //Изв. РАН. МЖГ - 2003. -№ 2. -С.136-145.

147. Бабушкин В.Д., Плотников И.И., Чуйко В.М. Методы изучения фильтрационных свойств неоднородных пород. - М.: Недра, 1974. -208с.

148. Наурызбаев Е.М., Сейсенов С., Сыпабек К.С., Сыпабекова Г.Ж. Совершенствование технологии очистки поверхностных водоисточников //Европейская наука XXI столетия: стратегия и перспективы развития - 2006.: материалы I-межд. научно-практ. конф. -Днепропетровск, 2006. -Т.21. -С.36-40.
149. Наурызбаев Е. М., Мынбай Д. К. Теоретические предпосылки оценки основных параметров при моделировании качества воды в малых реках. //Наука и образование Южного Казахстана. -№4(63). -2007. -С. 90-94.
150. Наурызбаев Е.М., Сыпабек К.С. К вопросу о выборе методики оценки показателей загрязнения водоемов // Научные труды международной научно-практической конференции « Индустриально-инновационное развитие - основа устойчивой экономики Казахстана». - Шымкент: ЮКГУ им. М. Ауезова, 2006.
151. Наурызбаев Е.М., Мынбай Д.К. Анализ влияния поверхностных стоков на качество водоемов // Вестник Национальной академии наук Республики Казахстан. 2006. -С. 34-37.
152. Наурызбаев Е.М., Мынбай Д.К. Производственный мониторинг - основа экологической безопасности водоемов /7 Научно-педагогический журнал, 2008. -№3. -С. 267-270.
153. Тютюнова Ф.И. Физико-химические процессы в подземных водах. -М.: Наука. 1976. -128с.
154. Наурызбаев Е.М., Сыпабек К.С., Сыпабекова Г.Ж. Управленческие решения при аварийном загрязнении источника водоснабжения //Индустриально-инновационное развитие - основа устойчивой экономики Казахстана: международная научно-практическая конференция. -Шымкент, 2006. -С.495-497.
155. Лебедев А.В. Методы изучения баланса грунтовых вод. -М.: Недра, 1976. -233с.
156. Мынбай Д., Наурызбаев Е. М. Анализ экологической обстановки некоторых бассейнов рек Казахстана //Наука и образование Южного Казахстана. -№3.-С. 142-152.
157. Наурызбаев Е.М. Надежность насосных станций систем водоотведения в процессе эксплуатации.//Известия научно-технического общества «КАХАК». - 2009.-№1(23). -Стр.77-81.
158. Бишимбаев В.К., Тортаев И.А., Наурызбаев Е.М. Предельно допустимые сбросы стоков станции Арысь //Поиск-1998.-№5.-С. 46-52.

159. Рекомендации по контролю за состоянием грунтовых вод в районе размещения золоотвалов ТЭС. ВНИИГ им. Б.Е.Веденеева
160. Сыпабекова Г.Ж., Наурызбаев Е.М., Сыпабек К.С., Сейсенов С. Исследование новых коагулянтов //Европейская наука XXI столетия: стратегия и перспективы развития - 2006.: материалы I-межд. научно-практ. конф. —Т.21. Днепропетровск, 2006. -С.44-48.
161. Кугмект Л. С. и др. Формирование речного стока.-М.: Наука, 1983. - 216с.
162. Чугаев Р. Гидравлика. 3-е изд. Л.: Энергия, 1975. -599с.
163. Яковлев С.В., Демидов О.В. Современные решения по очистке природных и сточных вод //Экология и промышленность России. -1999. -С. 12-15.
164. Беляев Н.Н., Малевич Ю., Хрущ В.К. Моделирование загрязнения подземных вод в окрестности водоотстойника /ТИзв. вузов, сер. Энергетика. 1995.-№1-2,-С.82-85.
165. <http://www.oglibrary.ru/data/demo/2511/25110298.html>.
166. Effect of ozonation on the removal of cyanobacterial toxins during drinking water treatment. Hoeger Stefan J., Dietrich Daniel R., Hitzfeld Bettina C. Environ. Health Perspect. -2002. -Vol. 110, №11,-P. 1127-1132.
167. Hanchang S., Zhansheng W. The experimental research of Ozone - UV photooxidation //Ozone Ultraviolet Water Treatment. -Amsterdam, 1986. -Vol.1 1. - P.68-70. '
168. МУ 2.1.5.732-99. Санитарно-эпидемиологический надзор за обеззараживанием сточных вод ультрафиолетовым излучением, методические указания. -М.: Минздрав России, 1999. -12с.
169. <http://genref.ru/fotol.htm>
170. Проект № 321-865-ТК-ПЭ. Канализация г.Шымкент. III очередь развития. - Алма-ата. -Союзводоканалпроект, 1967. -42 с.
171. Наурызбаев Е.М., Калицун В.И. Методы и формы регистрации аварий систем водоотведения. // Дж. ЦНТИ: №50-84, 1984г.
172. Бишимбаев В.К., Бондарь А.А., Наурызбаев Е.М. Проверка гипотезы о законе распределения времени восстановления насосной установки после отказа по закону Эрланга 2-го порядка //Наука и образование Южного Казахстана. -1996. -№2. -С. 270-272.

173. Бишимбаев В.К., Бондарь А.А., Наурызбаев Е.М. Проверка гипотезы о распределении наработки на отказ водоотводящих сетей по экспоненциальному закону. //Наука и образования Южного Казахстана.
174. Технорабочий проект временной канализации локомотивного депо, бани, мастерских на ст. Туркестан. - Алма-Ата: -Желдорпроект, 1973. -57 с.
175. Наурызбаев Е.М., Турысбеков С.Ж. Обеспечение устойчивости работы систем водоснабжения и водоотведения // Научный мир Казахстана. - № 4 (26). -2009. -С.196-200.
176. Сан ПиН № 4630-88. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнений.
177. Бишимбаев В. К., Садибеков У., Наурызбаев Е. М. Некоторые системы биоочистки сточных вод //Наука и образование Южного Казахстана. №5-6(64- 65). -2007.-С. 69-71.
178. Наурызбаев Е.М., Сыпабек К.С. Анализ надежности функционирования очистных сооружений //Научные труды международной научно-практической конференции «Индустриально-инновационное развитие - основа устойчивой экономики Казахстана». - Шымкент: ЮКГУ им. М. Ауезова М 2006.
179. Наурызбаев Е.М., Мынбай Д.К. Современные экологические проблемы юга Республики Казахстан, связанные с вопросами водоснабжения. / Вестник Национальной академии наук Республики Казахстан. -2006.
180. Наурызбаев Е.М., Мынбай Д.К. Анализ функционирования водоотводящих систем в сейсмоопасных регионах с учетом их экологической безопасности //«Nauka i inowascja - 2009». -Praha, 2009. -С.
181. Наурызбаев Е.М. Оценка эффективности очистных сооружений по обработке осадков. Научный мир Казахстана. 2008. -№5(21).-Стр 169-178.
182. Бишимбаев В.К., Тортаев И.А., Наурызбаев Е.М. Предельно допустимые сбросы сточных вод в пруды - накопители //Проблемы экологии АПК и охраны окружающей среды. -1998.-Часть 2.-С. 194-196.
183. Наурызбаев Е.М., Тортаев И.А. Методика эколого-экономического сравнения вариантов с учетом показателей надежности водоотводящих сетей Материалы 2-й международной научно-технической конференции «Проблемы экологии АПК и охраны окружающей среды», 1998.
184. Наурызбаев Е.М. Экономическая эффективность автоматизации и диспетчеризации канализационных насосных станции г. Тараз //Научный ми] Казахстана. -2009. №2(24). -Стр.29-34.

185. Наурызбаев Е.М. Надежность насосных станций систем водоотведения в процессе эксплуатации' // Известия научно-технического общества «КАХАК». - 2009. - №1(23). - Стр.77-81.
186. Наурызбаев Е.М. Расчет системы - аэротенк -вторичный отстойник //А.Яссауи атындағы Халықаралық Қазақ-түрік университетінің ХАБАРШЫСЫ ғылыми журнал. -2009. -№1(64). -Стр. 90-93.
187. Алексеев В.И., Винокурова Т.Е., Пугачев Е.А. Проектирование сооружений переработки и утилизации осадков сточных вод с использованием элементов компьютерных информационных технологий. Учебное пособие для вузов. М., АСВ, 2003. - 76 с.
188. Алексеев Е.В. Физико-химическая очистка сточных вод М: изд-во АСВ,2007. 248 с.
189. Березин С.Е. Насосные станции с погружными насосами (расчет и конструирование); М: Стройиздат, 2008. - 160 с.
190. Водный кодекс Российской Федерации. М.: «Ось-89». 1995. - 80 с.
191. Воронов Ю.В., Пугачев Е.А. История специальности «Водоснабжение и водо-отведение»; М: Изд. АСВ, 2008. - 376 с.
192. Гинзбург А.В. Экономические условия эксплуатации водонесущих систем на Севере (Коммунальный комплекс России). 2005. №(7) с. 66-69.
193. Калицун В.И. Гидравлический расчет водоотводящих сетей. Справочное пособие. М.: Стройиздат, 1987. - 72 с.
194. Калицун В. И., Дроздов Е.В., Комаров А.С., Чижик К.И. Основы гидравлики и аэродинамики. М: Стройиздат, 2004. - с.
195. Калицун В.И., Ласков Ю.М., Воронов Ю.В., Алексеев Е.В. Лабораторный практикум по водоотведению и очистке сточных вод. Учебное пособие для ВУЗов. М.: Стройиздат, 2000. - 272 с.
196. Канализация населенных мест и промышленных предприятий. Под ред. В.Н. Самохина. Изд. 2-е. М., Стройиздат, 1981. - 639 с.
197. Карелин В.Я., Минаев А.В. Насосы и насосные станции. Учебник для ВУЗов. М.: Стройиздат, 1986. - 320 с.
198. Ласков Ю.М., Воронов Ю.В., Калицун В.И. Примеры расчетов канализационных очистных сооружений. Учебное пособие для вузов. Изд. 3 (Ре-принт) «Альянс» М: 2007. - 256 с.
199. Левченко А.П. Устройство сетей водопровода и канализации на просадочных грунтах. - М.: Изд-во МГПУ, 1995. - 66 с.

200. Ливчак И.Ф., Воронов Ю.В., Стрелков Е.В., Охрана окружающей среды. Учебник для ВУЗов. М.: «Колос», 1995 - 272 с.
201. Литвинов А. Сегодня система очистки сточных вод в Вене признана лучшей в Европе. Жур. Вода Magazine, 2007. №1 Стр. 4-9.
202. Лукиных А.А., Лукиных Н.А, Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле акад. Н.Н. Павловского. Справочное пособие. - 5-е изд. М.: Стройиздат, 1987. - 152 с.
203. Найденко В.В., Кулакова А.П., Шеренков И.А. Оптимизация процессов очистки природных и сточных вод. М.: Стройиздат, 1984. - 152 с.
204. Осипов В. Управляемые решетки и затворы Romad канализационных коллекторов. Жур Вода Magazine, 2007. №2, С. 60.
205. Отведение и очистка сточных вод Санкт-Петербурга под ред. Ф.В. Кармазинова. СПб.: Стройиздат, 1999. -424 с.
206. Патент РФ №1808048 «Регулирующая емкость» (Патентообладатель МГП «Мосводоканал»)
207. Патент РФ №2000397 «Система канализации» (патентообладатель Милачев В.И.)
208. Патент РФ №2131 1500 «Регулирующий резервуар» (патентообладатели Калицун В.И. и др.)
209. Пластмассовые трубы. Их характеристики и область применения. NGR Северные объединения производителей пластмассовых труб; Справочник. Стокгольм - Москва, 2005 с. 114.
210. Правила охраны поверхностных вод от загрязнений сточными водами. Утверждено 21.01.91. Гос. Ком. по охране природы СССР. М, 1991. - 34 с.
211. Проектирование пластмассовых трубопроводов. Справочные материалы. Под. ред. В.С. Ромейко. М: ТОО «изд. ВНИИМП». 2001. - 134 с.
212. Пупырев Е.Н. Системы жизнеобеспечения городов. М.: «Наука», 2006.
213. СНИП 2.04.03-85 Строительные нормы и правила. Канализация. Наружные сети и сооружения. М., ЦИТП, 1986. - 72 с.
214. Соколов Л.И. Ресурсосберегающие технологии в системах водного хозяйства промышленных предприятий. --М.: Изд-во АСВ, 1997.-256 с.
215. Терехов Л.Ю., Гинзбург А.В. Инерционность замерзания водоводов в зимний период. М.: ВНИИТ И РАН - 2001. с 1-44.

216. Тимонов В.Е. Водоснабжение и водостоки (канализация). Выпуск III Водостоки (Главы ХНІ-XXV). С-Петербург, 1901. с. 623-965.
117. Типовой технологический регламент использования осадков сточных; качестве органического удобрения. - М.: Минсельхоз РФ, ГУП НИИССВ «Прогресс», 2000. - 20 с.
118. Трубы и детали трубопроводов из полимерных материалов. Справочные материалы. Под ред. В.С. Ромейко. М.: ТОО «Изд. ВНИИМП», 2001. - 126 с.
119. Храменков С.В., Загорский В.А. и др. 100 лет канализации Москвы. М.: ГГ- Пресс, 1998. - 504 с.
120. Храменков С.В., Примин О.Г., Орлов В.А. Бестраншейные методы восстановления трубопроводов. Учебное пособие для вузов. М.: Прима-Пресс-М. 2. -284 с.
121. Храменков С.В., Примин О.Г., Орлов В.А. Реконструкция трубопроэ-.- систем М.: Изд. АСВ, 2008. -216 с.
122. Щеголькова Н.М., Данилович Д.А., Козлов М.Н., Мойжес О.В. «Прс::; мониторинга и управления рекой-водоприемником, в условиях экстрема." воздействия мегаполиса. Сборник статей и публикаций Московского Водоканала (выпуск 1), М., 2008, с. 334-351.
123. Яковлев СВ., Волков Л.С, Воронов Ю.В., Волков В.Л. Обработка и утилизация осадков производственных сточных вод. - М.: Химия, 1999. - 448
124. Яковлев С.В., Карелин Я.А., Ласков Ю.М., Воронов Ю.В. Водоотводящие . темы промышленных предприятий. Учебник для ВУЗов. М., Стройиздат 511 с.
125. Яковлев СВ., Прозоров И.В., Иванов Е.Н., Губий И.Г. Рациональное - вание водных ресурсов. Учебник для ВУЗов. М.: «Высшая школа», 1991-400 с.