

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Южно-Уральский государственный университет»  
(национальный исследовательский университет)  
Факультет «Химический»  
Кафедра «Экология и природопользование»

РАБОТА ПРОВЕРЕНА  
Рецензент, главный эколог  
ОАО «Водный союз»  
В.А. Юркина  
2 июля 2016 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ  
Заведующий кафедрой, д.х.н.,  
профессор  
В.В. Авдин  
20 июля 2016 г.

Анализ состояния хозяйственно-бытового водопользования г.Курган

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ  
ЮУрГУ – 022000.62.2016.1888. ПЗ ВКР

Руководитель работы, к.г.н.,  
доцент  
О.Ю. Ленская  
20 июля 2016 г.

Автор работы  
студентка группы Хим-442  
А. С. Бухарова  
20 июля 2016 г.

Нормоконтролер, с.н.с., к.т.н.,  
доцент  
В.Р. Гофман  
09.06.16 2016 г.

Челябинск 2016

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Южно-Уральский государственный университет»  
(национальный исследовательский университет)  
Факультет «Химический»  
Кафедра «Экология и природопользование»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой, д.х.н.,  
профессор



В.В. Авдин

15 марта 2016 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу бакалавра  
студентки Бухаровой Анастасии Сергеевны  
Хим-442

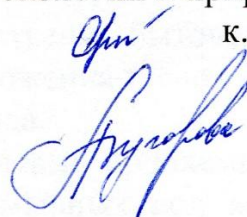
1. Тема выпускной квалификационной работы (утверждена приказом ректора №661 от 15.04.2016)  
Анализ состояния хозяйственно-бытового водопользования г. Курган
2. Срок сдачи студентом законченной работы: 01.06.2016.
3. Исходные данные к работе
  - Программа комплексного развития систем коммунальной инфраструктуры муниципального образования города Кургана Курганской области на период до 2028 года
  - Проект нормативов допустимого сброса веществ, поступающих с очищенными городскими сточными водами в водный объект – реку Черная за 2010-2014 г.
  - Методика разработки нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей (утв. приказом МПР России от 17.12.2007 № 333)
4. Содержание выпускной квалификационной работы (перечень подлежащих разработке вопросов)
  - Географическое описание территории расположения г.Курган: рельеф, климат, водные объекты; характеристики негативного воздействия вод на экономику и население региона;

- Обзор современного состояния системы водоснабжения и водоотведения города Кургана: износ объектов ВС и ВО, основные проблемы источников водоснабжения, нарушение современных экологических требований, предъявляемых к составу сбросов очистных сооружений.
- Предложение мер для разрешения проблем хозяйственно-бытового водопользования: реконструкция очистных сооружений, технические решения для переоборудования системы водоснабжения.

Дата выдачи задания: 08.02.2016.







Научный руководитель: доцент кафедры экологии и природопользования,  
к.г.н. О.Ю. Ленская

Задание приняла к исполнению:



А.С. Бухарова

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов дипломного проекта	Срок выполнения этапов проекта	Отметка о выполнении
1	Сбор материала	08.09.15–13.10.16	выполнено 
2	Анализ литературных данных и составление литературного обзора по данной проблеме	14.10.15–20.03.16	выполнено 
3	Разработка и обоснование методик исследования	02.09.15–07.09.15	выполнено 
4	Обработка результатов исследований	14.10.15–30.11.15	выполнено 
5	Оформление пояснительной записки	21.03.16–05.06.16	выполнено 
6	Получение рецензии, отзыва, подготовка доклада	25.05.16–10.06.16	выполнено 

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  д.х.н., профессор В.В. Авдин

Руководитель работы \_\_\_\_\_  к.г.н., доцент О.Ю. Ленская

Студент \_\_\_\_\_  А.С. Бухарова

## РЕФЕРАТ

Бухарова А. С. Анализ хозяйственно-бытового водопользования г. Кургана. – Челябинск: ЮУрГУ, Хим-442, 2016. – 54 с., 17 табл., библиогр. список – 35 наим.

Ключевые слова: водопользование крупного города, проблемы природного и техногенного характера, загрязнение водных объектов

Объектом исследования является хозяйственно-бытовое водопользование города Кургана.

Цель работы - анализ проблем хозяйственно-бытового водопользования города Кургана исходя из географического положения и сложившейся производственной и коммунально-бытовой структуры города.

В работе продемонстрированы ключевые проблемы: негативное воздействие вод р.Тобол, сброс неочищенных промывных вод водозаборных сооружений, высокий процент износа оборудования водопроводных сетей, организационные и технические проблемы очистки хозяйственных стоков. Показаны возможные пути решения проблем водопользования города Кургана, главными из которых являются реконструкция и строительство новых сооружений, необходимость инвестиций в эту отрасль городского хозяйства.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА г.КУРГАНА И КУРГАНСКОЙ ОБЛАСТИ	
1.1 Физико-географическое описание.....	8
1.2 Негативное воздействие вод.....	9
1.3 Население, промышленность и её воздействие на окружающую среду...	10
1.4 Водопользователи и водопотребители.....	11
2 СОСТОЯНИЕ И ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ	
2.1 Основные характеристики Курганского водохранилища.....	14
2.2 Общие сведения о станциях водоподготовки.....	16
2.3 Анализ существующего состояния системы водоснабжения.....	21
3 ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ВОДООТВЕДЕНИЯ	
3.1 Анализ существующего состояния системы водоотведения.....	25
3.2 Деятельность предприятия по водоснабжению и водоотведению в г.Курган .....	27
3.3 Очистка городских сточных вод.....	28
3.4 Характеристика р. Черная как приемника сточных вод.....	34
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	39
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	41

## ВВЕДЕНИЕ

Современный Курган является административным центром Курганской области с населением более 320 тыс. чел, крупный областной центр Зауралья. Исторически город сформировался как важный транспортный узел и промышленный центр. Важнейшими отраслями, определяющими развитие промышленного комплекса города, являются машиностроение и металлообработка, энергетика, медицинская промышленность. На предприятиях города выпускается оборудование для нефтяной и нефтеперерабатывающей промышленности, автобусы, мостовые конструкции, продукция оборонного значения, лекарственные препараты.

Современный Курган строится, ввод жилья в 2013 г. составил 134,5 тыс. кв.м. Одновременно с жильем возводятся медицинские учреждения, торговые, культурно-развлекательные и спортивные центры [3].

Для обеспечения промышленного комплекса и жилищно-коммунального хозяйства требуется вода надлежащего качества и в достаточном объеме. Вместе с тем система водоснабжения г. Кургана, как и во многих городах России, построена на устаревших технологиях еще советского времени, основные фонды истощены и все быстрее выходят из строя, требуются инвестиции и внедрение новых технологий по перевооружению системы водоснабжения.

Другой проблемой, связанной с особенностями режима водных объектов на территории Курганской области, является негативное воздействие вод. Наибольший ущерб населению и экономике наносят наводнения, которые наблюдаются практически на всех реках области в период весеннего половодья. За период 2007 – 2014 г. по охране водных объектов и по предотвращению негативного воздействия вод в Курганской области разработан 21 проект. В частности для предотвращения негативного воздействия вод и защите населения проведены работы по расчистке и спрямлению участков русла реки Черная в г.Кургане.

Для рационального использования водных ресурсов, сохранения от истощения и загрязнения водные объекты предоставляются в пользование на основании договоров. В 2014 г. на территории Курганской области заключили договора 393 водопользователя, из них 334 имеют собственные водозаборы. Всего в этом году было забрано более 73 млн. куб. м воды из поверхностных и подземных источников. В структуре использования свежей воды ведущее место в области принадлежит электроэнергетике и жилищно-коммунальному хозяйству – 73 % от суммарного водопотребления. Сброс сточных и ливневых вод в водные объекты в 2014 г. осуществляли 36 водопользователей. Общий объем сточных вод, поступивших в водные объекты Курганской области, в 2014 году составил порядка 38 млн. куб. м. Из 28 канализационных очистных сооружений со сбросом в поверхностные водные объекты, только двое работали в пределах установленных норм допустимых сбросов: линейная производственно-диспетчерская станция «Юргамыш» Курганского нефтепроводного управления и Курганский автобусный завод [3].

Со сточными и ливневыми водами в водные объекты Курганской области в 2014 году поступило порядка 40 тыс. т загрязняющих веществ, что почти на 6 тыс. т меньше, чем в 2013 г. Уменьшение массы загрязняющих веществ объясняется снижением общего объема сбросов, а также проведением водопользователями водоохраных мероприятий. При этом очистка сточных вод на абсолютном большинстве канализационных очистных сооружений осуществляется не на нормативном уровне из-за неудовлетворительного технического состояния очистных сооружений, несоответствия применяемых технологий современным требованиям. В частности, на курганских очистных сооружениях канализации, эксплуатируемых ОАО «Водный Союз», необходимо строительство цехов доочистки сточных вод и обезвоживания избыточного активного ила, кроме того, предприятием на протяжении длительного времени не решается вопрос прекращения сброса без очистки промывных вод с очистных сооружений водозаборов в Курганское водохранилище на р. Тобол, являющееся единственным источником питьевого и производственного водоснабжения областного центра. Ливневая канализация в г. Кургане многочисленными разрозненными выпусками также без очистки отводится в Курганское водохранилище, в старицы реки Тобол, Битевку, реку Черная, озеро Шум. Вопрос строительства централизованной ливневой канализации с очистными сооружениями не решается [3].

Таким образом, целью работы является анализ проблем хозяйственно-бытового водопользования города Кургана исходя из географического положения и сложившейся производственной и коммунально-бытовой структуры города. Задачи работы:

1. выполнить описание географических характеристик территории, где расположен город Курган;
2. рассмотреть состав основных водопользователей и водопотребителей города Кургана, объем потребляемой воды и сбросов в канализационные сети;
3. выявить главные проблемы, связанные с потреблением воды из природных источников; с негативным воздействием природных вод;
4. рассмотреть проблемы связанные с водоотведением использованных вод предприятиями и жилищно-коммунальным сектором города через сооружения канализации.
5. сформулировать основные проблемы хозяйственно-бытового водопотребления и возможные пути их решения.

# 1 ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА Г. КУРГАНА И КУРГАНСКОЙ ОБЛАСТИ

## 1.1 Физико-географическое описание

Рельеф области равнинный, со слабым наклоном на северо-восток (абсолютные высоты от 57 до 206 метров). Местность изобилует множеством котловин, придающих неповторимый облик краю. Понижения бывают самой различной формы и величины — от нескольких кв. метров до десятков гектар, глубиной от 20-30 сантиметров до 10 метров и более. Эти низины, или так называемые блюдца, большей частью заняты водой, образуют озера.

В области насчитывается более 3 тысяч озёр. Некоторые из них по минералогическим свойствам воды и наличию лечебных грязей не уступают лучшим российским и мировым аналогам [1].

Расположение Курганской области в глубине огромного континента определяет её климат как континентальный. Она удалена от теплых морей Атлантического океана, отгорожена с запада Уральским хребтом, находится близко от центра материка, совершенно открыта с северной стороны и очень мало защищена с юга. Поэтому на территорию области легко проникают как арктические холодные массы, так и теплые сухие — из степей Казахстана, что ведет к неустойчивым метеорологическим условиям. Большое влияние на климат оказывают континентальные воздушные массы умеренных широт, приходящие из Восточной Сибири.

Самым холодным месяцем является январь (в среднем  $-18^{\circ}$ ), самым теплым — июль ( $+19^{\circ}$ ). Годовая амплитуда между самой низкой и самой высокой температурами в области отмечена в 1943 году (в январе  $-50^{\circ}$ , в июле  $+41^{\circ}$ ), а в июле 2012 года, около  $+50^{\circ}$ . Среднегодовое количество осадков по области составляет 300—400 мм, но значительно колеблется по отдельным годам. Минимальное количество осадков выпало в 1952 году (182 мм) [4].

Почти вся территория области расположена в бассейне реки Тобол, и лишь восточные районы относятся к Тобол-Ишимскому междуречью и являются бессточной зоной. В Курганской области протекает 449 водотоков общей протяженностью 5175 километров, насчитывается 2943 озера общей площадью 3000 квадратных километров, что составляет 4 % от площади области. Из общего количества озёр 88,5 % — пресные, 9 % — соленые, 2,5 % — горько-соленые. Реки Курганской области относятся к речной системе Оби. Главной рекой является Тобол, который берет начало в отрогах Южного Урала и на территории Тюменской области впадает в Иртыш. Длина его 1670 км. Тобол является типичной равнинной рекой с медленным течением и непостоянным водным режимом: весной широко разливается, а летом сильно мелеет. Исеть - вторая по величине река области. Длина ее 485 км, истоки - в горном озере Исетском, расположенном в 20 километрах северо-западнее г. Екатеринбурга. Протекает по северо-западной части нашей области на протяжении 412 км и впадает в Тобол около Ялуторовска. Река Миасс (длина ее 647 км) начинается в отрогах Уральских гор западнее г. Челябинска. Богата наша область озерами. Больше всего их в



северо-восточных районах: Мокроусовском, Макушинском, Петуховском, Частоозерском. Самые крупные - Черное и Стеклое - в Мокроусовском районе, Малые Донки - в Куртамышском районе. Кроме пресных озер, на территории области имеются многочисленные соленые, горько-соленые и щелочные озера. В минерализованных озерах залегают мощные отложения ценнейших лечебных грязей. Далеко за пределами Курганской области известны такие курорты, как «Озеро Горькое» Щучанского района, «Озеро Медвежье» в Петуховском районе.

Вместе с тем обеспечение населения водой питьевого качества и в нормативных количествах в Курганской области остается одной из острейших проблем. Наиболее крупным источником водоснабжения являются река Тобол, а также озера в Макушинском, Петуховском, Кетовском районах. Реки Исеть и Миасс, Синара и Теча имеют сильное антропогенное загрязнение на территориях Свердловской и Челябинской областей и не могут быть использованы в качестве источников водоснабжения [3].

В Курганской области имеются разнообразные полезные ископаемые. Богата она сырьем для производства строительных материалов. Повсеместно имеются месторождения глин, трепелов, есть залежи гипса, известняка, строительного камня, гравия и неограниченные запасы песка. Разведаны железорудные месторождения.

В Кетовском, Шадринском и других районах области найдены богатые по объемам источники минеральной воды, которая не уступает по своему составу давно известным во всем мире водам «Ессентуки», «Боржом» и другим. Но главным природным богатством области является плодородная земля. Значительную часть ее территории занимают пахотные земли, пригодные для интенсивного ведения зернового хозяйства. Суходольные и заливные луга являются прочной кормовой базой для животноводства. Курганская область расположена в зоне лесостепи. Лесная площадь составляет 24% территории области. Лес оказывает благотворное влияние на природу края, развитие сельского хозяйства, а также является сырьем для лесной и деревообрабатывающей промышленности [2].

## **1.2 Негативное воздействие вод**

В Курганской области благодаря равнинному рельефу местности наводнения от весеннего половодья встречаются практически на всех крупных, средних и малых реках.

Весеннее половодье на реках области проходит ежегодно, чтобы регион не страдал от этого явления, осуществляется кропотливая работа различных министерств и ведомств по безаварийному его пропуску.

Во время весеннего половодья происходит значительный подъем уровней, особенно для крупных рек. Средняя высота подъема уровней воды на реке Тобол у города Кургана составляет около 5 метров, но в многоводные годы подъем достигает 10-11 метров. На реках Исеть и Миасс максимальные подъемы достигают 4-5 метров. Исключительно высокие половодья, при которых

наблюдалось затопление значительных территорий, проходили в 1914, 1941, 1947, 1957, 1994, 2000 и 2002 годах [5].

### **1.3 Население, промышленность и её воздействие на окружающую среду**

Численность населения области по данным Госкомстата России составляет 862 041 чел. (2016 г.). Плотность населения — 12,06 чел./км<sup>2</sup> (2016 г.). Городское население — 62,1 % (2015 г.).

Крупнейшими промышленными центрами Курганской области являются города Курган и Шадринск. На базе эвакуированных в годы Великой Отечественной войны 16 предприятий из западных областей страны стала формироваться местная промышленность. Затем появились завод деревообрабатывающих станков, дорожных машин, завод колёсных тягачей (Концерн «Русич»), Катайский насосный завод, шадринские предприятия — автоагрегатный завод и «ШЗТМ», телефонный завод и другие. После войны в области были построены крупные предприятия — Курганский машиностроительный завод, объединение «АК Корвет», заводы «Химмаш» и автобусный завод «КАВЗ» и комбинат медицинских препаратов «Синтез».

Основные курганские заводы:

- ОАО «Икар» Курганский завод трубопроводной арматуры
- ОАО «Курганский машиностроительный завод»
- ОАО НПО «Курганприбор»
- ЗАО «Курганстальмост»
- ОАО «Курганхиммаш»
- ОАО «Синтез»
- ООО «Курганский автобусный завод» (КАВЗ)
- МУП «Рубин»
- ОАО «Корвет»
- ОАО «Кургандормаш»
- ООО «Амрита»
- ЗАО «Курганский винодельческий завод»
- ООО «Курганский Механический Завод»
- Концерн «Реалко»
- ООО «Курганский пивоваренный завод»

Предприятия города и автотранспорт оказывают существенное влияние на окружающую среду. При этом вклад автотранспорта в общее количество выбросов загрязняющих веществ в 2014 году составил 58% [3]. Основными вредными веществами, находящимися в атмосферном воздухе города Кургана, являются сажа и формальдегид. В 2014 году на территории Курганской области произведено 751,6 тыс.т. отходов производства и потребления 60, 6% из которых использовано или обезврежено.

Проблема утилизации отходов в Кургане стоит очень остро. На сегодняшний день непосредственно обезвреживанием и утилизацией отходов занимаются 10 организаций, которыми в 2014 г. было обезврежено и утилизировано порядка 48

тыс. тонн отходов [6]. Ситуация с твёрдыми бытовыми отходами (ТБО) в г. Кургане следующая: в настоящее время единственный Шуховский полигон соответствует всем нормам и требованиям предъявляемым к данным видам сооружений по законодательству РФ и внесён в единый государственный реестр.

Общий объем сточных вод, поступивших в водные объекты Курганской области, в 2014 году – 38,70 млн. куб. м. В 2014 году действовало 28 канализационных очистных сооружений со сбросом в поверхностные водные объекты, из которых двое очистных сооружений работали в пределах установленных норм ДС – это ЛПДС «Юргамыш» Курганского нефтепроводного управления и ООО «Курганский автобусный завод» [6].

#### **1.4 Водопользователи и водопотребители**

Главное различие между понятиями водопользователи и водопотребители заключается в том, что потребители воды (многие отрасли промышленности, сельское хозяйство и др.) расходуют воду, в то время как водопользователи (водный транспорт, гидроэлектроэнергетика и др.) ее практически не потребляют. Поэтому с точки зрения экологии главная опасность исходит от водопотребителей, хотя и водопользователи вносят свою лепту в загрязнение водных объектов (например, морской транспорт).

В целом среди отраслей экономики основным потребителем пресной воды является сельское хозяйство, на нужды которого уходит более 60% всей потребляемой воды. Наиболее водоемкие отрасли промышленности — горнодобывающая, металлургическая, химическая, целлюлознобумажная и пищевая. К числу этих отраслей относится и энергетика, однако эта отрасль — скорее водопользователь, чем водопотребитель.

В современных условиях значительно возросли потребности в пресной воде на коммунально-бытовые нужды. В среднем городской житель на бытовые нужды ежедневно расходует около 150 л, а сельский — около 55 л. Таким образом одной из главных задач муниципалитетов крупных городов является экономное расходование пресной воды, поставляемой населению и предприятиям.

В Курганской области, как и в других регионах России, для обеспечения рационального использования водных ресурсов, сохранения от истощения и загрязнения водные объекты предоставляются в пользование на основании договоров и с регистрацией в государственном водном реестре. В 2014 году на территории области водопользование осуществлял 61 водопользователь [6].

На основании 37 договоров водопользования использование поверхностных водных объектов водопользователями осуществлялось в целях забора (изъятия) водных ресурсов и использования акватории поверхностных водных объектов. На основании 52 решений о предоставлении водных объектов в пользование осуществлялось пользование водными объектами: с целью сброса сточных, в том числе дренажных, вод; на проведение работ на водных объектах, связанных с изменением дна и берегов; на забор воды для орошения земель

сельскохозяйственного назначения; на использование водного объекта для организованного отдыха детей; на использование водных объектов для разведки и добычи полезных ископаемых; на забор воды при осуществлении аквакультуры.

Государственным учётом по использованию вод в течение 2014 года было охвачено 393 водопользователя и водопотребителя Курганской области. Из общего числа отчитывающихся предприятий 334 имеют собственные водозаборы из природных водных объектов. В 2014 году из природных водных объектов забрано 73,49 млн. куб. м воды, в том числе 58,82 млн. куб. м — из поверхностных водных объектов и 14,67 млн. куб. м — из подземных [6].

Водопотребление на территории области и по бассейнам рек распределяется неравномерно: максимальное водопотребление наблюдается в бассейне р. Тобол, значительно ниже в бассейнах рек Исеть и Миасс. В структуре использования свежей воды ведущее место в области принадлежит электроэнергетике и жилищно-коммунальному хозяйству - это 73,0 % от суммарного водопотребления, 14,75 % приходится на промышленность, 3,47 % - на сельское хозяйство (рисунок 1).

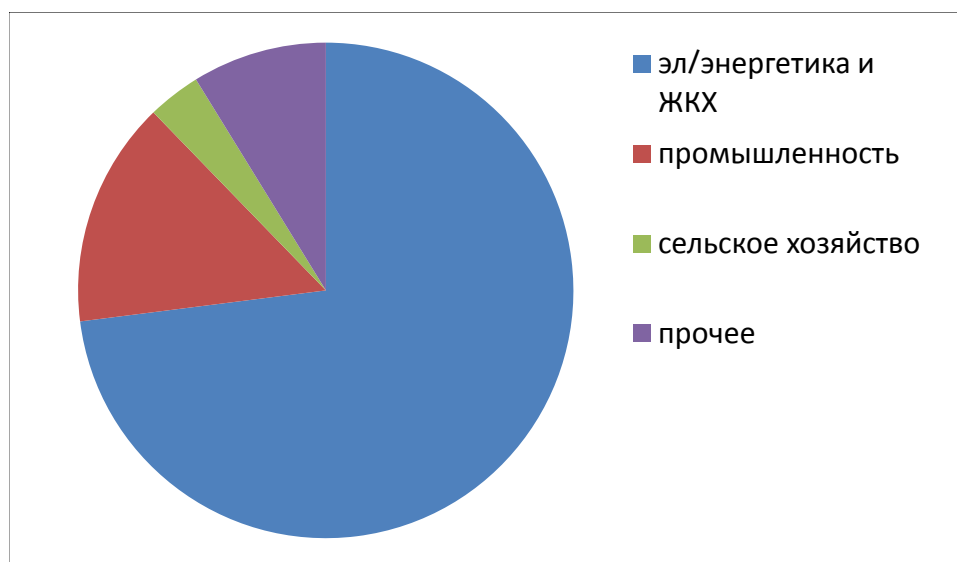


Рисунок 1 – Структура водопотребления в Курганской области

Согласно Программе комплексного развития систем коммунальной инфраструктуры городского округа – города Кургана до 2028 г. [7]. На 2013 г. общее распределение потребителей воды в системе водоснабжения городского округа без детализации по предприятиям и населению представлено в таблице 1.

Таблица 1– Распределение воды по потребителям г. Курган на 2013 г.

Наименование	Значение, тыс. куб.м	Значение, %
Реализация воды потребителям (всего)	18 736	100
Физические лица	13 219	71

Окончание таблицы 1

Юридические лица	3 539	19
Бюджетные потребители	1 577	8
Потребители вне границ города Кургана	401	2

Под физическими лицами здесь понимают жителей города как частных лиц, юридические лица – предприятия и организации, бюджетные потребители, как правило, это организации, относящиеся к Министерству обороны, Министерству юстиции и т.п., которые оплачивают услуги из бюджета муниципалитета, области или Российской Федерации.

## **2 СОСТОЯНИЕ И ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ**

Качество воды, подаваемой потребителю, зависит как от источника водоснабжения, так и степени водоподготовки.

Для технической эксплуатации систем и сооружений водоснабжения и водоотведения в г. Кургане работает МУП «Курганводоканал», которое оказывает населению, предприятиям и организациям услуги по водопользованию. Оно обеспечивает потребителей города питьевой водой, соответствующей СанПиН 2.1.4.1074-01 и занимается отведением сточных вод на городские очистные сооружения канализации, биологической очисткой сточных вод, эксплуатацией и ремонтом находящихся в хозяйственном ведении сооружений и сетей водопровода и канализации.

МУП «Курганводоканал» ежегодно заключает договоры с абонентами - промышленными предприятиями и предприятиями соцкультбыта города по обеспечению их питьевой водой и отведению от них сточных вод.

В 2008 году количество Абонентов, пользующихся услугами МУП «Курганводоканал» по водоснабжению и водоотведению составило более полутора тысяч. Основную производственную деятельность осуществляют цехи: водозаборные сооружения – Арбинские и Центра города, цех очистных сооружений канализации, цех насосных станций и сетей канализации, цех насосных станций и сетей водопровода.

Контроль качества питьевой воды на соответствие её требованиям СанПиН 2.1.1074-01 «Питьевая вода» осуществляет испытательная лаборатория качества питьевой воды (ИЛКПВ). Лаборатория аккредитована на техническую компетентность в области анализа природной и питьевой воды [8].

### **2.1 Основные характеристики Курганского водохранилища**

Курганский гидроузел построен на реке Тобол по проекту института «Гипрокоммунстрой» Министерства коммунального хозяйства РСФСР и введен в эксплуатацию в 1962 году. Плотиной гидроузла создано водохранилище емкостью 28,1 млн.м<sup>3</sup>. Курганское водохранилище является водохранилищем руслового типа. Основное его назначение – сезонное регулирование стока в целях обеспечения промышленного и хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Кургана и Курганского промышленного района. Гидроузел расположен в черте города Кургана [8].

Наполнение водохранилища производится на спаде весеннего половодья, когда с уменьшением расхода воды постепенно закрываются затворы гидроузла.

Годовой ход изменений уровня, независимо от водности отдельных лет, однотипен и имеет три характерных периода: весеннее наполнение водохранилища, летне-осеннее стояние уровня, период зимней сработки водохранилища. Весеннее половодье обычно пропускается через водосливную плотину и правобережную дамбу с затоплением поймы. Максимальные расходы воды наблюдаются при весеннем половодье в апреле месяце [9].

Максимальный расход воды, проходящий через отверстия плотины – 460 м<sup>3</sup>/с при максимальном уровне 69,5 м БС.

Средняя дата начала ледостава 13 ноября. Наибольшая толщина льда 120 см. Вскрытие водохранилища начинается в первой декаде апреля. Продолжительность весеннего ледохода 6 суток. Образование шуги и осеннего ледохода не наблюдается.

Курганское водохранилище – замыкающее в каскаде водохранилищ на реке Тобол и его притоках. Согласно действующему водораспределению между республикой Казахстан и Российской Федерацией, по р. Тобол ниже створа Каратамарского водохранилища на границе Кустанайской и Курганской областей в маловодные годы расчетной обеспеченности 95% в межень гарантируется поступление воды 0,5 м<sup>3</sup>/с.

Согласно режиму работы Курганского водохранилища в год 95% обеспеченности, по внутригодовому распределению стока р. Тобол, лимитирующими месяцами являются февраль, март. С учетом боковой приточности, зарегулированной прудами и водохранилищами, наименьший среднемесячный приток воды по Курганскому водохранилищу составляет 1,05 м<sup>3</sup>/с (зимняя межень) [8].

Ширина водоохраной зоны Курганского водохранилища в створе водовыпуска (3,5 км выше створа гидроузла) в соответствии со статьей 65 Водного кодекса Российской Федерации от 03.06.2006 № 74-ФЗ составляет 200 м, ширина прибрежной защитной полосы – 200 м от береговой линии. В пределах водоохраной зоны водного объекта устанавливается специальный режим осуществления хозяйственной деятельности в целях предотвращения загрязнения, засорения, заиления водного объекта и истощения его вод.

По многолетним данным река Тобол отвечает требованиям водоема 1 категории СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод» [18].

По степени загрязнения река Тобол в створах водозаборов по органолептическим показателям, санитарному режиму, токсикологии относится к умеренной степени загрязнения – индекс 1, по бактериологическим показателям к допустимой степени загрязнения – индекс – 0.

В районе города Кургана вода реки Тобол не отвечает требованиям «Показателей состояния и правил таксации рыбохозяйственных водных объектов» ГОСТ 17.1.2.04-77 по жесткости - относится к жесткой (в отдельные месяцы: февраль, март с превышением жесткости до 9,0 мг-экв/л – к очень жесткой воде).

По показателям солености воды река Тобол относится к среднеминерализованной; по водородному показателю (рН) – к нормальным, по соответствию содержания в воде органических веществ – к природному загрязнению (до 10 мг/л).

Проведение расчетов фоновых концентраций химических веществ в воде водотоков устанавливается методическими указаниями РД 52.24.622-2001, введенными в действие 01.01.2002 года. Фоновые концентрации химических веществ, рассчитанные в соответствии с этим документом, используются при

осуществлении забора воды из водотоков на различные хозяйственные нужды. Расчет фоновых концентраций произведен ГУ «Курганский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды». Для расчета фоновых характеристик Курганского водохранилища по выпускам промывных сточных вод использовались данные лабораторных анализов испытательной лаборатории качества сточных вод (ИЛКПВ) МУП «Курганводоканал» за 2007-2008 гг.:

- р. Тобол, 500 м выше выпуска № 1 (после фильтров) Арбинских водозаборных сооружений: аммоний-ион - 0,49; сульфаты - 187; алюминий - 0,04; взвешенные вещества - 10,0; БПК<sub>полн</sub> - 3,89;

- р. Тобол, 500 м выше выпуска № 2 (после отстойников) Арбинских водозаборных сооружений: аммоний-ион - 0,42; сульфаты - 189,3; алюминий - 0,04; взвешенные вещества - 15,5; БПК<sub>полн</sub> - 3,87.

Расчетный объем водоотведения в водохранилище составляет 3,94 млн.м<sup>3</sup>/год, (10,79 тыс.м<sup>3</sup>/сут.), из них: 2,782 млн. м<sup>3</sup>/год (7,623 тыс.м<sup>3</sup>/сут.) – промывные воды от фильтров (выпуск № 1); 0,531 млн.м<sup>3</sup>/год (1,455 тыс.м<sup>3</sup>/сут.) - промывные воды от отстойников ( выпуск № 2) [8].

## **2.2 Общие сведения о станциях водоподготовки**

Забор воды из Курганского водохранилища на реке Тобол осуществляется в целях ее использования на питьевые и хозяйственно-бытовые нужды населения и промышленных предприятий города Кургана.

Арбинские водозаборные сооружения забирают речную воду из Курганского водохранилища на реке Тобол, очищают ее и передают в город для обеспечения водой населения и промышленных предприятий.

Станция водоподготовки Арбинских водозаборных сооружений расположена к юго-западу в 6 км от города Кургана на правом высоком берегу реки Тобол. Берег реки Тобол, примыкающий к очистным сооружениям, крутой, вогнутый, обрывистый, незадернованный, подвержен размыву и сложен песчано-суглинистыми грунтами с суглинистыми прослойками.

Водозабор осуществляется с правого берега в 22 км выше створа гидроузла. Выпуск № 1 от фильтров – в 2 км ниже водозабора, выпуск № 2 от отстойников – в 9 км ниже водозабора [8].

Организация санитарных зон охраны определена СанПиН 2.1.4.1110–02 «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения». Имеет 3 пояса: первый пояс, второй пояс и третий пояс. В водоохраных зонах Курганского водохранилища режим хозяйственной деятельности ведется и соблюдается согласно «Положению о водоохраных зонах водных объектов и их защитных прибрежных полосах», утвержденному постановлением правительства РФ от 23.11.04 и от 27.05.97 № 344, а также в соответствии с решением исполнительного комитета Курганского областного Совета депутатов трудящихся, постановлению Администрации Курганской области.

Во избежание загрязнения источника водоснабжения установлены три пояса зоны санитарной охраны реки Тобол.



Первый пояс – зона строгого режима – включила территорию расположения Арбинского водозабора, площадок всех водопроводных сооружений и водопроводящего канала. Его назначение – защита места водозабора и водозаборных сооружений от случайного или умышленного загрязнения и повреждения.

Граница первого пояса установлена не менее 100 м во всех направлениях по акватории водозабора и по прилегающему к водозабору берегу от линии уреза воды при летне-осенней межени. На водозаборе г. Кургана (д. Арбинка) границы первого пояса санитарной охраны обозначены предупредительными наземными знаками. Ограждение проходит вверх по течению 150 м, вниз – около 100 м. По правому берегу – санитарная зона включает площадку очистных сооружений, по левому берегу – граница санитарной зоны углубляется в материковую часть до 50 м.

Территория первого пояса ЗСО спланирована для отвода поверхностного стока за её пределы, озеленена, надежно ограждена и обеспечена охраной. Дорожки к сооружениям имеют твердое покрытие [8].

На территории первого пояса сооружений запрещены:

1. все виды строительства, за исключением реконструкции или расширения основных водопроводных сооружений (подсобные здания, непосредственно не связанные с подачей и обработкой воды должны быть размещены за пределами зоны);
2. размещение жилых и общественных зданий, проживание людей, в том числе работающих на водопроводе;
3. прокладка трубопроводов различного назначения, за исключением трубопроводов, обслуживающих водопроводные сооружения;
4. применение ядохимикатов и удобрений;
5. посадка высокоствольных деревьев.

Второй пояс предназначен для защиты водохранилища от микробного загрязнения.

Граница второго пояса ЗСО на водоемах должна быть удалена по акватории во все стороны от водозабора на расстояние 3 км – при наличии нагонных ветров до 10% и на 5 км – при наличии нагонных ветров более 10%.

Граница второго пояса ЗСО на водоемах по территории должна быть удалена в обе стороны по берегу на 3 или 5 км в соответствии с вышеуказанными условиями и от уреза воды при нормальном подпорном уровне (НПУ) на 500 – 1000 м в соответствии с вышеуказанными условиями.

Зона санитарной охраны второго пояса Арбинского водозабора охватывает территорию от очистных сооружений до с. Темляков на расстоянии в 26 км вверх по р. Тобол.

Линия границы второго пояса начинается от нижней границы зоны первого пояса проходит по левому берегу параллельно р. Тобол на расстоянии 500 м от уреза воды при НПУ до с. Темляков, включая в себя частично населенные пункты: Осиновку, Черемухово, Комогоровку, Н. Утятку, выходит на правый берег и идет вдоль р. Тобол на расстоянии 500 м через населенные пункты - Новая

Затобольная, Бараба, Лаптево, Лесниково, КГСХА, санаторная и заканчивается у верхней границы первого пояса [12].

На территории второго пояса зоны запрещается:

- 1) загрязнение территории нечистотами, навозом, промышленными отходами;
- 2) размещение складов горючесмазочных материалов, ядохимикатов и минеральных удобрений, накопителей, шламохранилищ и других объектов, которые могут вызвать химическое загрязнение источника водоснабжения;
- 3) размещение кладбищ, скотомогильников, полей ассенизации, полей фильтрации, сельскохозяйственных полей, животноводческих и птицеводческих предприятий и других объектов, которые могут вызвать микробное загрязнение источника водоснабжения;
- 4) применение удобрений и ядохимикатов.

Третий пояс зоны санохраны предназначен для защиты водохранилища от химического загрязнения. В третьем поясе запрещается размещать склады горючесмазочных материалов, ядохимикатов и минеральных удобрений, накопителей, шламохранилищ и других источников химического загрязнения.

Границы третьего пояса зоны санитарной охраны поверхностного источника на водоеме полностью совпадают с границами второго пояса [12].

В состав водозаборных сооружений входят: оголовок; две самотечные линии, водоприемный колодец, совмещенный с насосной станцией I-го подъема.

Полная производительность водозаборных сооружений с учетом расхода воды на собственные нужды очистной станции в размере 10% составляет 137,5 тыс. м<sup>3</sup>/сутки.

Расход воды на собственные нужды распределяется на:

- 1) промывку фильтров;
- 2) продувку отстойников;
- 3) промывку вращающихся сеток;
- 4) проток воды в отборных трубочках лаборатории для отбора проб (14 трубочек);
- 5) санитарно-бытовые расходы.

Очистные сооружения Арбинского водозабора работают по следующей технологической схеме [8].

Речная вода из водохранилища по двум самотечным линиям поступает в приемный колодец. Из приемного колодца вода забирается насосами станции I-го подъема. Здесь используется комбинированный метод обеззараживания воды сульфатом аммония и первичным хлором. Во избежание появления в воде хлорфенольных запахов и привкусов с 2008 года введена в технологию предварительная аммонизация воды – преаммонизация. Для осветления воды в отстойниках предварительно вводятся реагенты: коагулянт (сернокислый алюминий), флокулянт (полиакриламид или праестол). На первом этапе очистки питьевой воды коагулянты обеспечивают более полное и быстрое осаждение взвешенных и коллоидных частиц, содержащихся в воде реки Тобол. Осадок, образовавшийся в отстойниках поступает обратно в реку Тобол через трубопровод. Реагенты используются по мере необходимости, а в паводковый

период ежедневно. Результаты анализов с момента введения в процесс коагуляции полиакриламида (праестола) стабильно показывают его отсутствие в промывных водах.

После отстаивания и осветления происходит фильтрование воды. Оно осуществляется на скорых фильтрах АКХ с использованием фильтрующих материалов: щебня - поддерживающий слой и основной фильтрующей загрузки - кварцевый песок. Применяется скорое фильтрование - 12 м/час с обязательным применением предварительного коагулирования с целью удаления основной массы взвесей из обрабатываемой воды, т.е. для фильтрации от мелких взвесей, поступивших из отстойников. Осветленная и обесцвеченная вода в отстойниках отфильтрованная на фильтрах хлорируется вторично и поступает в контактные резервуары чистой воды для обеззараживания.

С внедрением комбинированного метода обеззараживания питьевой воды: хлорирования воды с аммонизацией необходимость в озонировании воды отпала (озонаторная станция законсервирована).

Чистая питьевая вода насосами станции II-го подъема перекачивается потребителям города и части области.

Одним из очевидных результатов технологии водоподготовки является образование шламовых и промывных сточных вод. Осажденные вещества, поступившие из реки Тобол и реагенты, участвующие в процессе их осаждения, образуют технические сточные промывные воды с которыми осевшие вещества возвращаются назад в реку Тобол. Сточные воды поступают в реку Тобол по двум выпускам: в озеро – отстоя (озеро образовано продолжительным временем выпуска шламовых вод); от фильтров - поступают в рукав реки Тобол.

Сточные воды от отстойников представляют собой, в основном, шлам взвешенных веществ, поступивших с речной водой и образовавшийся в результате осаждения, дающее эффект осветления воды, что предусмотрено технологией очистки речной воды до питьевого качества. Дополнительных взвешенных вещества на выпуске шламовых сточных вод в реку не привносится - наоборот, часть взвешенных веществ в виде остаточной мутности в пределах норм СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода» остается в очищенной воде и поступает в город [18].

После освобождения от взвешенных веществ на отстойниках вода поступает для окончательного ее осветления на скорые фильтры, где задерживаются самые мелкие взвешенные вещества. Скорые фильтры в процессе эксплуатации требуют периодической (один - два раза в сутки) промывки, которая производится обратным током чистой питьевой водой. Фильтр одновременно взрыхляется, освобождается от взвесей, образуя промывочные сточные воды. Таким образом, через другой выпуск сбрасываются сточные воды, образующиеся при промывке скорых фильтров.

Вода реки Тобол в паводок – апрель-май месяцы – имеет высокую мутность. Осветление воды происходит под действием коагулянта – сернокислого алюминия, взвешенные вещества осаждаются на дно отстойников. Для ускорения процесса осаждения кроме коагулянта используется (в очень малых количествах) флокулянт Реагенты, участвующие в коагуляции речной воды привносятся

дополнительно к фоновому содержанию речной воды, образуя общую массу загрязняющих веществ.

Осажденные вещества, поступившие из реки Тобол и реагенты, участвующие в процессе их осаждения, образуют технические сточные промывные воды с которыми осевшие вещества возвращаются назад в реку Тобол.

В связи с этим станция водоподготовки, как и любой другой водопользователь, осуществляет расчет и контроль норматива допустимого сброса загрязняющих веществ в реку Тобол в соответствии Методическими указаниями по расчету НДС [8].

НДС устанавливают ограничение поступления загрязняющих веществ в реку Тобол с промывными и шламовыми водами от Арбинских водозаборных сооружений и используются при выдаче Решения на водопользование – на сброс сточных вод, при осуществлении государственного и производственного экологического контроля по использованию и охране водных объектов, при расчете платы за сброс загрязняющих веществ, оценки эффективности водоохранных мероприятий.

На водозаборных Арбинских сооружениях при очистке речной воды, применяется три реагента: сернокислый алюминий, участвующий в коагуляции воды, сульфат аммония, участвующий в преаммонизации и постаммонизации чистой питьевой воды (фильтры промываются чистой водой), полиакриламид (или праестол), который участвует в очень малых количествах для ускорения процесса коагуляции.

Данные три вещества участвуют в технологии очистки речной воды и подлежат нормированию на сбросе, а так же государственному и производственному контролю.

Четвертым нормируемым веществом являются сульфаты. Сульфаты дополнительно освобождаются при коагулировании воды от коагулянта глинозема – сернокислого алюминия  $Al_2(SO_4)_3$  и при гидролизе в жесткой воде дополнительно к забранной воде образуют сульфатные соли, в мягкой воде (время паводка) расходуются лишь на подкисление воды. Сульфаты привносятся дополнительно к сульфатам фона реки по основной массе в чистую питьевую воду; дополнительно в сточную воду в небольшом количестве сточной воды и при условии водопользования одним водным объектом на сбросе в реку Тобол не привносятся [13].

Пятым нормируемым, но не загрязняющим веществом являются взвешенные вещества речной воды, осевшие в отстойниках и осветлителях, с частичным выносом на фильтры. Поступившие с водой реки Тобол взвешенные вещества, после их осаждения на сооружениях, возвращаются обратно в реку Тобол в сконцентрированном виде со сточной водой и в меньшей массе, так как часть взвешенных веществ остается на сооружениях на период очистки, а часть в виде мутности уходит с очищенной водой в водопроводные городские сети.

Взвешенные вещества, как и вещества природного состава воды р. Тобол: растворенные ионы минеральных солей: Ca, Mg,  $SO_4$ , Cl,  $HCO_3$ , Fe, K, Na, а также по их комплексным показателям: сухому остатку и БПК<sub>полн</sub> возвращаются в

реку Тобол с промывными сточными водами без их дополнительного привноса к фоновому содержанию веществ, находящихся в забранной воде реки Тобол [13].

Кроме Арбинских водозаборных сооружений в г.Курган Для целей питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения осуществляется забор воды из Курганского водохранилища водозаборными сооружениями центра города с подготовкой ее до питьевого качества с последующей передачей потребителям города. Водозаборные сооружения расположены непосредственно в центре города на излучине левого берега р. Тобол.

Граница первого пояса зоны санитарной охраны для головных сооружений проходит: вверх по течению в 200 м от водозабора, вниз по течению – 80 м от водозабора; боковая граница по левому берегу, где расположен водозабор, проходит в 150 м от уреза воды, огорожена металлическим забором с колючей проволокой. Граница первого пояса по противоположному – правому берегу проходит в 50 м от уреза воды р. Тобол.

Технологическая схема очистки питьевой воды аналогична той, которая используется на Арбинских водозаборных сооружениях.

### 2.3 Анализ существующего состояния системы водоснабжения

Качество воды, подаваемой потребителю, зависит как от источника водоснабжения и степени водоподготовки, так и, во многом, от состояния водопроводных сетей.

В настоящее время состав и техническое состояние имеющихся сооружений водоподготовки не всегда обеспечивают постоянное соблюдение всех предъявляемых к ним требований. Некоторые показатели технического состояния системы водоснабжения представлены в таблице 2 [7].

Таблица 2 – Техническое состояние системы за 2013 год

Показатель	Кол-во
Объем выработки воды (подъем), тыс.куб. м	41 891
Подача в сеть, тыс.куб. м	38 254
Реализация воды потребителям, тыс.куб. м	18 736
Технологические нужды на промывку сетей и ремонтные работы, тыс.куб. м	1 284
Потери и утечки воды в сетях, тыс.куб. м (%)	18 234 (47,7)
Количество водозаборов (из одного источника – река Тобол)	2
Общая протяженность сетей (на 01.01.2013), км	559,3
Коэффициент аварийности на 1 км сети	1,62
Количество насосных станций всех уровней	81
Количество резервуаров	4
Количество водонапорных башен	-
Численность обслуживаемого населения, чел	243 404
Удельное потребление холодной воды на хозяйственно-	154,5

## Окончание таблицы 2

Показатель	Кол-во
питьевые нужды, л/сун на чел.	
Оценка доли постоянного населения, не имеющего централизованного водоснабжения, %	25

Как видно из таблицы 2, протяженность напорно-разводящих сетей водоснабжения города Кургана на 01.01.2013 г. составляет 559,3 км. Из них почти половина 228,8 км составляют сети сроком более 25 лет эксплуатации. По данным ремонтных служб за период с 2010 по 2013 год среднее количество аварий на сетях водопровода составило 946 аварий/год [7].

На основании этого делается вывод о низкой эффективности и надежности сетей системы водоснабжения водоканала муниципального округа г. Курган. Показатель аварийности сетей водоснабжения составляет 1,62 аварии / км. Для сравнения аналогичный показатель в водоканале ГО г.Волжский при сопоставимых условиях по протяженности сетей и численности населения составил 0,472 аварии / км. Для водоканала МО г. Геленджик – 0,39. Для Владивостокского ГО – 0,824. При рассмотрении столиц соседних федеральных округов по Уральскому ФО данный показатель значительно ниже Курганского (на основании данных госмониторинга инвестиционных программ).

Основная причина низкой эффективности и надежности является высокий износ сетей водоснабжения, что приводит к повышенной аварийности и зарастанию сетей. Зарастание сетей оказывает прямое воздействие на вторичное загрязнение воды питьевого качества. Явно недостаточны темпы реконструкции и строительства сетей водоснабжения.

Таким образом, основными проблемами поверхностных источников водоснабжения являются [7] :

- высокое содержание в воде р.Тобол солей жесткости, марганца в межпаводковый период.
- износ зданий насосных станций составляет не менее 75%.
- высокий износ центробежных насосов и несоответствие насосного оборудования современным требованиям по надежности и электропотреблению и отсутствие защитных и регулирующих систем.
- низкое качество запорной арматуры.

Для решения повышения эффективности и надежности имеющихся источников необходимо выполнить ряд инвестиционных мероприятий [9] реконструкция очистных сооружений Центра города:

- строительство узла обработки промывных вод после станции водоподготовки. Данное мероприятие позволит повысить технические и экологические показатели работы очистных сооружений.
- организация зоны санитарной охраны строгого режима на существующих водозаборах в связи с требованиями органов государственного санитарно-эпидемиологического надзора в Российской Федерации (СанПиН 2.1.4. 027 – 95 «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения»).

Что касается оборудования водопровода, то основными проблемами и направлениями их решения являются:

- износ 66% сетей от общей протяженности трубопроводов составляет от 70% до 100%.
- высокая аварийность приводит к непроизводственным потерям воды и перерывам в водоснабжении потребителей.
- отсутствие регулирующей и низкое качество запорной арматуры.
- вторичное загрязнение и ухудшение качества воды вследствие внутренней коррозии металлических трубопроводов, поскольку водопроводные сети выполнены на 36 % из стальных и на 35,5 % из чугунных труб.
- отсутствие водопроводных сетей в некоторых районах частного сектора застройки города.
- отсутствие резерва мощности насосной станции 3-го подъема района Заозерный, необходимость строительства двух резервуаров чистой воды в связи с расширением жилой зоны и увеличением расхода потребляемой воды

Для повышения показателей эффективности и надежности системы водоснабжения необходима реконструкция с учетом модернизации и строительство новых сетей для обеспечения необходимых темпов обновления сетей (переход от общего старения системы водоснабжения к обновлению) и восполнение потребностей потребителей в воде [7].

Готовность системы водоснабжения характеризуется показателями надежности. Надежность системы водоснабжения г.Кургана характеризуется как неудовлетворительная. Эксплуатация системы с неудовлетворительными показателями надежности приводит к значительным потерям воды в сетях и перерасходу электроэнергии на добычу, подготовку и транспортировку. Как уже указывалось выше, фактическое значение аварий на трубопроводах оценивается как 1,62 аварии/ км, а потери составляют 47,7%. Данный показатель значительно выше среднего российского уровня.

Перечень основных проблем, которые отрицательно влияют на показатели надежности:

- увеличение протяженности сети с 70% износом от общей протяженности сети составило 9,9% ежегодно за счет передачи бесхозных сетей;
- вторичное загрязнение и ухудшение качества воды вследствие внутренней коррозии металлических трубопроводов;
- отсутствие регулирующей и низкое качество запорной арматуры;
- износ и несоответствие насосного оборудования современным требованиям по надежности, отсутствие защиты от гидроударов;
- потери в трубопроводах, сетевом оборудовании и арматуре.

Требуемые мероприятия:

- поэтапная модернизация изношенных сетей водоснабжения, имеющих большой износ – 100 %, с использованием современных полимерных материалов.
- установка эффективного энергосберегающего насосного оборудования и автоматизированной системы управления с передачей данных в АСДКУ.

- внедрение системы телемеханики и автоматизированной системы управления водоподачи с реконструкцией КИПиА насосных станций и водозаборных сооружений [7].

Физически и морально устаревшая коммунальная инфраструктура системы водоснабжения в ближайшее время не позволит обеспечивать выполнение современных экологических требований и требований к качеству поставляемых потребителям коммунальных ресурсов. Необходима модернизация и реконструкция существующих сетей и сооружений водоснабжения, направленная на повышение энергоэффективности, снижение потерь, неучтенных расходов и аварийности, обеспечение санитарных и экологических норм и правил при эксплуатации системы водоснабжения.

Основная имеющаяся проблема, которая в значительной мере воздействует на окружающую среду, является отсутствие на очистных сооружениях системы централизованного водоснабжения установок по очистке промывных вод и соответственно установок по обезвреживанию осадка от промывных вод.

Для решения данных проблем необходимо строительство узлов обработки промывных вод на станциях водоподготовки. Данное мероприятие позволит повысить технические и экологические показатели работы очистных сооружений.



## 3 ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ВОДООТВЕДЕНИЯ

### 3.1 Анализ существующего состояния системы водоотведения

Приём сточных вод от жилого сектора и промышленной зоны города Кургана осуществляется централизованной системой канализации, которая выводит стоки в реку Черная через городские очистные сооружения биологической очистки. Для обеспечения безаварийной и безопасной работы сетей и сооружений канализации, снижения негативного влияния сточных вод города Кургана на поверхностные водные объекты введены нормативы допустимых промышленных сбросов в систему канализации по качеству и объёмам. Ограничения обусловлены технологическими проектными параметрами очистных сооружений, параметрами эксплуатации канализационных сетей с учётом предотвращения заиливания, зажиривания, закупорки труб, агрессивного влияния на материал труб, колодцев, оборудования.

Централизованная система водоотведения городского округа Курган включает [7]:

1. Самотечные и напорные коллекторы диаметром от 150 до 1500 мм общей протяженностью 389,3 км.
2. Канализационные насосные станции в количестве 51 шт.
3. Очистные сооружения биологической очистки сточных вод.

В систему канализации города Кургана поступают хозяйственно-бытовые стоки от населения, производственные стоки от промышленных предприятий, а в связи с недостаточным развитием системы ливневой канализации также частично дождевые воды.

Стоки города собираются коллекторами в канализационной насосной станции КНС-3, главной насосной станции ГНС, северной главной насосной станции СГНС и далее подаются напорными коллекторами в приемную камеру очистных сооружений канализации.

Сети канализации выполнены из чугунных, стальных, асбестоцементных, железобетонных, керамических и пластмассовых труб.

Данные по распределению сетей канализации по материалам труб представлены в таблице 4 [7].

Таблица 4 – Распределение сетей канализации по материалам труб

Материал труб	Протяженность сетей, км	Доля от общей протяженности, %
Чугун	193,09	49,6
Сталь	23,75	6,1
Асбестоцемент	16,35	4,2
Железобетон	58,01	14,9
Керамика	88,76	22,8
Пластмасса	9,34	2,4
<i>Итого</i>	<i>389,30</i>	<i>100</i>

Как видно из представленных данных, почти половина канализационных сетей города проложена из чугунных труб (49,6%). Обращает на себя внимание, что 27% сетей проложено из керамических и асбестоцементных труб. Главным недостатком таких труб является их механическая хрупкость и малая длина: при обустройстве трубопровода требуется герметизировать большее количество соединений. Кроме этого, внешняя поверхность асбестоцементных труб подвержена коррозионным процессам [7].

Таблица 5 – Техническое состояние сетей водоотведения

Показатели	Сети водоотведения		
	2010 год	2011 год	2012 год
Количество аварий	39	46	57
Отремонтировано, км	2,05	0,52	0,76
Нуждаются в замене, км	345,0		

Основываясь на данных, представленные в таблице 5 можно сделать вывод о том, что техническое состояние сетей водоотведения и, соответственно, их надежность неудовлетворительное.

Основными техническими проблемами сетей и сооружений водоотведения города Кургана являются следующие [7]:

- 1) средний процент износа самотечных и напорных сетей города достигает более 70%, около 33% сетей требуют незамедлительной замены;
- 2) из 51 канализационной насосной станции 60% станций требуют модернизации не только технологических мощностей, но и зданий;
- 3) отсутствие сетей водоотведения в отдельных районах города.

Основными путями решения проблем, описанных выше, являются:

- 1) более интенсивная реконструкция сетей водоотведения города и сооружений на них;
- 2) строительство новых канализационных сетей;
- 3) модернизация и автоматизация канализационных насосных станций с заменой основного технологического оборудования на энергоэффективное.

Проектная производительность очистных сооружений канализации г. Курган составляет 180 тыс. м<sup>3</sup>/сут.

По данным ОАО «Водный союз» среднесуточная производительность очистных сооружений канализации г. Курган составляла:

- в 2010 году 89 тыс. м<sup>3</sup>/сут. (49,8% проектной производительности);
- в 2011 году 82 тыс. м<sup>3</sup>/сут. (45,6% проектной производительности);
- в 2012 году 72 тыс. м<sup>3</sup>/сут. (40,3% проектной производительности);
- в 2013 году 66 тыс. м<sup>3</sup>/сут. (37,1% проектной производительности).

Следует отметить, из общего объема сточных вод, прошедших очистку на городских очистных сооружениях канализации 18,3% составляет неорганизованный сток (ливневые и талые воды, несанкционированный сброс). На основании представленных данных можно сделать вывод о том, что в

настоящее время имеется резерв мощности системы водоотведения 40,3% (с учетом неорганизованного стока) и что очистные сооружения г. Кургана обеспечат очистку сточных вод с учетом перспективного роста нагрузки на систему водоотведения [7].

### **3.2 Деятельность предприятия по водоснабжению и водоотведению в г.Курган**

В настоящее время основную деятельность по водоснабжению и водоотведению г. Курган вместо ранее существовавшего МУП «Курганводоканал» осуществляет открытое акционерное общество «Водный Союз» (ОАО «Водный Союз»), которое было создано в марте 2013 года в соответствии с Федеральным законом от 26 декабря 1995 г. № 208-ФЗ «Об акционерных обществах» в целях получения прибыли, а также реализации на ее основе социально-экономических интересов акционеров.

Деятельность Общества охватывает широкий спектр работ:

- сбор, очистка и распределение воды;
- удаление и обработка сточных вод;
- испытания и анализ состава и чистоты материалов и веществ; анализ химических и биологических свойств материалов (воздуха, воды, бытовых и производственных отходов, топлива, металла, почвы, химических веществ);
- производство общестроительных работ по прокладке местных трубопроводов, линий связи и линий электропередачи, включая взаимосвязанные работы;
- производство общестроительных работ по прокладке магистральных трубопроводов, линий связи и линий электропередачи, включая взаимосвязанные работы;
- монтаж инженерного оборудования зданий и сооружений;
- строительство зданий и сооружений;
- оказание социальных, бытовых, коммунальных и сервисных услуг;
- эксплуатация артезианских скважин;
- работы по мониторингу состояния и загрязнения окружающей природной среды;
- землеустройство.

Основная производственная деятельность Общества связана с водопользованием водными объектами в соответствии с Водным кодексом РФ:

- Курганским водохранилищем на реке Тобол для забора (изъятия) воды на хозяйственно-питьевые цели и для сброса промывных сточных вод от Арбинских водозаборных сооружений и водозаборных сооружений Центра города;
- речкой Черная, для сброса очищенных городских сточных вод.

Основные виды деятельности обеспечивают вспомогательные цеха Общества: насосных станций и сетей водопровода и канализации, транспортный, электроцех, ремонтно-строительный (РСЦ).

В структуре ОАО «Водный Союз» существуют службы: главного механика, главного энергетика, ОСК, аппарат управления, служба КИП, диспетчерская служба, экологическая служба, лабораторного производственного контроля: испытательная лаборатория качества питьевой воды (ИЛКПВ), испытательная лаборатория качества сточной воды (ИЛКСВ), которые осуществляют мониторинг за качеством воды водных объектов при сбросе промывных сточных вод в р. Тобол от водозаборных сооружений и за качеством воды р. Черная при сбросе очищенных городских сточных вод.

### **3.3 Очистка городских сточных вод**

Очистные сооружения канализации расположены в северо-восточной части города, сброс очищенных сточных вод осуществляется в р. Черная, которая за пределами города впадает в р. Тобол, предварительно принимая также сточные воды очистных сооружений нескольких промышленных предприятий Кургана.

#### **3.3.1 Технологическая схема очистки**

Городские сточные воды принимаются в приемную камеру очистных сооружений канализации (ОСК), в которой происходит гашение скорости сточных вод неравномерно поступающих по часовому и суточному расходу сточных вод [20].

Биологической очистке предшествует механическая очистка, которая включает: механические решетки, песколовки и первичные отстойники. На механических решетках задерживаются грубые крупные неоднородные по составу отбросы и предметы. Влажность снимаемых отбросов – 70-80%, относительная плотность 0,8 кг/дм<sup>3</sup>, зольность 8 – 10%.

Песколовки с гравитационным принципом действия.

Сточные воды, освобожденные от крупных плавающих загрязнений на решетках, поступают на 4 горизонтальные аэрируемые песколовки, назначение которых – высвободить сточные воды от песка с размером частиц 0,25 – 0,1 мм.

Минеральные частицы, удельный вес которых больше удельного веса воды, главным образом песок, выпадают на дно. Удаление песка из сточных вод, поступающих на биологическую очистку, является обязательным, т.к. абразивные свойства песка приводят к разрушению механизмов и бетонных сооружений. Кроме того, песок может накапливаться в каналах, а также попадать в биологическое звено - аэротенки и снижать эффективность очистки сточных вод.

При гравитационном движении потока сточной жидкости песок выпадает в осадок и собирается в приемке, из которого периодически удаляется. Песок из песколовки удаляют гидроэлеватором. После этого, сточная вода, освобожденная от крупного песка поступает на первичные отстойники [21].

Первичные отстойники – звено, входящие в состав сооружений механической очистки. Первичные отстойники выполняют функцию осветления сточной воды – задержание мелкого песка и органических примесей. Радиальные отстойники обеспечивают удаление мелких взвешенных веществ на 50% - 60%.

На ОСК г. Кургана эксплуатируется 4 радиальных первичных отстойника. Каждый отстойник представляет собой цилиндрический железобетонный

резервуар диаметром 40 м и глубиной 4,35 м. Дно отстойника имеет уклон к центру с иловым приямок для накопления выпадающего осадка с периодическим удалением плунжерными насосами. Отстойник оборудован вращающейся фермой со скребками для сбора осадка – илоскребами. При нормальной эксплуатации первичных отстойников БПК и ХПК снижается на 15 – 30 (%). На этом механическая очистка заканчивается, и сточные воды подаются на сооружения биологической очистки [20].

Сооружения биологической очистки включают в себя аэротенки и вторичные отстойники. Аэротенки работают в комплексе со вторичными отстойниками.

Процесс биологической очистки проходит при контакте загрязнений с оптимальным количеством организмов активного ила в присутствии соответствующего количества растворенного кислорода. Очистка происходит в течение необходимого периода времени с последующим отделением активного ила от очищенной воды во вторичных отстойниках. Аэротенк – это железобетонный резервуар прямоугольного сечения, по которому протекает сточная жидкость, смешанная с активным илом. Воздух, вводимый с помощью компрессоров, перемешивает обрабатываемую жидкость, насыщает ее кислородом, необходимым для жизнедеятельности бактерий [20].

Активный ил – это биоценоз микроорганизмов-минерализаторов, способных сорбировать на своей поверхности и окислять в присутствии кислорода органические вещества в сточных водах. Большая насыщенность сточной воды активным илом и непрерывное поступление кислорода обеспечивают интенсивное биохимическое окисление органических веществ, поэтому аэротенки – биологическое звено-являются одним из наиболее совершенных сооружений для биологической очистки [21].

Снижение органического загрязнения сточных вод запроектировано на полную степень биологической очистки по  $BPK_{полн}$ .

На ОСК имеется три 4-х коридорных аэротенка – смесителя. Коридоры отделены друг от друга продольными направляющими перегородками, не достигающими до одной из торцевых стен. Длина аэротенков – 120 м, ширина – 9 м. Один из коридоров аэротенка представляет собой регенератор, куда подается часть ила из вторичного отстойника (возвратный ил) для поддержания его оптимальной дозы. Согласно проекту второй очереди очистных сооружений канализации г. Кургана, существующие аэротенки рассчитаны на полную биологическую очистку –  $BPK_{полн} = 15 \text{ мг/дм}^3$ ; на Курганских городских ОСК эффект очистки сточных вод по  $BPK_{пол} = 8,0 - 9,0 \text{ (мг/дм}^3\text{)}$ .

Вторичные отстойники установлены после аэротенков для отделения активного ила от воды. Вторичные отстойники по конструкции повторяют первичные отстойники (железобетонные радиальные, диаметром 40 м, глубиной 4,35 м), но без сбора и удаления плавающих веществ. Для удаления осадка применяются илососы, часть осажденного активного ила возвращается в аэротенк на регенерацию. Аэротенки рассчитаны на 50% регенерацию ила.

Контроль работы вторичных отстойников ведется за выносом взвешенных веществ, по влажности удаляемого осадка и содержанию растворенного кислорода [21].

Для обеззараживания очищенных сточных вод применяется жидкий хлор, который подается в трубопровод очищенной воды перед сбросом в водный объект при отсутствии контактных резервуаров.

Учет сбрасываемых сточных вод осуществляется двумя расходомерами, установленными на двух самотечных коллекторах на выпуске, марки ОСМ Ш, изготовитель – Канада.

Таблица 6 – Проектная мощность очистных сооружений канализации г.Кургана

№ п/п	Наименование сооружения	Кол-во	Производительность, м3/сут.	Время очистки (час)
1.	Приемная камера	1	180 000	
2.	Здание решеток. Механические решётки РМ – 8	3	180 000	
3.	Песколовки аэрируемые с гидроэлеваторами	4	180 000	
4.	Первичные радиальные отстойники	4	180 000	2
5.	Аэротенки-смесители 4-х коридорные	3	180 000	8,5
6.	Вторичные радиальные отстойники	4	180 000	2
7.	Насосная станция сырого осадка	1	754 м3/час	
8.	Иловая насосная станция	1	3100 м3/час	
9.	Хлораторная	1	36 кг/час	
10.	Насосная станция	1	260	
11.	Воздуходувная станция с нагнетателями 1200-25-3	3	47 400 м3/час	
12.	Бункерная	1		
13.	Иловые карты	3	28 га	
14.	Котельная	1		
15.	Лаборатории химического и бактер. анализа	2		

### 3.3.2 Качественный состав сточных вод, поступающих на ОСК г.Курган

Состав городских сточных вод, поступающих на очистку – Курганские биологические очистные сооружения канализации представлен хозяйственно-бытовыми сточными водами от населения, промышленных предприятий и

предприятий соцкультбыта, используемых питьевую воду, забранную из реки Тобол, а также производственными стоками от локальных очистных сооружений канализации ОАО «Синтез», производственными стоками с высоким содержанием сухого остатка скважинной воды ООО «Саф-Нива» и ООО «Пораблук» до 6000 мг/л и 9000 мг/л (соответственно), тяжелых металлов от заводов: ООО «Химмаш», ООО «Икар КЗТА», локомотивного депо, ОАО АК «Корвет», ООО «Фонтестинвест».

В соответствии с Методикой разработки нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей перечень нормируемых веществ формируется на основе исходной информации об использовании веществ на предприятии и анализе данных о качестве исходной и сточной воды. На Курганские городские очистные сооружения канализации поступают смешанные хозяйственные и производственные сточные воды. Перечень веществ хозяйственно бытового стока определен в соответствии с п.6.4 СНиП 2.04.03-85 Канализация. Наружные сети и сооружения

При поступлении на городские очистные сооружения канализации в незначительных концентрациях периодически обнаруживаются тяжелые металлы: медь, цинк, никель, хром, которые поступает от заводов: ООО «Химмаш», ООО «Икар КЗТА», локомотивного депо, ОАО АК «Корвет», ООО «Фонтестинвест». Характерные для промпредприятий тяжелые металлы подлежат нормированию и контролю при сбросе в городской коллектор.

Городские сточные воды очищаются по технологии полной биологической очистки, без применения каких-либо химических реагентов.

Всего при сбросе в городскую канализацию подлежит нормированию 17 загрязняющих веществ хозяйственно бытового и промышленного стоков с очисткой на Курганских городских очистных сооружениях канализации и дальнейшим сбросом очищенных сточных вод в водный объект - р. Черная:

- взвешенные вещества;
- БПК полн.;
- сухой остаток;
- ион-аммония;
- нитрит-ион;
- нитрат-ион;
- сульфат-ион;
- хлорид-ион;
- СПАВ (АПАВ-анионные поверхностно активные вещества),
- фосфор фосфатов;
- нефтепродукты;
- железо;
- медь;
- цинк;
- хром+3;
- хром +6;
- никель;

Хозяйственно-бытовые сточные воды – основная составляющая сточных вод, поэтому загрязнены в основном солями аммония, а так же солями жесткости природной воды р. Тобол. Комплексный показатель минерального состава реки Тобол – сухой остаток высокий до 1500 мг/л обусловлен высоким содержанием в реке Тобол сульфатов и солей жесткости, которые на сооружениях канализации с биологической очисткой сточных вод не чистятся, сбрасываются в р. Черная без очистки.

В соответствии с рабочим проектом производительность городских очистных сооружений канализации составляет 180 тыс. м<sup>3</sup>/сутки сточных вод. С установкой счетчиков и экономией питьевой воды населением и предприятиями города Кургана наметилась тенденция к снижению расхода сточных вод. В 2010 году фактическая производительность очистных сооружений составила всего 89,67 тыс. м<sup>3</sup>/сутки, а в 2014 г снизилась до 70,0 тыс. м<sup>3</sup>/сут (согласно государственной статистической отчетности по форме 2 – ТП (водхоз).

Таблица 7 – Качественные показатели состава сточных вод, поступающих на ОСК за период 2011-2014 гг.

Наименование загрязняющего вещества	2010 (мг/л)	2011 г. (мг/л)	2012 г. (мг/л)	2013 г. (мг/л)	2014 г. (мг/л)
Взвешенные в-ва	218,3	179,5	198,2	295,2	217,0
Сухой остаток	1439,16	1536,0	1341,0	1107,0	1449,0
БПК полн.	317,8	339,1	324,3	295,2	360,2
Аммоний-ион	37,6	42,9	44,9	41,4	42,7
Нитрит-ион	0,085	0,34	0,18	0,07	0,06
Нитрат-ион	1,64	2,8	1,5	1,11	1,53
Фосфаты (по Р)	2,87	3,2	2,26	4,0	3,14
Нефтепродукты	1,37	1,04	0,90	0,63	0,74
Хлориды	310,08	322,1	272,9	201,0	292,8
Сульфаты	245,8	242,0	226,0	217,0	236,4
СПАВ (АПАВ)	2,073	2,59	1,7	2,33	1,97
Медь	<0,02	0,0003	0,008	н/о	0,005
Цинк	0,038	<0,065	0,046	<0,011	0,0041
Железо	1,30	1,39	1,02	0,11	1,35
Хром <sup>+3</sup>	<0,01	<0,001	<0,01	н/о	<0,01
Хром <sup>+6</sup>	<0,01	н/о	<0,01	н/о	<0,01
Никель	0,003	0,01	0,0017	н/о	<0,08

### 3.3.3 Выпуск городских сточных вод в водный объект – р. Черная

После очистки и обеззараживания сточные воды поступают в железобетонный канализационный коллектор по двум трубопроводам диаметром 1400 мм каждый и сбрасываются через железобетонный лоток одним



сосредоточенным выпуском. Таким образом, очищенные сточные воды самотеком поступают в русловое озеро Черное и далее в речку Черную.

Таблица 8 – Качественные показатели состава сточных вод, поступающих в р. Черная после очистки за период 2011-2014 гг.

Наименование загрязняющего вещества	ПДК, мг/дм <sup>3</sup>		2010 г. (мг/л)	2011 г. (мг/л)	2012 г. (мг/л)	2013 г. (мг/л)	2014 г. (мг/л)
	Рыб-хозяйственные	Гигиенические					
Взвешенные в-ва	Фон+0,25	Фон+0,75	8,9	8,9	9,6	9,3	9,13
Сухой остаток	-	1000	1439	1245	1200,0	1242,0	1148
БПК п.	3,0	5,72	7,8	8,5	9,0	9,47	9,13
Аммоний-ион	0,5	1,93	5,04	3,01	7,19	5,39	3,06
Нитрит-ион	0,08	3,3	0,74	0,41	1,01	1,11	0,067
Нитрат-ион	40,0	45,0	44,07	65,1	43,8	32,4	61,5
Фосфаты (по Р)	0,2	1,16	0,31	0,30	0,13	0,15	0,472
Нефтепродукты	0,05	0,3	0,11	0,07	0,08	0,24	0,028
Хлориды	300,0	350,0	287,73	299,6	267,5	334,0	284,4
Сульфаты	100,0	500,0	231,5	240,0	218,0	211,0	219,3
СПАВ (АПАВ)	0,1	0,5	0,301	0,24	0,25	0,27	0,086
Медь	0,001	1,0	<0,02	н/о	<0,0006	<0,002	<0,002
Цинк	0,01	1,0	0,006	<0,011	0,007	0,004	0,0045
Железо	0,1	0,3	0,31	0,11	0,13	0,24	0,29
Хром <sup>+3</sup>	0,07	-	<0,01	н/о	н/о	<0,01	0,01
Хром <sup>+6</sup>	0,01	0,05	<0,01	н/о	н/о	<0,01	0,01
Никель	0,01	0,02	0,0007	н/о	н/о	<0,005	<0,005

При анализе качества очистки городских сточных вод на соответствие ПДК ГН городские сточные воды на сооружениях канализации очищаются по нитритам, фосфатам, нефтепродуктам, СПАВ (АПАВ), железу и никелю. Сульфаты и хлориды на сооружениях не очищаются, концентрации сульфатов и хлоридов ПДК ГН соответствуют.

Городские сточные воды до жестких ПДК рыб.хоз на сооружениях канализации не могут очищаться по одному ингредиенту принятого перечня.

### 3.3.4 Эффективность очистки сточных вод за 2010 – 2014 гг.

В связи с уменьшением потребления воды населением и предприятиями города изменился и качественный состав поступающих на очистку сточных вод – состав сточных вод в сравнении с 2008 г. более сконцентрирован по аммоний-

иону, СПАВ, органическим веществам (БПК), никелю, цинку, меди, одновременно наблюдается снижение концентраций нефтепродуктов, железа.

В таблице 9 приведены сравнительные показатели фактической эффективности очистки сточных вод за 2010 – 2014 годы в сравнении с принятым эффектом очистки городских сточных вод.

Концентрации загрязняющих веществ в очищенных сточных водах очистных сооружений канализации г. Кургана по данным отчета по форме 2-ТП (водхоз).

Таблица 9 – Показатели эффективности очистки сточных вод ОСК относительно принятого эффекта очистки сточных вод (%)

Наименование показателей	% снижения концентрации загрязняющих веществ					Принятый эффект очистки сточных вод
	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	
Взвешенные вещества	95,9	95,0	95,2	95,0	96,0	95 <sup>1</sup>
БПК <sub>5</sub>	97,5	97,5	97,2	97,0	97,0	94 <sup>1</sup>
Аммоний-ион	87,8	93,0	84,0	89,0	94,0	50 <sup>2</sup>
Фосфаты (по Р)	89,6	90,6	94,2	96,0	85,0	50 <sup>2</sup>
Нефтепродукты	92,0	93,3	91,1	94,0	96,0	85 <sup>1</sup>
Железо	89,2	92,1	87,3	85,0	79,0	70 <sup>2</sup>
АПАВ	85,5	90,7	85,4	88,0	96,0	80 <sup>1</sup>
Медь	н/о	н/о	92,5	н/о	н/о	80 <sup>1</sup>
Цинк	84,4	83,1	84,8	92,0	89,0	70 <sup>1</sup>
Никель	76,7	н/о	н/о	н/о	н/о	50 <sup>1</sup>
Хром <sup>+3</sup>	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	80 <sup>1</sup>
Хром <sup>+6</sup>	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	80 <sup>1</sup>

Анализируя данные, приведенные в таблице, можно сделать вывод, что очистные сооружения канализации работают стабильно с существенным превышением показателей относительно принятого эффекта биологической очистки городских сточных вод по всем загрязняющим веществам.

### 3.4 Характеристики р. Черная как приемника сточных вод

Река Черная является левым притоком реки Тобол, впадает в неё ниже г.Кургана на 688 км от устья. Длина реки 42 км. Площадь водосбора 359 км<sup>2</sup>.

Река Черная образуется от слияния реки Чернавки и двух ручьёв без названия у села Введенское и характеризуется чередованием узких, извилистых участков с

озеровидными и заболоченными расширениями, имеющими широкие и низкие поймы. Длина узких участков 1,5- 4 км, русловых расширений от 1 до 3 км, ширина русла колеблется от 5 до 150 м. В летнее время русло зарастает водной растительностью.

Река Черная относится к рекам с преимущественно снеговым питанием. Сток внутри года распределяется неравномерно, большая часть его (до 85-90%) проходит в период весеннего половодья. Весеннее половодье на реке невысокое, распластанное, что обусловлено влиянием озеровидных расширений. По этой же причине летом река не пересыхает. Летне-осенняя и зимняя межени низкие. Зимой возможно перемерзание русла с выходом воды на лед и образованием наледей.

Таблица 10 – Морфометрические и гидравлические характеристики русла реки Черной

Характеристика	Величина
Расход воды	1,18 м <sup>3</sup> /с
Площадь водного сечения	6,02 м <sup>2</sup>
Средняя скорость течения	0,20 м/с
Ширина по уровню воды	8,1 м
Средняя глубина	0,74 м
Наибольшая глубина	1,07 м
Коэффициент шероховатости русла	0,047

Выпуск очищенных сточных вод производится в южную часть руслового озера р. Черной у с. Б.Чаусово.

За расчетный створ условно принят створ на р. Черной на выходе из озера. В расчетном створе русло р. Черной извилистое, берега низкие, заросшие камышом и кустарником. Русло местами зарастает водной растительностью, дно песчано-извилистое.

Река используется как приемник промышленных стоков предприятий г. Кургана, что оказывает огромное влияние на сток и качество воды р. Черной.

На основании данных гидрологической характеристики речка Черная полностью сформирована прямыми сбросами сточных вод предприятий города Кургана и жилищно-коммунальными стоками от населения после их очистки на Курганских городских очистных сооружениях канализации. Фоновые концентрации загрязняющих веществ в р. Черная превышают нормативы качества [19].

Фоновые концентраций загрязняющих веществ в воде р. Черной рассчитаны для створа, расположенного 500 м выше выпуска очищенных городских сточных вод. Для расчета фоновых концентраций загрязняющих веществ использованы результаты анализов воды реки Чёрной, проведенные в испытательной

лаборатории качества сточных вод ОАО «Курганводоканал» за период 2007-2012 гг.

Используемая населением и предприятиями соцкультбыта питьевая вода забирается из реки Тобол, хозяйственно-бытовые стоки после очистки сбрасываются в р. Черная.

Незагрязненная природная вода реки Тобол обусловлена высоким природным содержанием солей жесткости, хлоридов, сульфатов и их комплексным показателем – сухого остатка с превышением ПДК рыбхоз.

Использованная населением вода, изъятая из реки Тобол после очистки на Курганских городских очистных сооружениях канализации, обусловлена высокой минерализацией, так как вещества входящие в сухой остаток на сооружениях биологической очистки не очищаются [11].

Таблица 11 – Фоновые концентрации загрязняющих веществ в воде р. Черной

№ п/п	Вещество или показатель химического состава воды	Значения фоновых концентраций мг/дм <sup>3</sup>
1	Взвешенные вещества	7,0
2	Сухой остаток	1001
3	БПК полн.	8,0
4	Аммоний-ион	2,2
5	Нитрит-ион	0,12
6	Фосфаты по (P)	0,39
7	Хлориды	270,2
8	Сульфаты	215
9	Нефтепродукты	0,096
10	АПАВ	0,297
11	Медь	0,002
12	Цинк	0,010
13	Хром +3	0,01
14	Хром +6	0,01
15	Никель	0,016

Речка Черная по гидрологическому режиму используется как приемник промышленных стоков предприятий города Кургана. Объемы промышленных стоков и очищенных городских сточных вод в расчетном створе в маловодные годы формируют его полностью.

При максимальном расходе сточных вод 1,433 м<sup>3</sup>/с ОСК и принятом гидрологическом режиме реки Черная кратность разбавления сточных вод ОСК принимается равной 1,087, что обосновано в материалах проекта НДС [17].

В соответствии с Государственным водным реестром речка Черная относится к водоемам рыбохозяйственного значения 1-ой категории. Поэтому при расчетах нормативов допустимых сбросов сточных вод допустимые концентрации приняты по ПДК для водоемов рыбохозяйственного значения [18].

По результатам расчета нормативов допустимого сброса на 2012 г. получены следующие результаты (таблица 12).

Таблица 12 – Концентрации загрязняющих веществ в сточных водах после очистки и в воде р.Черная

№ п/п	Наименование загрязняющего вещества	С <sub>факт</sub> мг/дм <sup>3</sup> при сбросе, мг/дм <sup>3</sup>	С <sub>фон</sub> мг/дм <sup>3</sup> (500 м выше сброса)	ПДК, мг/дм <sup>3</sup>		Допус- тимая концен- трация на сбросе (С <sub>ндс</sub> ), мг/дм <sup>3</sup>	Прогноз качества воды в контрольном створе	
				Рыбо- хозяй- ственные	Гигиени- ческие		С <sub>к.ст</sub> при С <sub>факт</sub> (мг/дм <sup>3</sup> )	С <sub>к.ст.</sub> при дости- жении С <sub>ндс</sub> (мг/дм <sup>3</sup> )
	1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Взвешенные вещества	9,6	7,0	Фон+0,25	Фон+0,75	7,3	9,07	7,28
2.	Сухой остаток	1200	1001	–	1000,0	1000	1136,23	1000,08
3.	БПК полн.	9,0	8,0	3,0	5,72	3,0	8,95	3,3
4.	Аммоний-ион	7,19	2,20	0,5	1,93	0,5	2,98	0,64
5.	Нитрат-ион	43,8	–	40,0	45,0	40,0	–	–
6.	Нитрит-ион	1,01	0,12	0,08	3,3	0,08	0,45	0,136
7.	Фосфаты (по Р)	0,13	0,39	0,2	1,16	0,05	0,47	0,22
8.	Хлориды	267,5	270,2	300,0	350,0	300,0	283,26	297,6
9.	Сульфаты	218,0	215,0	100,0	500,0	100,0	218,96	109,2
10.	Нефтепродукты	0,08	0,096	0,05	0,3	0,05	0,03	0,05
11.	СПАВ (АПАВ)	0,25	0,297	0,1	0,5	0,1	0,10	0,12
12.	Железо	0,13	-	0,1	0,3	0,1	-	-
13.	Медь	0,001	0,002	0,001	1,0	0,001	0,00016	0,001
14.	Цинк	0,01	0,010	0,01	1,0	0,01	0,0049	0,01
15.	Хром+6	н/о	0,01	0,02	0,05	0,01	0,0008	0,01
16.	Хром+3	н/о	0,01	0,07	-	0,01	0,0008	0,01
17.	Никель	н/о	0,046	0,01	0,02	0,01	0,004	0,01

Анализируя результаты, представленные в таблице 12 можно сделать вывод, что при отсутствии разбавления сточных вод (кратность разбавления очень мала -

1,087) и высокой фоновой загрязненности р. Черная (столбец 3), даже наиболее жесткие ПДК для водоемов рыбохозяйственного назначения (столбец 4), установленные ОАО «Водный Союз», не могут обеспечить качество воды в контрольном створе (столбцы 7 и 8) по сухому остатку, БПК полн., аммоний-иону, нитрит-иону, фосфатам, сульфатам, СПАВам (АПАВам).

Очищенные городские сточные воды превышают фоновые концентрации реки Черная по сухому остатку, БПК, аммоний-иону, нитрит - иону, нитрат-иону.

Учитывая, что вещества сухого остатка на сооружениях с биологической очисткой сточных вод не очищаются, стоит необходимость в реализации мероприятий по не допущению приема в городской коллектор сточных вод промышленных предприятий таких как ООО «САФ-НИВА», ООО «Пораблок» и др, содержащие высокое количество веществ по суму остатку .

ОАО «Водный Союз» для обеспечения ПДК р.х по биогенным веществам необходимо предусмотреть мероприятия по их очистке путем внедрения процесса нитри-денитрификации с последующей отгонкой азота [17].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для обеспечения промышленного комплекса и жилищно-коммунального хозяйства г. Кургана требуется вода надлежащего качества и в достаточном объеме. Вместе с тем на пути выполнения этой задачи стоит ряд серьезных проблем. Одни из них носят природный характер, другие связаны с хозяйственной деятельностью.

1. Главной проблемой природного характера являются наводнения которые наблюдаются практически на всех реках области в период весеннего половодья. Для города Кургана – это весенние разливы реки Тобол и подтопление жилых построек, а также ухудшение качества воды на водозаборах. Для снижения этого негативного воздействия вод и защите населения проводятся работы по расчистке и спрямлению участков русла реки Черная в г.Кургане.

Другой проблемой природного характера является превышение в районе водозабора показателей по жесткости, особенно в период зимней межени, в феврале-марте, когда вода Тобола относится к очень жесткой воде.

2. При водозаборе и водоподготовке на водозаборных сооружениях в связи с тем, что вода реки Тобол в паводок, в апреле-мае, имеет очень высокую мутность, для её осветления используются коагулянты, в результате очистки образуются технические сточные промывные воды, которые поступают в реку Тобол. Этот вид загрязнения до сих пор продолжается и вопрос прекращения сброса без очистки промывных вод с очистных сооружений водозаборов в Курганское водохранилище на р. Тобол так же, как и очистка стоков ливневой канализации г. Курган пока не решен.

3. Качество воды, подаваемой потребителю, зависит как от источника водоснабжения и степени водоподготовки, так и, во многом, от состояния водопроводных сетей. Это состояние в настоящее время можно охарактеризовать как очень плохое. В работе показано, что из-за высокой степени износа в сетях водопровода и водозапорной арматуры более 47% подаваемой воды теряется. Очень высок коэффициент аварийности на 1 км сети, который составляет для Кургана 1,62.

Для решения повышения эффективности и надежности имеющихся источников водоснабжения необходимо выполнить целый ряд инвестиционных мероприятий. Физически и морально устаревшая коммунальная инфраструктура системы водоснабжения в ближайшее время не позволит обеспечивать выполнение современных экологических требований и требований к качеству поставляемых потребителям коммунальных ресурсов. Необходима модернизация и реконструкция существующих сетей и сооружений водоснабжения, направленная на повышение энергоэффективности, снижение потерь, неучтенных расходов и аварийности, обеспечение санитарных и экологических норм и правил при эксплуатации системы водоснабжения.

4. Основными проблемами очистных сооружений канализации г. Кургана является недостаточная степень очистки сточных вод по нескольким показателям. Одной из причин этого является то, что хозяйственно-бытовые сточные воды – основная составляющая сточных вод, поэтому загрязнены в основном солями

аммония, а так же солями жесткости природной воды р. Тобол. Комплексный показатель минерального состава реки Тобол – сухой остаток высокий до 1500 мг/л обусловлен высоким содержанием в реке Тобол сульфатов и солей жесткости, которые на сооружениях канализации с биологической очисткой сточных вод не чистятся, сбрасываются в р. Черная без очистки.

Помимо этого в связи с тем, что в Государственном водном реестре река Черная Курганской области относится к водным объектам рыбохозяйственного значения 1-ой категории, то при расчетах нормативов допустимых сбросов сточных вод допустимые концентрации приняты по ПДК для водоемов рыбохозяйственного значения [18]. Вместе с тем ОСК являются по расположению в русле реки последними после очистных сооружений нескольких предприятий Кургана, поэтому вода в реке уже достаточно загрязнена «чужими» сбросами. С учетом того, что в маловодный период летней межени объемы промышленных стоков и очищенных городских сточных вод в расчетном створе в маловодные годы формируют его полностью, этим во многом и объясняется характер загрязнения реки Черная.

Тем не менее для уменьшения вклада ОСК в общий фон загрязнения этой реки должны быть предприняты и мероприятия технического характера: не допущение приема в городской коллектор сточных вод промышленных предприятий содержащие высокое количество веществ по сухому остатку; для обеспечения ПДК р.х. по биогенным веществам необходимо предусмотреть мероприятия по их очистке путем внедрения процесса нитри-денитрификации с последующей отгонкой азота.

Перечисленные выше проблемы хозяйственно-бытового водопользования во многом зависят от реконструкции существующих систем водоснабжения и водоотведения, строительства новых сооружений и сетей, применения современных технологий. Такие мероприятия требуют инвестиций и умелого, ответственного управления этой важной для города отраслью, чему во многом посвящена недавно принятая в администрации города «Программа комплексного развития систем коммунальной инфраструктуры муниципального образования города Кургана Курганской области на период до 2028 года».



## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Геопортал Южноуралья. – [http://www.uralgeo.net/relef\\_ku.htm](http://www.uralgeo.net/relef_ku.htm)
2. Курганский климат. – [http://trasa.ru/region/kurganskaya\\_clim.html](http://trasa.ru/region/kurganskaya_clim.html)
3. Водное хозяйство / Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды города Кургана. – <http://www.priroda.kurganobl.ru/3586.html>
4. Климат и природные ресурсы Курганской области. – <http://kurgan45rus.ucoz.ru/news/klimat>
5. Паводковая обстановка в Курганской области / Главное управление МЧС России по Курганской области. – <http://45.mchs.gov.ru/pressroom/intervju/item>
6. Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды. – <http://all-kurgan.ru/predpriyatiya/departament-prirodnih-resursov.html>
7. Программа комплексного развития систем коммунальной инфраструктуры городского округа – города Кургана / Программный документ. – <http://dgkh.kurgan-city.ru/upload/iblock/aec/1-pkr-ski-pd.pdf>
8. Проект нормативов допустимого сброса загрязняющих веществ, поступающих в Курганское водохранилище на р. Тобол / Пояснительная записка. – Изд-во.: Курган, 2009. – 98 с.
9. Основные положения Правил использования водных ресурсов Курганского водохранилища на р. Тобол. – Изд-во.: Москва, 1990.
10. Федеральный закон Российской Федерации «Об охране окружающей среды» № 7–ФЗ от 10 января 2002 г.
11. Административный регламент Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору по исполнению государственной функции по выдаче разрешений на выбросы, сбросы загрязняющих веществ в окружающую среду. – <http://www.ruspromexpert.ru/law/0/842.html>
12. Правило охраны поверхностных вод. – Изд-во.: Москва, 1991.
13. Л. А. Кульский, В. Ф. Накорчевская. Химия и технология обработки воды. – Изд-во академии наук УССР.: Киев, 1983. – 240 с.
14. Перечень рыбохозяйственных нормативов: предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение. – Изд-во.: Москва, 1990.
15. Росводресурсы / Государственный доклад о состоянии окружающей среды в РФ. – <http://www.mnr.gov.ru/online/detail.phpID=141663>
16. В. И. Терентьев. Инженерные системы безопасного водоснабжения городов и населенных пунктов. – Изд-во.: Санкт – Петербург, 2002. – 222 с.
17. Проект нормативов допустимого сброса веществ, поступающих с очищенными городскими сточными водами в водный объект – р. Черная / Пояснительная записка. – Изд-во.: Курган, 2009. – 45 с.
18. СанПиН 2.1.5.980-00 / Гигиенические требования к охране поверхностных вод. – <http://docs.cntd.ru/document/1200006938>
19. В.Н. Михайлов, А.Д. Добровольский. Общая гидрология. – Изд-во.: Москва, 1991.

20. Методика технологического контроля работы очистных сооружений канализации. – Изд-во.: Москва, 1990.
21. Н. С. Жмур. Управление процессом и контроль результата очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками. – Изд-во.: Москва, 1997.