

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет»
(национальный исследовательский университет)
Институт «Архитектурно-строительный»
Кафедра «Градостроительство, инженерные сети и системы»

ВКР МАГИСТРА
ПРОВЕРЕНА
Рецензент
И.о. начальника ТСЦ
В.В. Поленок

_____ 20__ г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой
Д.В. Ульрих

_____ 20__ г.

Совершенствование системы водного хозяйства промышленного
предприятия

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ МАГИСТРА
ЮУрГУ–08.04.01.2020.305-04.145 ПЗ ВКР

Руководитель ВКР магистра
Профессор кафедры ГИСиС
доцент, к.т.н. И.А. Арканова

_____ 20__ г.

Автор ВКР
магистр группы АС-391
А.О. Бехтольд

_____ 20__ г.

Нормоконтролер
Е.В. Николаенко

_____ 20__ г.

РЕФЕРАТ

Бехтольд А.О. Совершенствование системы водного хозяйства промышленного предприятия: Выпускная квалификационная работа. – Челябинск: ЮУрГУ, АСИ, ГИСиС, 2020. – 111 с., 12 ил., 20 табл., библиогр. список – 34 наим., 5 прил.

В выпускной квалификационной работе на основании материалов производственной и преддипломной практик, выполненных НИР, технических и экономических данных «АЗ «Урал», а также изучения литературных источников, был предложен вариант совершенствования системы водного хозяйства выбранного предприятия машиностроительной отрасли.

ВКР состоит из 5 глав:

- в первой главе описывается характеристика водного хозяйства всей машиностроительной отрасли производства, а также характеристика водного хозяйства рассматриваемого предприятия;
- во второй главе находится литературный обзор приемов и методов подготовки воды на технические нужды предприятий машиностроительной отрасли;
- в третьей главе произведено определение объемов и качественных показателей поверхностного стока предприятия «АЗ «Урал»;
- в четвертой главе описывается проведенное исследование по разработке технологической подготовки воды;
- в заключительной главе приведены рекомендации для совершенствования водного хозяйства машиностроительной отрасли.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	8
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА.....	10
1.1 Основная технология, количественно-качественные показатели предприятий машиностроительной отрасли	10
1.1.1 Общие сведения о машиностроении	10
1.1.2 Количественные и качественные показатели сточных вод и воды, требуемой на технологические нужды предприятий машиностроительной отрасли.....	13
1.1.3 Перечень перспективных предприятий	20
1.2 Характеристика перспективного объекта для совершенствования водного хозяйства.....	21
Выводы по разделу один	24
2 ПРИЕМЫ И МЕТОДЫ ПОДГОТОВКИ ВОДЫ НА ТЕХНИЧЕСКИЕ НУЖДЫ И ОЧИСТКИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД	25
2.1 Источники воды на производственные цели.....	25
2.1.1 Атмосферные воды	25
2.1.2 Поверхностные воды	29
2.1.3 Подземные воды	30
2.2 Приемы усреднения производственных и поверхностных стоков	31
2.3 Методы подготовки воды для промышленного предприятия.....	32
2.3.1 Методы очистки сточных вод	32
2.3.2 Выбор технологической схемы очистки сточных вод	33
2.3.3 Обезвоживание осадков сточных вод и утилизация отходов.....	41
Выводы по разделу два	54

3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМОВ И КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ	55
3.1 Определение объемов поверхностного стока с учетом климатических условий Урала на примере перспективного промышленного предприятия.....	55
3.1.1 Определение количественных характеристик поверхностного стока.....	56
3.2 Определение качественных показателей. Методы отбора проб	62
3.2.1 Техника пробоотбора. Пробоотборные устройства	62
3.2.2 Типы отбираемых проб.....	64
3.2.3 Методика отбора проб снега.....	67
3.2.4 Методика определения органолептических показателей талого снега и воды	67
3.3 Математическая обработка данных исследований по определению качественных показателей.....	71
Выводы по разделу три.....	74
4 ИССЛЕДОВАНИЕ ПО РАЗРАБОТКЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ВОДЫ ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ.....	75
4.1 Особенности расчета резервуара-накопителя поверхностного стока	75
4.2 Выбор перспективных приемов подготовки воды	79
Выводы по разделу четыре.....	83
5 РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ	84
5.1 Экономическая эффективность	84
5.2 Технологические критерии	86
5.3 Рекомендуемое техническое оформление	87
Выводы по разделу пять	89

ЗАКЛЮЧЕНИЕ	90
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	92
ПРИЛОЖЕНИЕ А Графики выработки промводы и объем промстоков.....	95
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Данные по области полученные у гидрометеоцентра г. Челябинска.....	97
ПРИЛОЖЕНИЕ В Карта территории АО «АЗ «УРАЛ» с отметками мест отбора проб	101
ПРИЛОЖЕНИЕ Г Математическая обработка данных исследований по определению качественных показателей талого стока	102
ПРИЛОЖЕНИЕ Д Графики качественных показателей дождевого стока	110

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы: в связи с большим количеством машиностроительных предприятий в России и с их значительной водоемкостью возникла необходимость снижения водопотребления и использование новых источников.

Объектом исследования является машиностроительное предприятие «АЗ «Урал».

Предметом исследования является водное хозяйство предприятия.

Целью работы является разработка рекомендаций промышленного водопользования для машиностроительных предприятий.

Задачами исследования является:

- Поиск перечня перспективных предприятий;
- Определение качественных и количественных показателей поверхностного стока на примере «АЗ «Урал»;
- Поиск перспективных потребителей (цехов), для которых подготовка поверхностного стока будет рентабельной.

Методы исследования: обзор современных приемов очистки поверхностных сточных вод, полевые и лабораторные исследования показателей качества дождевой и талой воды, математическая обработка данных, расчет объема поверхностного стока и резервуара-накопителя.

Основными источниками информация для выполнения данной работы были: СТО 37.165.155-2014, а также техническая и экономическая документация АО «Эн-Сер» относящаяся к «АЗ «Урал».

Предметом защиты является разработанные рекомендации промышленного водопользования для машиностроительных предприятий.

Практическая значимость работы заключается в том, чтобы с учетом климатических условий, для промышленных предприятий со значительным водопотреблением предложить найти дополнительный гарантированный источник технического водоснабжения.

Новизна: На основании определенных количественных и качественных показателей предложен новый гарантированный источник промышленного водоснабжения.

ВКР состоит из 5 глав:

- в первой главе описывается характеристика водного хозяйства всей машиностроительной отрасли производства, а также характеристика водного хозяйства рассматриваемого предприятия;
- во второй главе находится литературный обзор приемов и методов подготовки воды на технические нужды предприятий машиностроительной отрасли;
- в третьей главе произведено определение объемов и качественных показателей поверхностного стока предприятия «АЗ «Урал»;
- в четвертой главе описывается проведенное исследование по разработке технологической подготовки воды;
- в заключительной главе приведены рекомендации для совершенствования водного хозяйства машиностроительной отрасли.

Объем ПЗ данной ВКР составляет 111 с, 12 иллюстраций, 20 таблиц, 34 наименования списка использованных источников и литературы, 5 приложений.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

1.1 Основная технология, количественно-качественные показатели предприятий машиностроительной отрасли

1.1.1 Общие сведения о машиностроении

Водное хозяйство – это отрасль народного хозяйства, занимающаяся разработкой вопросов водообеспечения, водоотведения, охраны и восстановления водных ресурсов.

Водное хозяйство промышленного предприятия имеет территориальную и отраслевую основы. Технический уровень водного хозяйства промышленных предприятий непрерывно повышается в соответствии с развитием техники основного производства. Система водоснабжения цехов и агрегатов должна быть достаточно надежной, расход воды и количество сбрасываемых на предприятиях сточных вод должны быть уменьшены до показателей, достигнутых на передовых предприятиях. [1]

Машиностроительные предприятия представляют отрасль тяжёлой промышленности. Предприятия этой группы производят различные типы машин, орудий, приборов, а также продукцию оборонного назначения.

Автомобильная промышленность (автомобилестроение) - отрасль промышленности, осуществляющая производство безрельсовых транспортных средств (легковых автомобилей, грузовых автомашин, автобусов, микроавтобусов), преимущественно с двигателями внутреннего сгорания (ДВС).

Производственный процесс изготовления машин представляет собой совокупность технологических и экономических процессов, в результате которых исходные материалы, полуфабрикаты преобразуются в заготовки с последующей их обработкой с целью получения деталей машин. Из сборочных единиц и деталей машин путем сборки получают средства производства.

Процесс изготовления машин на машиностроительном предприятии подразделяется на основное, вспомогательное и обслуживающее производство.

Основное производство включает технологические процессы преобразования исходных материалов и комплектующих в готовую продукцию.

Данные процессы основаны на механических, тепловых и в меньшей степени химических воздействиях на исходный материал.

Вспомогательное производство обеспечивает нормальное функционирование основного производства, изготовление различных видов технологической оснастки, приспособлений, режущего, штампового и измерительного инструментов; ремонт оборудования; эксплуатация подъемно-транспортного оборудования, компрессорных станций; энергетическая и другие службы машиностроительного предприятия.

Обслуживающее производство включает внутризаводское (межцеховое) транспортирование материалов, полуфабрикатов, деталей, сборочных единиц и других изделий; складские операции, технический контроль, учет продукции и другие службы.

В свою очередь, основное производство состоит из 3 основных этапов: заготовительного, обрабатывающего и сборочного. Технологическая структура производственного процесса на предприятии машиностроения представлена на рисунке 1.



Рисунок 1- Технологическая структура производственного процесса на предприятии машиностроения [2]

1.1.2 Количественные и качественные показатели сточных вод и воды, требуемой на технологические нужды предприятий машиностроительной отрасли

Сточные воды большинства заводов машиностроительной промышленности можно разделить на следующие категории:

I – чистые от охлаждения технологического оборудования (50-80% общего количества);

II – загрязненные механическими примесями и маслами (10-15%);

III – загрязненные кислотами, щелочами, солями, соединениями хрома, циана и другими химическими веществами (5-10%);

IV – отработавшие смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ) или эмульсии (до 1%);

V – загрязненные пылью вентиляционных систем и горелой землей литейных цехов (10-20%);

VI – поверхностные (дождевые, талые, поливомоечные).

В таблице 1.1 приведена характеристика сточных вод заводов машиностроительной промышленности.

Таблица 1.1 – Характеристика сточных вод заводов машиностроительной промышленности

Показатели	Значение показателей сточных вод категории						
	I	II	III		IV	V	VI
			Промывные воды	Отработавшие растворы*			
рН	7-8	8,5-9,5	4-11	2-12	9,5-11	6,5-8	7-8,5
Механические примеси, г/л	До 0,02	0,1-0,3	До 0,05	До 0,3	0,05-0,2	$\frac{0,5 - 15}{15 - 100}$ ****	0,15-2
Масла, нефтепродукты, г/л	>0,01	0,05-0,4	>0,002	>0,05	10-60***	–	0,05-0,3
Общее солесодержание, г/л	>1	0,3-0,4**	0,5-1	10-300	До 1	0,3-1**	До 0,5
Железо, г/л			0,02-0,2	40-60	–	–	–

Окончание таблицы 1.1

Показатели	Значение показателей сточных вод категории						
	I	II	III		IV	V	VI
			Промывные воды	Отработавшие растворы*			
Хром 6-тивалентный, г/л	–	–	0,01-0,06	50-250	–	–	–
Циан, г/л	–	–	0,01-0,06	10-150	–	–	–
Медь, г/л	–	–	0,01-0,05	10-150	–	–	–
Никель, г/л	–	–	0,01-0,05	50-200	–	–	–
Цинк, г/л	–	–	0,01-0,06	10-100	–	–	–
Кадмий, г/л	–	–	0,005-0,03	5-50	–	–	–

* Сбрасывается не чаще 1 раза в 1-2 недели.

** В зависимости от качества исходной воды.

*** В зависимости от марки и состава применяемого эмульсола.

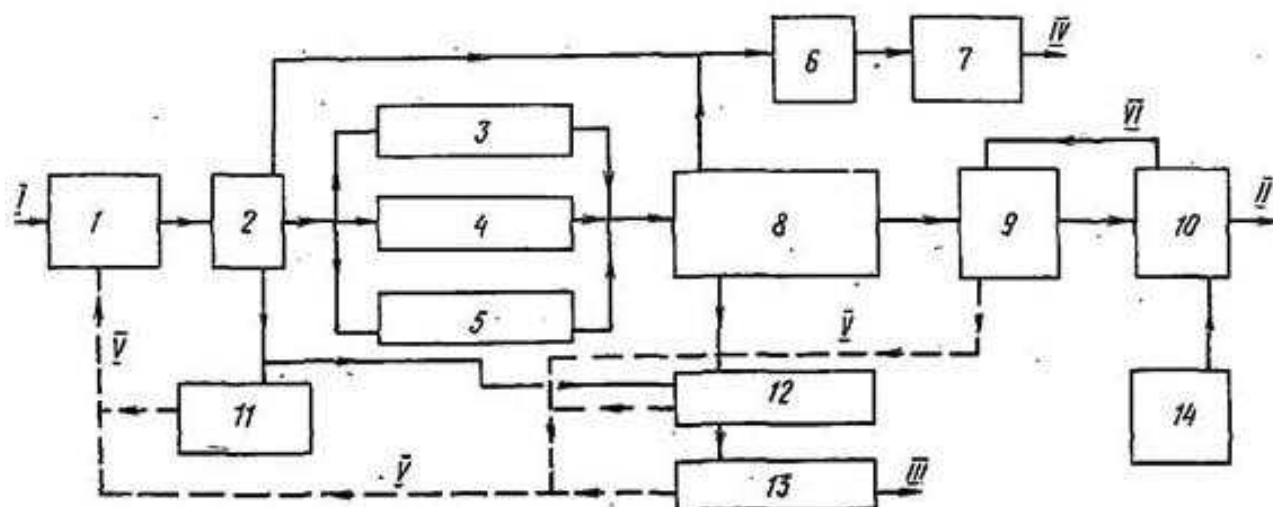
**** Над чертой даны механические примеси от пыли вентиляционных систем, под чертой – от горелой земли.

Основная схема отчистки сточных вод, загрязнённых механическими примесями и маслами представлена на рисунке 2.

Для отстаивания сточных вод могут применяться горизонтальные и вертикальные отстойники, нефтеловушки с продолжительностью отстаивания не менее 2 часов.

Для доочистки воды можно применять встроенные в отстойники фильтры с загрузкой синтетическими волокнистыми материалами и пр. Направление движения воды в фильтрах – снизу вверх, высота загрузки 0,8-1 м, скорость фильтрования 8-10 м/ч. Отмывка загрузки проводится в течение 20-30 минут прямым током

жидкости с подачей под загрузку сжатого воздуха интенсивностью 80-100 м³/(ч*м²). Кроме того, применяются каркасно-засыпные фильтры, а также фильтры с загрузкой из пенополиуретана, регенерируемой механическим отжимом.



1 – усреднитель; 2 – песколовки; 3 – установка электрокоагуляции; 4 – установка реагентной напорной флотации; 5 – установка реагентной коагуляции; 6 – маслоборник; 7 – установка обезвоживания масел; 8 – отстойники; 9 – фильтры доочистки; 10 – резервуары очищенной воды; 11 – песчеловые площадки; 12 – уплотнители осадка; 13 – установка обезвоживания осадка; 14 – установка стабилизационной обработки воды. I – сточные воды; II – очищенная вода; III – осадок; IV – масла; V – фильтрат; VI – регенерация фильтров

Рисунок 2 – Схема очистки сточных вод, загрязненных механическими примесями и маслами

Количество осадка, выпадающего в отстойниках, составляет 1-3% объема сточных вод; влажность выпадающего осадка 98-99%. Осадок обезвоживают на подсушивающих площадках или вакуум-фильтрах, фильтр-прессах, центрифугах. Перед подачей на аппараты обезвоживания осадок предварительно уплотняют не менее суток до влажности 95-96%. Удельная производительность обезвоживающих аппаратов 15-20 кг/(ч*м²). Влажность обезвоженного осадка при применении вакуум-фильтров составляет 70-75%, фильтр-прессов – 55-65%, центрифуг – 80-85%. В некоторых случаях перед механическим обезвоживанием целесообразна предварительная коагуляция осадка хлорным или сернокислым железом и известью.

Сточные воды окрасочных камер, особенно при их значительных объемах, целесообразно выделять в самостоятельный поток с очисткой на локальных сооружениях. Применяется реагентная коагуляция, электрокоагуляция (алюминиевые электроды), фильтрование.

Сточные воды III категории целесообразно обрабатывать реагентами в камерах-реакторах. Воду предварительно усредняют не менее 1-2 ч.

Для обезвреживания хромсодержащих сточных вод используют серную кислоту и бисульфит или сульфат натрия. Количество серной кислоты должно обеспечивать поддержание pH сточных вод в пределах 2,5-3. Затем в хромсодержащие воды для осаждения гидроокисей перед отстойниками подают известковое молоко до достижения стоками pH=8,5-9. Для очистки сточных вод от шестивалентного хрома возможно применение железосодержащих реагентов (железного купороса, отработавших травильных растворов, железной стружки).

Для обезвреживания циансодержащих сточных вод рекомендуется использовать щелочь (известковое молоко) и хлорсодержащие компоненты (жидкий хлор, гипохлорит натрия и пр.). Количество щелочи должно обеспечивать поддержание pH сточных вод в пределах 10,5-11. Затем циансодержащие воды перед отстойниками подкисляют до pH=7-4-8,5. Для очистки от цианидов возможно также применение марганцевокислого калия и перекиси водорода. При значительных концентрациях циана в сточных водах (например, сточные воды от участков цианирования термических цехов) целесообразно применение электрохимической очистки.

Количество реагентов при этом следует определять по стехеометрическим отношениям с учетом необходимого их количества для выделения соединений тяжелых металлов в виде гидроокисей в осадок. После реагентной обработки, отстаивания и в некоторых случаях фильтрования сточные воды обычно сбрасывают в бытовую канализацию или в водоем. Возврат очищенных реагентным методом и доочищенных на фильтрах сточных вод возможен лишь на неотчетственные операции процессов гальванических покрытий, гидрошламоудаление и т.п.

Перед отстойниками целесообразна подача 0,1%-ного раствора полнакриламида, что сокращает продолжительность отстаивания до 45 мин. При периодической схеме очистки отстаивание может быть предусмотрено непосредственно в реакторах.

Количество осадка с влажностью 98—99%, выпадающего в отстойниках, составляет 5—12% объема сточных вод. Сооружения по уплотнению и обезвоживанию осадка принимаются те же, что и при очистке сточных вод II категории.

Для очистки сточных вод от шестивалентного хрома возможно применение биохимического метода, заключающегося в переводе шестивалентного хрома в трехвалентный и далее в легко осаждаемую гидроокись под действием микроорганизмов, находящихся в бытовых сточных водах. Процесс очистки происходит в специальных сооружениях — биовосстановителях при отсутствии кислорода и при смешении в определенных пропорциях сточных вод, загрязненных шестивалентным хромом, и бытовых сточных вод. Концентрация шестивалентного хрома в стоке не ограничивается, pH стока должен быть в пределах 6, эмульсию можно направить для дальнейшей очистки и доочистки в поток сточных вод II категории.

Электрокоагуляционный метод применим для разрушения отработавших эмульсий, содержащих эмульсолы. Электрокоагуляционную очистку целесообразно производить в электролизерах с применением алюминиевых электродов по следующей схеме: предварительное отстаивание и усреднение стока; удаление осадка, свободных масел; подкисление до pH=5-6; обработка в электролизере с удалением пены; отстаивание; фильтрование.

Сточные воды V категории целесообразно выделять в самостоятельный поток с устройством оборотной системы, подпитываемой из промышленного водопровода или очищенными водами II категории. На предприятиях, имеющих крупные литейные цеха, предусматривается централизованная оборотная система гидрошламоудаления. При мелких цехах возможно строительство локальных очистных установок с возвратом воды в производство. Сточные воды, загрязненные пылью и

горелой землей, направляют на шламовые площадки или в отстойники, сгустители, а также осветляют на гидроциклонах с предварительной подачей реагентов.

Очистка сточных вод VI категории производится в накопителях дождевого стока и на пенополиуретановых фильтрах.

Сточные воды литейного производства содержат в своем составе мелкие фракции песка, глину, зольные остатки, следы органических веществ. Особенно велика концентрация взвешенных веществ, достигающая 9 г/л. В сточных водах механообработывающих производств содержатся масла, окалина, абразивно-металлическая пыль. Количество взвешенных веществ в стоках до очистки составляет 100-500 мг/л, после очистки – 30-50 мг/л.

Сточные воды гальванических цехов от промывки изделий после обезжиривания, травления защитных покрытий содержат до очистки: кислот 40-50 мг/л, щелочей 20-32 мг/л, хрома 30-40 мг/л; цианатов 20-30 мг/л. [3]

Требование к качеству оборотной воды для машиностроительных предприятий показано в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Требования к качеству оборотной воды для машиностроительных предприятий [4]

Показатель	Вода I категории, используемая для охлаждения в теплообменных аппаратах		Вода, используемая в качестве транспортирующей, поглощающей, экстрагирующей и др. сред	
	охлаждение без огневого нагрева поверхности аппарата	охлаждение с огневым нагревом поверхности аппарата	II категории без нагрева (гидрозолоудаление, обогащение и др.)	III категории с нагревом (улавливание и очистка газов, гашение кокса и др.)
Температура, °С	Определяется в зависимости технологического процесса			
Взвешенные вещества, мг/л	До 50	До 20	При гравитации – до 10000 При флотации – до 200	
Эфирорастворимые, мг/л	До 20	До 10	Не нормируется	
Запах, баллы	До 3	До 3	До 3	До 4
pH	6,5-8,5	6,5-8,5	Не нормируется	6,5-9

Окончание таблицы 1.2

Показатель	Вода I категории, используемая для охлаждения в теплообменных аппаратах		Вода, используемая в качестве транспортирующей, поглощающей, экстрагирующей и др. сред	
	охлаждение без огневого нагрева поверхности аппарата	охлаждение с огневым нагревом поверхности аппарата	II категории без нагрева (гидрозолоудаление, обогащение и др.)	III категории с нагревом (улавливание и очистка газов, гашение кокса и др.)
Жесткость, мг-экв/л - общая - карбонатная	50 До 3,5	- До 2,5	- Не нормируется	- При очистке газов необходима обработка воды
Щелочность общая, мг-экв/л	Не более 4	Не более 3	То же	Необходима обработка воды
Общее солесодержание, мг/л	До 2000	До 800	- « -	Не нормируется
Содержание, мг/л Cl ⁻ SO ₄ ²⁻ Fe _{общ}	До 350 До 500 1-4	До 150 До 25 0,5-1	-«- -«- -«-	То же -«- -«-
Окисляемость перманганатная мгО ₂ /л	До 20	До 20	При отстаивании не нормируется При флотации -10	-«-
ХПК, мгО ₂ /л	До 200	-	Не нормируется	-«-
БПК ₅ , мгО ₂ /л	15-20	-	то же	-«-
Биогенные вещества в подпитывающей воде, мг/л: Азот общий Фосфор (в пересчете на P ₂ O ₅)	150 5	150 -	-«- -«-	-«- -«-

Вода на машиностроительных предприятиях расходуется в следующих основных производствах и цехах: литейном, гальваническом, арматурном, механо-сборочном, прессово-кузнечном, металлопокрытия и окраски, холодной листовой штамповки, холодной обработки деталей, сварочном, термическом. В зависимости от специфики производства используется вода различного качества:

- хозяйственно-питьевая;

- техническая - для охлаждения и обслуживания оборудования: температура 20-30 °С, жесткость до 7 ммоль/л, содержание взвешенных веществ до 50 мг/л, рН = 7-8,5;

- техническая - для охлаждения высокочастотных установок, индукционных печей и др.: температура 18-25 °С, жесткость до 2,5 ммоль/л, рН = 7-7,5, присутствие масла не допускается;

- деминерализованная - для отделений металлопокрытий и окраски: общее солесодержание до 5 мг/л, жесткость общая до 0,01 ммоль/л, щелочность до 0,02 мг/л, присутствие масла не допускается. [5-6]

1.1.3 Перечень перспективных предприятий

Рекомендации, разработанные в ВКР (глава 5), применимы к машиностроительным предприятиям, находящимся в умеренном климате:

Предприятия группы ГАЗ — российская автомобилестроительная компания. Штаб-квартира — в Нижнем Новгороде. «Группа ГАЗ» объединяет 13 производственных предприятий в восьми регионах России, а также сбытовые и сервисные организации. «Группа ГАЗ» выпускает лёгкие и среднетоннажные коммерческие автомобили, тяжёлые грузовики, автобусы, легковые автомобили, силовые агрегаты и автокомпоненты.

Часть предприятий группы компаний «КАМАЗ» – крупнейшая автомобильная корпорация Российской Федерации. ПАО «КАМАЗ» входит в 20-ку ведущих мировых производителей тяжёлых грузовых автомобилей и находится на 16-м месте по объёмам производства тяжёлых грузовиков полной массой более 16 тонн. Производственные мощности составляют 71 тысячу автомобилей в год.

ПАО «СОЛЛЕРС» — крупнейшая автостроительная компания России. Штаб-квартира расположена в Москве. Предприятие предоставляет полный комплекс услуг в автомобильной сфере — от производства машин до их продажи и сервисного обслуживания. На производственных площадках компании выпускаются рос-

сийские внедорожники УАЗ, корейские SsangYong, легковые и коммерческие автомобили FIAT, японские грузовики ISUZU, бензиновые и дизельные двигатели ЗМЗ.

1.2 Характеристика перспективного объекта для совершенствования водного хозяйства

АО «Автомобильный завод «УРАЛ» — российский производитель грузовых автомобилей. Расположен в городе Миасс Челябинской области. Площадь территории завода составляет 280 га.

Основан по решению Государственного комитета обороны СССР. До 1991 года являлся государственным предприятием в составе Министерства автомобильной промышленности СССР. В 2001 году был полностью приватизирован и вошел в состав машиностроительного холдинга «РусПромАвто» (с 2005 года — «Группа ГАЗ»).

Управляющий директор — Яковлев Павел Александрович. Число сотрудников – 4000 человек. Завод выпускает продукцию, в том числе для Вооружённых сил РФ, и является оборонным комплексом. На территории предприятия находятся 15 крупных цехов. Для работы каждому цеху требуется промышленная вода в количестве, планируемом на каждый год.

В таблице 1.3 и 1.4 показаны общий, минимальный, максимальный и средний объем потребленной промышленной воды и промстоков за последние 10 лет.

Таблица 1.3 – Объем потребленной промышленной воды и промстоков за последние 10 лет

год	Потребление промышленной воды, м ³ /год		Объем промстоков, м ³ /год	
	План	Факт	План	Факт
2010	5 597 985	5 447 120	3 597 984	3 868 509
2011	4 903 969	4 415 711	2 903 982	2 738 838
2012	4 723 665	3 900 834	2 678 666	2 736 611
2013	4 717 266	4 025 024	2 717 278	2 637 265

Окончание таблицы 1.3

год	Потребление промышленной воды, м ³ /год		Объем промстоков, м ³ /год	
	План	Факт	План	Факт
2014	4 366 719	3 448 772	1 606 731	2 921 774
2015	3 962 861	3 149 493	2 062 861	2 796 101
2016	3 815 946	3 238 059	2 365 946	2 606 424
2017	3 299 081	2 795 838	2 469 546	1 934 412
2018	3 100 978	3 058 438	2 230 979	2 375 227
2019	2 997 530	2 901 096	2 185 570	2 140 159

Таблица 1.4 – Минимальный, максимальный и средний объем потребленной промышленной воды и промстоков за последние 10 лет

год	Потребление промышленной воды м ³ /сут			Объем промстока м ³ /сут		
	Мини-мальная	Макси-мальная	Средняя	Мини-мальная	Макси-мальная	Средняя
2010	2254	24382	13346	1783	14574	7735
2011	1801	22217	12098	1508	13041	7504
2012	1080	24181	10648	1080	13444	7480
2013	1427	19455	11027	1427	12148	7225
2014	2399	18136	9449	2399	12621	8005
2015	2350	15704	8629	2350	11096	7661
2016	1755	14735	8837	1755	10864	7109
2017	1388	14944	7646	1388	10897	5530
2018	2246	13470	8379	2246	9830	6507
2019	2761	14014	7948	2761	11201	5863

Графики выработки промводы и объем промстоков представлены в приложении А.

Анализируя данные таблицы 1.3 и таблицы 1.4 можно сделать выводы:

- «АЗ «Урал» является предприятием со значительным водопотреблением;
- Потребление промводы за последние 10 лет значительно снизилось, однако объем промстоков снизился не значительно.

Источником промышленного водоснабжения является Поликарповский пруд, находящийся на реке Миасс. Цена технической воды для предприятия на 2019 год составляет 5,29 руб/м³.

В таблице 1.5 приведено сравнение качества промышленной воды, необходимой «АЗ «Урал», и качества хозяйственно-питьевой воды

Таблица 1.5 – Сравнение качества промышленной воды, необходимое «АЗ «Урал», и качества хозяйственно-питьевой воды [7-8]

№ п/п	Определяемый компонент	Единица измерения	Требования «АЗ «Урал» к промышленности	ПДК в хозяйственно-питьевой воде
1.	Взвешенные вещества	мг/дм ³	27,35	1,5 (2,0)
2.	Водородный показатель	Ед рН	6,0-8,0	6,0-9,0
3.	Железо	мг/дм ³	0,1	0,3 (1,0)
4.	Жесткость	°Ж	5,0-7,0	7,0 (10,0)
5.	Марганец	мг/дм ³	0,07	0,1 (0,5)
6.	Медь	мг/дм ³	0,002	1,0
7.	Нефтепродукты	мг/дм ³	0,05	0,1
8.	Никель	мг/дм ³	0,01	0,1
9.	Нитрат-ион	мг/дм ³	8,2	45
10.	Нитрит-ион	мг/дм ³	0,07	3,0
11.	Сульфат ион	мг/дм ³	100,0	500
12.	Сухой остаток	мг/дм ³	795,0	1000 (1500)
13.	Фторид-ион	мг/дм ³	0,67	1,5
14.	Хлорид-ион	мг/дм ³	74,0	350
15.	Хром 3 ⁺	мг/дм ³	0,006	0,5
16.	Хром 6 ⁺	мг/дм ³	0,025	0,05
17.	Цинк	мг/дм ³	0,028	5,0

Анализируя данные таблицы 1.5 и сравнивая с требованиями хозяйственно-питьевой воды, можно сделать вывод о том, что, за исключением водородного показателя, взвешенных веществ и показателя жесткости, требования к качеству промышленной воды, предъявляемые «АЗ «Урал» более высокие, чем к качеству хозяйственно-питьевой воды.

По данным «АЗ «Урал» рассмотренное качество промышленной воды требуется 1, 2, 3, 4 Литейному цеху и Термообрубному цеху, размещение которых показано в приложении В. Их потребление составляет 67% от общего потребления технической воды.

Выводы по разделу один

1) Для промышленного предприятия со значительным водопотреблением необходимо иметь дополнительный гарантированный источник технического водопотребления.

2) С целью снижения расхода природной воды на технические нужды можно использовать поверхностный сток, что является наиболее экономичным из всех возможных источников технического водоснабжения.

3) «АЗ «Урал» предъявляет высокие требования к качеству промышленной воды.

2 ПРИЕМЫ И МЕТОДЫ ПОДГОТОВКИ ВОДЫ НА ТЕХНИЧЕСКИЕ НУЖДЫ И ОЧИСТКИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД

2.1 Источники воды на производственные цели

2.1.1 Атмосферные воды

Главным источником воды в промышленности служат природные пресные воды. По происхождению они подразделяются на поверхностные (реки, озера), атмосферные (атмосферные осадки) и подземные (ключевые, артезианские, минеральные). Все воды содержат большое количество примесей.

Основным источником атмосферной влаги являются поверхностные водоемы и увлажненная почва; кроме того, влага поступает в атмосферу в результате испарения воды растениями, а также дыхательных процессов живых существ. Вода в атмосфере находится во всех трех агрегатных состояниях - газообразном (водяной пар), жидком (капли дождя) и твердом (кристаллики снега и льда). Дождевая влага, находясь в облаке, уже содержит некоторое количество солей. В ходе мощных циркуляционных процессов, осуществляющихся в облачных массах, вода и частицы солей, почвы, пыли, взаимодействуя, образуют растворы разнообразнейшего состава. По утверждению академика В.И. Вернадского [9], среднее солесодержание облака составляет около 34 мг/л. Дождевая влага, соприкасаясь с атмосферным воздухом, вбирает в себя новые порции солей и пыли. Обычная дождевая капля весом 50 мг при падении с высоты 1 км "промывает" 16 л воздуха, а 1 л дождевой воды захватывает с собой примеси, содержащиеся в 300 тыс. л воздуха. В итоге с каждым литром дождевой воды на Землю поступает до 100 мг примесей. Также атмосферная влага содержит в своем составе и аэропланктон.

Кислотные дожди (а в это понятие также входят и кислотные град, и такой же снег) с относительной регулярностью выпадают в Европе, в России и в США. Такое атмосферное явления происходит из-за загрязнения атмосферы и воды различными техногенными загрязнениями. [10]

Кислотный дождь – это осадки, в которых вода имеет низкий уровень pH.

Нормальным показателем считается 5,6. Если с водой взаимодействуют газы, то показатель снижается что становится причиной гибели микроорганизмов. Погибают и клетки более сложных организмов.

Кислоты могут присутствовать не только в дожде, в снеге и в граде, но и даже в тумане. При этом, чем выше концентрация в осадках каких-либо примесей, тем больший вред они наносят.

Считается нормой, когда в атмосферных осадках присутствует слабая угольная кислота. Это признается естественным состоянием, так как в воздухе присутствует углекислый газ, и данная кислота образуется при его взаимодействии с влагой. Аналогично образуются и кислые осадки, но при этом влага взаимодействует с другими летучими соединениями. В результате облака насыщаются серной или азотной кислотой. При этом, чем сильнее воздух загрязнен серой или азотом, а также их соединениями, тем выше концентрация кислоты в осадках.

В числе естественных причин, обуславливающих такой вид осадков, выделяют:

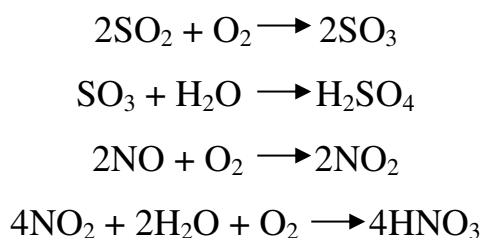
- вулканические извержения, во время которых происходят выбросы в атмосферу пепла и различных газов.
- разложение органических остатков животных и растений.
- разряд молнии.

В настоящее время загрязнение атмосферы, в основном, происходит не из-за природных факторов, а из-за человеческой деятельности. Научным сообществом признается, что антропогенное воздействие в этом отношении сейчас составляет от 89 до 92%. Загрязнение атмосферы при этом происходит из-за:

- выбросов предприятий, функционирующих в машиностроение и металлургии, работы тепловых электростанции;
- при сжигании каменного угля, нефтепродуктов, газа, дров;
- за счет выделения метана, которое происходит на полях, где выращиваются злаковые культуры;

- из-за использования удобрений, содержащих азот, а также при обработке посевов пестицидами;
- при добыче полезных ископаемых, особенно открытым способом;
- фреонами, попадающими в атмосферу из неисправных холодильников;
- при использовании аэрозолей, в составе которых имеется хлороводород.

Механизм образования кислотных осадков можно объяснить химическими формулами, показывающими основные реакции в атмосфере:



Половина кислотных дождей является азотными. Когда такой дождь выпадает на землю, химическая реакция продолжается в почве. При этом происходит образование нитратов и нитритов.

Кислотные дожди способны нанести вред целым регионам. Время полного разложения токсичных соединений, попавших в почву или воду, доходит до 15-и лет. [11]

Под воздействием кислотных дождей появляются такие глобальные экологические проблемы:

Оказавшись в грунте, благодаря соединениям в кислотных дождях, происходит высвобождение солей различных металлов, таких как свинец, алюминий и ртуть. На такой почве растения просто не могут существовать. Одновременно часть ядовитых соединений отравляет и воздух.

Изменяется структура воды. Повышается ее жесткость, воду насыщают токсины и кислоты. Случается, что после таких дождей содержание в воде тяжелых металлов оказывается выше предельно-допустимых норм в 8 раз.

Из-за гибели растений, гибнут травоядные животные, что вынуждает хищных животных переходить на другие территории. Происходит нарушение пищевой цепи.

Кислотные дожди отрицательно влияют и на человека. Взаимодействуя с рядом строительных материалов, они освобождают из них поликарбонаты. Разрушение достигает такого уровня, что эти вещества, а также влага воздуха начинают окислять металлы, имеющиеся в сооружениях. Из-за этого постройки довольно быстро разрушаются. Из-за кислотных дождей погибает сельскохозяйственный скот, страдают посевы и обитатели водоемов в рыбных хозяйствах.

Под воздействие кислотных дождей у людей развиваются такие заболевания, как: бронхит, воспаление легких, трахеит, бронхиальная астма. В ряде случаев люди даже получают химические ожоги.

Мясные изделия, рыба, продукты, изготовленные из растений, оказываются насыщенными ртутью, свинцом, серой, мышьяком, селеном наносят вред здоровью человека. [12]

Разработкой мер, направленных на предупреждение вреда от кислотных дождей, занимаются в Соединенных Штатах, в России, в Китае, так как в этих странах находится большое количество предприятий, добывающих каменный уголь, много и металлургических предприятий.

Борьба с экологическими проблемами в локальных масштабах невозможна. Нужен комплексный подход по сокращению вредных выбросов, кислотообразующих веществ в атмосферу, воду и почвы, который возможен лишь при межгосударственном сотрудничестве. Применение альтернативных источников энергии без использования угля, нефти и газа также приводит к сокращению кислотных осадков. Поможет также использование низкосернистого угля или его очистка от серы. Такие работы ведутся.

Конструкторы разрабатывают высокопроизводительные воздушные фильтры и очистные системы. Однако в короткие сроки решить такие проблемы нельзя. Негативные последствия от загрязнения атмосферы с последующим выпадением кислотных дождей продолжают возрастать ежегодно, за образование кислотных дождей ответственны многие крупные промышленные предприятия. [13]

2.1.2 Поверхностные воды

К поверхностным источникам водоснабжения относятся реки, водохранилища и озера. Для промышленных целей может использоваться и морская вода. При отсутствии в приморских районах пресной воды морская вода после опреснения может использоваться и для хозяйственно-питьевых целей. Однако это должно быть обосновано технико-экономическими соображениями.

Качество поверхностных вод зависит от сочетания климатических и геологических факторов. Основным климатическим фактором является количество и частота осадков, а также экологическая ситуация в регионе. Выпадающие осадки несут с собой определенное количество нерастворенных частиц, таких как пыль, вулканический пепел, пыльца растений, бактерии, грибковые споры, а иногда и более крупные микроорганизмы. Океан является источником разных солей, растворенных в дождевой воде. В ней можно обнаружить ионы хлорида, сульфата, натрия, магния, кальция и калия. Промышленные выбросы в атмосферу также "обогащают" химическую палитру, в основном за счет органических растворителей и оксидов азота и серы, являющихся причиной выпадения "кислотных дождей". Вносятся своя лепта и химикаты, применяемые в сельском хозяйстве.

К числу геологических факторов относится структура русла рек. Если русло образовано известняковыми породами, то вода в реке, как правило, прозрачная и жесткая. Если же русло из непроницаемых пород, например гранита, то вода будет мягкой, но мутной за счет большого количества взвешенных частиц органического и неорганического происхождения. [14]

Речные воды характеризуются большим количеством взвешенных веществ, низкой прозрачностью, большой микробной обсемененностью.

Озера и пруды представляют собой естественные или искусственные котлованы, пополняющиеся водой главным образом за счет атмосферных осадков и подземных вод. Эти водоисточники значительно подвержены загрязнению и имеют слабовыраженную способность к самоочищению.

К искусственным открытым водоисточникам относятся водохранилища, которые создаются путем сооружения плотин, задерживающих водоток. Качество воды в водохранилищах зависит от состава речных, талых и грунтовых вод, а также от состояния дна (ложа) водохранилища, которое является затопленной территорией, использовавшейся ранее в хозяйственном обороте.

В целом поверхностные воды характеризуются большим количеством взвешенных частиц; пониженной прозрачностью; повышенной цветностью, высокой минерализацией, сезонными колебаниями содержания химических веществ; возможностью загрязнения токсическими веществами (сточными водами); значительным органическим и бактериальным загрязнением. Подлежат очистке и обеззараживанию. [15]

2.1.3 Подземные воды

Подземные водоисточники подразделяются на: почвенные, грунтовые, межпластовые (напорные и не напорные).

Гигиеническим требованиям отвечают подземные межпластовые напорные (артезианские) воды: вода из артезианского источника прозрачна, бесцветна, лишена запаха и вкуса, органических веществ, практически не содержит микроорганизмов и пригодна для питьевых целей без предварительной обработки. В отдельных случаях эта вода отличается высокой минерализацией (соли железа, карбонаты).

На втором месте по соответствию гигиеническим требованиям стоят межпластовые не напорные воды - они залегают между двумя водоупорными пластами, изолированы от атмосферных осадков и поверхностных вод. Имеют постоянный химический состав, низкое бактериальное загрязнение, часто высокоминерализованные. [16]

2.2 Приемы усреднения производственных и поверхностных стоков

Резервуары для сбора ливневых стоков – это емкостное оборудование довольно широкого профиля. Использование данного вида сооружения актуально на любом предприятии, где проблема покрытия расхода воды стоит остро. Иными словами, резервуар для дождевых и талых стоков является альтернативным источником воды и может использоваться как для покрытия расходов водных ресурсов на заводе (как резервуар для технической воды), так и в качестве противопожарного водного запаса.

Резервуар (накопитель) для ливневых стоков представляет собой стальное сооружение цилиндрической формы. Он оснащен люком и выходным штуцером для подключения отводной трубы. Данный вид устройства требует повышенной устойчивости к коррозии, так как, во-первых, чаще всего устанавливается на открытом воздухе, а во-вторых, служит для сбора непосредственно воды. При производстве резервуаров для стока ливневых вод используют нержавеющую сталь, а также другие марки стали, устойчивые к коррозии. Стенки сооружения также могут быть покрыты специальным антикоррозийным составом.

В зависимости от условий, резервуары для сбора дождевых стоков могут изготавливаться под подземную и надземную установку, быть вертикальными и горизонтальными. Возможна, также, доукомплектация его лестницами, обслуживающими площадками и другими дополнительными деталями.

Резервуар обычно устанавливается на открытом участке предприятия. К нему подключают систему для отвода воды, через которую вода поступает на предварительную очистку либо напрямую на производство (в зависимости от поставленных задач). Для эффективной работы данный резервуар не требует подключения никаких дополнительных устройств, но при этом позволяет более эффективно использовать природные ресурсы, экономить на водоснабжении и выполняет функцию дополнительного источника воды на любом предприятии. [17]

2.3 Методы подготовки воды для промышленного предприятия

2.3.1 Методы очистки сточных вод

Промышленная водоподготовка представляет собой комплекс мероприятий и технологических процессов получения воды требуемого качества: обеззараживание, отстаивание, фильтрование, умягчение, обессоливание, дегазация воды и стабилизация.

Под воздействием сточных вод изменяется цвет, прозрачность, запах воды и другие показатели качества воды.

В реках и других водоемах происходит естественный процесс самоочищения воды. Однако он протекает медленно. Сейчас в связи с резким увеличением отходов водоемы уже не справляются со столь значительным загрязнением. Возникла необходимость обезвреживать, очищать сточные воды и утилизировать их.

Очистка сточных вод – обработка сточных вод с целью разрушения или удаления из них вредных веществ.

Методы очистки сточных вод можно разделить на механические, химические, физико-химические и биологические и комбинированные. Применение того или иного метода в каждом конкретном случае определяется характером загрязнения и степенью вредности примесей.

Сущность **механического метода** состоит в том, что из сточных вод путем отстаивания и фильтрации удаляются механические примеси. Грубодисперсные частицы в зависимости от размеров улавливаются решетками, ситами, песколовками, септиками, а поверхностные загрязнения – нефтеловушками, бензomasлоуловителями, отстойниками и др. Механическая очистка позволяет выделять из промышленных сточных вод до 95%, многие из которых как ценные примеси, используются в производстве.

Химический метод заключается в том, что в сточные воды добавляют различные химические реагенты, которые вступают в реакцию с загрязнителями и осаждают их в виде нерастворимых осадков. Химической очисткой достигается уменьшение нерастворимых примесей до 95% и растворимых до 25%.

При **физико-химическом методе** обработки из сточных вод удаляются тонко дисперсные и растворенные неорганические примеси и разрушаются органические и плохо окисляемые вещества, чаще всего из физико-химических методов применяется коагуляция, окисление, сорбция, экстракция и т.д. Широкое применение находит также электролиз. Он заключается в разрушении органических веществ в сточных водах и извлечении металлов, кислот и других неорганических веществ. Электролитическая очистка осуществляется в особых сооружениях – электролизерах. Очистка сточных вод с помощью электролиза эффективна на свинцовых и медных предприятиях, в лакокрасочной и некоторых других областях промышленности.

Биологический метод дает большие результаты при очистке коммунально-бытовых стоков. Он применяется также и при очистке отходов предприятий нефтеперерабатывающей, целлюлозно-бумажной промышленности, производстве искусственного волокна. [18]

2.3.2 Выбор технологической схемы очистки сточных вод

Выбор оптимальных технологических схем очистки воды – достаточно сложная задача, что обусловлено преимущественным многообразием находящихся в воде примесей и высоким требованиями, предъявленными к качеству очистки воды. При выборе способа очистки примесей учитывают не только их состав в сточных водах, но и требования, которым должны удовлетворять очищенные воды: при сбросе в водоем – ПДС (предельно допустимые сбросы) и ПДК (предельно допустимые концентрации веществ), а при использовании очищенных сточных вод в производстве – те требования, которые необходимы для осуществления конкретных технологических процессов.

Для приготовления из сточных вод технической воды или обеспечения условий сброса очищенных сточных вод водоемов большое значение имеет технико-экономическая оценка способов подготовки воды. Экономическое преимущество имеют, как правило, замкнутые системы водоиспользования.

Применяемые схемы очистки должны обеспечивать максимальное использование очищенных вод в основных технологических процессах и минимальный их сброс в открытые водоемы. При широком внедрении оборотных систем имеются дополнительные резервы по сокращению расхода свежей воды и уменьшению сброса в открытые водоемы. При широком внедрении оборотных систем имеются дополнительные резервы по сокращению расхода свежей воды и уменьшению сброса сточных вод в водоемы (совершенствование технологических процессов, повышение эффективности очистки сточных вод). Сточные воды являются чистыми, если их отведение в водные объекты не приводит к нарушению норм качества воды в контролируемом створе или пункте водоиспользования.

Степень очистки сточных вод при сбросе их в водоемы определяется нормативами качества воды водоема в расчетном створе и в большой степени зависит от фоновых загрязнений. Для снижения концентраций вредных примесей, присутствующих в сточных водах, до требуемых величин необходима достаточно глубокая очистка. Поэтому важное значение имеет надежный контроль степени очистки сточных вод, так как с ужесточением требований к качеству очищенных вод значение ПДК большинства вредных веществ снижается и, следовательно, возрастают трудности их определения. Кроме того, контроль усложняется при определении концентраций вредных веществ в сильно разбавленных сточных водах. [19]

Данные зарубежных исследований показывают, что значительного повышения эффективности реагентного способа можно добиться оптимизацией технологии очистки, предусматривающей смешение реагентов с водой, а также подбором используемых коагулянтов и флокулянтов.

Эффективность реагентного способа очистки воды, в частности с использованием коагулянтов, можно повысить, установив контроль за расходом реагентов в

зависимости от количества загрязнений, присутствующих в сточных водах, и физико-химических характеристик этих загрязнений. Внедрение автоматизированного контроля за расходом реагентов позволит повысить не только степень очистки воды, но и снизить расход реагентов.

Эффективность реагентного способа можно также повысить, применяя физические воздействия на обрабатываемую воду и водные системы (например, электрические и магнитные поля, ультразвук, радиацию и другие способы). Однако внедрение этих методов интенсификации коагуляции и флокуляции тормозится недостаточной изученностью процессов, протекающих на молекулярном и ионном уровне.

Очистка производственных сточных вод реагентным способом включает несколько стадий, основными из которых являются: приготовление и дозирование реагентов, смешение реагентов с водой, хлопьеобразование, отделение хлопьевидных примесей от воды.

Правильная организация процесса приготовления реагентов позволит при минимальном их расходе получить максимальный эффект очистки воды. От качества приготовленных растворов зависит не только эффективность воздействия коагулянтов на загрязнения, но и работа оборудования этого узла. Наибольшее применение в качестве коагулянтов получили сульфат алюминия, гидроксохлорид алюминия и хлорид железа(III). В несколько меньшем масштабе используются сульфаты железа, смешанные коагулянты в виде солей алюминия и железа. Заметно в меньших количествах используют алюмоаммонийные и алюмокалиевые квасцы. Возрастает использование коагулянтов, в первую очередь железа и алюминия, получаемых электрохимическим способом. В этом случае их свойства как коагулянтов резко улучшаются.

Реагенты как в твердом, так и в виде концентрированных растворов, необходимо доводить до рабочей концентрации (5-15%). В связи с этим следует проанализировать растворение солей и в первую очередь солей алюминия и железа.

Зная основные закономерности процесса растворения реагентов в воде, можно выбрать оптимальный режим растворения реагентов в воде и подобрать для этого необходимое оборудование.

Эффективность очистки сточных вод с использованием коагулянтов и флокулянтов в значительной мере зависит от точности поддержания основных параметров. Основными параметрами регулирования являются рН обработанных сточных вод, электропроводность, мутность, окислительно-восстановительный потенциал. [20]

В настоящее время широко используются разработанные ВНИИВодгео системы автоматического регулирования (САР), предназначенные для управления реагентной очисткой сточных вод. Повышение уровня автоматизации процессов физико-химической очистки промышленных сточных вод позволяет уменьшить расходы реагентов.

В практике очистки вод, как правило, применяют объемнопропорциональные дозирующие системы. В основном по такому принципу построены САР подачи растворов коагулянтов и флокулянтов.

Дозаторы, используемые в САР реагентной очистки сточных вод, должны надежно работать и при подаче растворов, содержащих взвешенные частицы, осадки, шламы, так как часто в качестве реагентов используют отходы различных производств.

При использовании предварительно осветленных растворов реагентов можно применять плунжерные насосы-дозаторы с ручным регулированием производительности.

Для нормального функционирования узла реагентной обработки с использованием плунжерных насосов-дозаторов необходима предварительная очистка растворов реагентов. В противном случае насос-дозатор забивается взвешенными частицами, а, следовательно, необходимо его останавливать и промывать.

Для технологии очистки воды и обезвреживания осадков большое значение имеет рациональное использование реагентов, так как годовой расход только флокулянтов составляет сотни тонн. Определение оптимальной дозы реагентов представляет собой весьма сложную задачу, так как в практике очистки воды возможно одновременное изменение ряда факторов, например состава и количества примесей.

Следует отметить, что при коагуляции примесей в объеме воды и при контакте с зернистой загрузкой оптимальная доза будет различной, так как кинетические условия коагуляции на поверхности фильтрующего материала значительно лучше, чем в объеме воды.

Эффективность процессов очистки воды в аппаратуре всех типов обусловлена прочностью и плотностью коагуляционной структуры.

Для тонкодисперсной суспензии с частицами заданного размера одним из основных критериев выбора дозы коагулянта является прочность структуры.

Одновременного увеличения прочности и плотности коагуляционной структуры можно достичь комбинированным воздействием на структуру гидродинамических условий перемешивания и дозы коагулянта. Выбор оптимального режима очистки воды с использованием реагентов возможен на основе цепочечно-ячеистой модели коагуляционной структуры.

Представляет интерес определение оптимальной дозы реагента при добавлении его в воду электрохимическим способом. В этом случае наиболее легко оптимизировать процесс изменением плотности тока и продолжительности обработки в зависимости от количественного состава сточных вод.

Применяя известные методы математического моделирования можно определить оптимальный режим электрохимической обработки. Существующие устройства для автоматического дозирования реагентов дают возможность, как правило, поддерживать только их расход, установленный на основе предварительных исследований.

Приготовленный раствор через дозирующее устройство и смеситель вводят в воду. Перемешивание воды с реагентами целесообразно осуществлять в две стадии, причем первую стадию проводить в режиме, приближающемся к режиму идеального смешения, а вторую – в режиме идеального вытеснения по жидкой фазе. Это обусловлено тем, что на первой стадии должно быть обеспечено равномерное распределение реагента по всему объему очищаемых сточных вод, а на второй – создание условий, исключающих распад образовавшихся агломератов частиц загрязнений. Первый режим можно осуществить, например, в аппарате с интенсивно вращающейся мешалкой, а второй – в слое взвешенного осадка.

Как показывают результаты многих исследований, процесс перемешивания воды с реагентами, в частности с неорганическими коагулянтами, необходимо проводить с максимальной скоростью. Оптимизация режима смешения коагулянта с водой может привести к более эффективному использованию, а в некоторых случаях и к сокращению расхода коагулянта.

Эффективность мгновенного перемешивания заключается в изменении степени дисперсности продуктов гидролиза коагулянтов, абсорбирующихся на поверхности частиц загрязнений. При более интенсивном перемешивании увеличивается вероятность сорбции на поверхности частиц загрязнений мелких частиц продуктов гидролиза коагулянтов, что приводит к экономии коагулянта и одновременному увеличению прочности связи частиц в микрохлопьях.

При выборе режима смешения коагулянта необходимо учитывать состав и физико-химические свойства сточных вод, а также вводимых реагентов. Важность определения оптимальных параметров режима смешения обусловлена также большой ролью ортокинетической стадии коагуляции в процессах агрегации частиц загрязнений. Вероятность столкновений между коагулирующими частицами возрастает с увеличением интенсивности перемешивания. Однако при достижении определенного скоростного градиента образующиеся хлопья начинают разрушаться. Для применяемых коагулянтов значение скоростного градиента составляет примерно $20-70 \text{ с}^{-1}$. В качестве критериальной оценки процесса смешения реагентов с

водой наряду со скоростным градиентом применяют также произведение последнего на продолжительность смещения, введенное Кэмпом (критерий Кэмпа).

В направлении интенсификации перемешивания воды с реагентами развивается и разработка смесителей. Рекомендуется при выборе типа, конструкции и режима действия перемешивающих устройств на стадиях быстрого смешения воды с реагентами и медленного перемешивания воды в камерах хлопьеобразования учитывать закономерности коагуляционного структурообразования, определяющие начальные значения скоростного градиента, необходимость постепенного перемешивания и концентрации твердой и жидкой фаз на поверхности раздела.

Быстрое перемешивание реагентов с водой может быть достигнуто в смесителях с псевдооживленной насадкой и предварительной электрообработкой смеси.

Электромагнитные смесители целесообразно применять прежде всего при контактировании воды с растворами электролитов, например с растворами кислот, щелочей, солей. Однако возможно перемешивание неэлектропроводимых реагентов, например полиакриламида с водой, в электромагнитных смесителях с псевдооживленной или магнитооживленной насадкой.

Наиболее просты в аппаратном оформлении смесители, содержащие 39-меру электрообработки, в которой установлены два или несколько электродов. В результате воздействия электрического поля на растворы электролитов происходит эффективное смешение воды с коагулянтом, что позволяет существенно сократить время перемешивания, а также расход реагентов на очистку стоков. Электролиз проводят, как правило, в режимах без заметного выделения газов (кислорода и водорода)

Другим простейшим вариантом электромагнитного перемешивания является использование генераторов магнитного поля, устанавливаемых на участке трубы, где одновременно подают воду и раствор коагулянта (электролита). Такие смесители весьма просты и их легко установить практически на любом участке технологической линии. Кроме того, смесители с использованием постоянных магнитов могут быть установлены в помещениях любой категории.

Высокая интенсивность очистки достигается в электромагнитных смесителях с магнитооживленной насадкой, состоящей из ферромагнитных частиц.

В тех случаях, когда недопустимо загрязнение очищаемой воды примесями железа, вместо смесителей с магнитооживленной насадкой можно применить электромагнитные смесители типа статора асинхронного двигателя с использованием в качестве насадки многоосевого ротора с подвижными элементами.

Отстаивание представляет собой экстенсивный процесс, однако, являясь универсальным методом, позволяет очищать сточные воды различного состава. Интенсификация процесса отстаивания связана как с улучшением седиментационных характеристик скоагулированных частиц примесей, так и с оптимизацией конструкций отстойников.

В последнее время для очистки сточных вод все чаще используют флотацию. Преимущество ее – достаточно высокая эффективность извлечения примесей из воды. Процесс флотации зависит как от свойств частиц, так и от их размера, а также от ряда физико-химических свойств осветляемых токсидисперсных суспензий, включая и сточные воды. Все это приводит к определенным трудностям внедрения флотационного способа очистки вод.

Использование реагентов при флотации позволяет в ряде случаев добиться высоких показателей очистки. В практике флотационного разделения суспензий известно достаточно много способов насыщения жидкости пузырьками газов (воздуха). Однако для очистки сточных вод наибольший интерес представляет способ напорной флотации с образованием пузырьков газа в жидкости при снижении давления, электронный способ аэрирования сточных вод, способ подачи сжатого воздуха через фильтры (пневматический), электролитический способ.

В последние годы для электролитической очистки жидкостей применяют электрофлотаторы и электрокоагуляторы. Действие электрофлотационных аппаратов основано на принципе аэрации жидкости и пузырьками газов, образующимися при электролизе воды. Высокая интенсивность метода электрофлотации обуслов-

лена получением тонкодисперсных пузырьков электролизных газов и незначительным перемешиванием в камере электрофлотационного аппарата. За рубежом известны аппараты для одновременного проведения электрокоагуляции и электрофлотации. Известны аппараты в которых совмещены электрохимическая обработка и электрофлотация, а также аппараты, совмещающие электрохимическую обработку и напорную флотацию.[21]

2.3.3 Обезвоживание осадков сточных вод и утилизация отходов

Обработка осадков важная составляющая водного хозяйства промышленного предприятия. Оно усугубляется рядом локальных факторов и требует индивидуального поиска конкретных решений для предотвращения негативного воздействия на окружающую среду. Эта проблема требует изучения состава, структуры и свойств различных осадков, выявление возможности изменения их исходных свойств и определения оптимальных параметров обработки для последующей утилизации.

На металлообрабатывающих предприятиях образуются в технологических процессах маслоэмульсионные сточные воды (МЭС), при обработке поверхностей изделий смазывающе-охлаждающими жидкостями и моющими растворами.

В процессе очистки сточных вод металлообрабатывающих предприятий различными методами, образуется осадок - шлам, который в виде обезвоженных отходов вывозится в отвалы, загрязняя окружающую среду.

Присутствие шламов в отвалах приводит к загрязнению водоемов, связанному с просачиванием в водоносные горизонты загрязнений с поверхности. Это привлекает пристальное внимание ученых к выявлению отраслей промышленности, которые имеют наибольшее количество подобных отходов, и изучению методов их обезвреживания и утилизации.

Вместе с тем шлам не только загрязняет окружающую среду, но и уносит с собой безвозвратно большое количество ценных элементов.

В настоящее время требуется разработка специальных методов обработки и утилизации осадков, способствующих уменьшению вредного воздействия на окружающую среду.

На рисунке 3 представлены основные методы обезвоживания и утилизации осадков промышленных сточных вод.



Рисунок 3 – Основные методы обезвоживания и утилизации осадков промышленных сточных вод

Механическое обезвоживание требует предварительной обработки – кондиционирования. Цель кондиционирования – улучшение водоотдающих свойств осадков путём изменения их структуры и форм связей воды. От условий кондиционирования зависит производительность обезвоживающих аппаратов, влажность обезвоженных осадков и чистота отделяемой воды.

Кондиционирование может осуществляться несколькими способами, различными по своему физико-химическому воздействию на структуру обрабатываемого осадка. Наиболее распространенные из них: реагентная обработка, тепловая обработка, жидкофазное окисление, криогенез.

Реагентная обработка изменяет структуру осадка и улучшает его способность отдавать влагу. Процесс укрупнения и объединения в хлопья тонкодисперсных и коллоидных частиц происходящий при введении в осадок коагулянтов, является основным приёмом подготовки осадков к механическому обезвоживанию на вакуум-фильтрах и фильтр-прессах. Обычно применяют коагулянты и флокулянты минерального и органического происхождения. Минеральные коагулянты – соли железа, алюминия, известь, сочетания хлорного железа, сернокислого окисного железа, хлорированного железного купороса с известью.

Из высокомолекулярных коагулянтов-флокулянтов, активно способствующих слипанию частиц между собой и образованию хлопьев, наиболее широко применяется полиакриламид (ПАА). Скорость осаждения в этом случае может возрасти более чем в 20 раз при увеличении диаметра частиц гидроксидов в 40 раз.

Для обработки осадков могут также применяться окиси, гидроокиси, карбонат кальция, доменный шлак, могут быть использованы цемент и сульфаталюминат кальция, весовое соотношение алюмината и гипса $1 \div 0,2 \div 4$. Широкое применение получило использование коагулянтов в сочетании с известью, что позволяет пони-

зять влажность кека. Известь нейтрализует кислоты, которые образуются при гидролизе коагулянтов, вступает в химические реакции с кислотами и органическими веществами, находящимися в осадках. При этом сокращается не только расход основного реагента и предотвращается загнивание осадка. Одновременно известь играет роль присадочного материала, который изменяет и повышает жесткость структуры осадка.

Некоторыми авторами предлагается для обезвоживания гидроокисных осадков применять смесь цеолита и полиакриламида, что позволяет снизить влажность, сократить время обезвоживания и площадь складирования осадков. К гидроокисному осадку добавляют соли щелочных металлов и спекают смесь, при этом получают клинкер. Уменьшение влажности осадков сточных вод, содержащих ПАВ, может быть достигнуто следующим путем: после коагуляционной обработки в осадок вводят низкомолекулярную фракцию синтетических жирных кислот, с числом углеродных атомов от 5 до 9 в количестве 28 – 55% от массы сухого вещества осадка. Процесс проводится при температуре 40 – 70 °С. Усовершенствовать технологию реагентной обработки осадка можно также путем ультрафильтрации и обратного осмоса.

Преимуществами ультрафильтрации по сравнению с традиционными методами обработки являются: универсальность процесса; практическое, отсутствие химических реагентов, компактность установок; малые энергозатраты.

Однако, ультрафильтрат после переработки не подлежит повторному использованию ввиду сложности корректировки состава. В то же время он не может быть направлен на сброс в канализацию из-за превышения содержания различных примесей, в первую очередь нефтепродуктов.

Бакинским филиалом НИИ ВОДГЕО предложен следующий способ обезвоживания осадка путем введения флокулянта ПАА. В сгущенный осадок вводится ПАА, перемешивается с последующим добавлением вспомогательного кальцийсодержащего фильтровального вещества. Перемешивается до получения однородного структурного осадка. В качестве вспомогательного кальцийсодержащего

фильтровального вещества предлагается использовать пыль от производства известнякового камня-кубика. При этом ПАА вводят в количестве 0,1 – 1,0%, а пыль – в количестве 10 – 100% от массы сухого вещества осадка. Таким образом, предложенный способ обработки осадка по сравнению с известным позволяет снизить влажность обезвоженного осадка в 1,13 – 1,2 раза за счет равномерной усадки не растрескивающегося при просушке отфильтрованного осадка однородной плотности. Обезвоженный осадок хорошо снимается с фильтровальной ткани, обеспечивается рациональное использование многотоннажного карьерного производства камня-кубика.

Осадок может быть смешан с минеральной кислотой или ангидридом кислоты, которые удаляют часть воды из осадка. Далее осадок смешивают с основанием и при помощи тепла, выделяющегося при реакции, происходит сушка осадка до заданной влажности. Также в осадок перед обезвоживанием можно вводить вермикулит, который обладает большой сорбционной способностью. Затем смесь обезвоживают с применением $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и FeCl_3 . Содержание воды в осадке после данной обработки составляет около 50%.

В области синтетических органических флокулянтов на основе полиакриламидов применяют полиэлектролиты со смежными или частично смежными молекулами, полимерные цепи которых имеют поперечные связи. Преимущество их использования заключается в увеличении плотности осадка, т.е. повышенном содержании твердого вещества. Наиболее рациональным является применение синтетических флокулянтов при последующей обработке осадков на центрифугах. Известно также комбинированное применение минеральных коагулянтов и синтетических флокулянтов перед подачей осадка на фильтр-пресс с дозой по сухому веществу: флокулянта 0,001 – 0,5%; коагулянта (FeCl_3 , $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$) 0,5-10,0%. Авторами в работе предложено для улучшения качества предварительного обезвоживания осадка перед его сжиганием, обработку полиэлектролитами регулировать их дозой путем измерения потенциала. Для обработки осадков, содержащих значительное количество органических веществ (зольность 25 – 30%), целесообразно

применять катионные флокулянты: ВА-2, ВА-3, ВА-102. Широкое применение флокулянтов в технологии обработки осадков затруднено из-за их высокой стоимости.

Одним из эффективных способов обезвоживания осадков является термическая обработка. Обезвоженный осадок можно сжигать как самостоятельно, так и в смеси с мусором или утилизировать. Сжигание – это процесс окисления органической части осадков при повышенной температуре до нетоксичных газов и выделения минеральной части в виде расплава или сухого порошка, т.е. золы. С технологической точки зрения сжигание представляет собой метод обезвоживания осадков с одновременным использованием их в качестве топлива и утилизацией выделившейся теплоты, а иногда и образовавшейся золы в технологической схеме обработки осадков сточных вод. Теплота используется для подогрева воздуха, необходимого для сжигания, а зола расходуется как присадочный материал.

В качестве топочных устройств для сжигания осадков сточных вод за рубежом применяют в основном многоподовые печи и печи с кипящим слоем инертного носителя, а также барабанные печи.

В процессе обработки сточных вод в осадок переходит множество органических и минеральных веществ, что определяет их токсичность. На сжигание осадок может направляться как после механического обезвоживания, так и после термической сушки. В настоящее время для сжигания осадка может применяться различное оборудование, например: многоподовые печи, печи с кипящим слоем, циклонные или барабанные печи.

Традиционные технологии промышленной обработки осадков сточных вод – пиролиз и сжигание при высокой энергоемкости приводит к нерациональному расходованию органической составляющей и образованию неутилизированных вторичных отходов. В то же время переработка и использование накопленных техногенных отходов, в том числе многотоннажных осадков сточных вод, при кооперировании со строительной индустрией позволяют быстро получить реальные эконо-

мические и социально-экологические результаты при минимальных затратах. Разработанная обжиговая технология может решить проблему безотходной утилизации техногенных отходов в производстве керамзита из вскрышного глинистого сырья при корректировании его свойств осадками сточных вод, обеспечивая включение в работу добавок, содержащихся в них. Она позволит максимально утилизировать минеральную часть осадков и получить экологически чистые, полезные конечные продукты: керамзитовый гравий и песок.

Обжиговая технология позволяет использовать некондиционные мало- и среднепластичные глины, а также техногенное сырье – запесоченную вскрышную глинистую породу совместно с многокомпонентными отходами станций аэрации. Эти отходы – осадки городских сточных вод и ранее не употреблявшиеся осадки поверхностных сточных вод, включающие коагулянты (флокулянты) и другие составляющие, произведут комплексное корректирование свойств пористых заполнителей, способствуя получению низкой насыпной плотности и улучшенных эксплуатационных характеристик керамзита.

Одним из путей кондиционирования осадка является обезвоживание и сушка. Существующее обезвоживающее оборудование позволяет снизить влажность гидроокисных осадков до 65–85 %, что весьма затрудняет их сбор и транспортирование в места захоронения и утилизации. Дальнейшее снижение влажности возможно лишь путем сушки, однако интенсивные методы сушки требуют применения систем пылеочистки и связаны с образованием дополнительного (вторичного) осадка.

В Челябинском филиале НИИ ВОДГЕО использован способ сушки путем продувки нагретого воздуха через неподвижный слой осадка и разработан ряд конструкций для осуществления этого способа. Во всех случаях основной элемент сушки представляет собой емкость с расположенной в нижней части воздухораспределительной системой. Подогретый до 120–180 °С воздух поступает в слои осадка, продувает его и отсасывается вытяжной вентиляцией.

Основными недостатками метода тепловой обработки осадка являются большой расход электроэнергии и высокие концентрации загрязнений в отделяемой воде, образование газов и запахов.

Известно применение метода криогенной обработки, т.е. замораживания и оттаивания осадка, что приводит к изменению структуры, переходу части связанной влаги в свободную и к значительному улучшению водоотдачи осадка. При замораживании происходит коагуляция твердых частиц осадка, при оттаивании они образуют зернистую структуру и хорошо отдают воду. Японскими учеными предложен метод обезвоживания осадка с предварительным нагреванием и замораживанием его, а также последующим оттаиванием и обезвоживанием. Нагревание осадка при температуре более 60°C способствует увеличению количества удаляемой воды при оттаивании и обезвоживании. Основным преимуществом этого метода является то, что отделяемая вода не содержит дополнительных загрязнений, как это происходит при реагентных или тепловых методах обработки. Способ и скорость оттаивания не влияет на процесс дальнейшего обезвоживания, но все же рекомендуется как можно более быстрое отделение твердой фазы осадка от воды. Для обезвоживания осадка путем замораживания в искусственных условиях используют аммиачные холодильники трубчатого, капельного, барабанного типа, аппараты непрерывного действия поверхностного типа. После замораживания осадок уплотняется и далее подсушивается на иловых площадках. Для интенсификации процесса искусственного замораживания – оттаивания требуется замораживать осадок тонким слоем. Наиболее экономичной и эффективной является обработка осадка с использованием замораживания и оттаивания, если в схеме установки с внутренней рекуперацией тепла осуществлять промежуточную конденсацию холодильного агента при отводе тепла плавящимся льдом. При использовании теплообменных аппаратов непрерывного действия, появляется возможность тонкослойного промораживания осадка.

Недостатком искусственного замораживания осадка является значительный расход и стоимость электроэнергии.

Учитывая региональные условия Урала при обезвоживании осадка наиболее перспективно использовать метод замораживания в естественных условиях. К недостаткам реализации этого способа относится то, что требуются большие по площади хранилища, так как на большую глубину осадок сточных вод не промерзает, кроме того, невозможно регулировать процесс обезвоживания. Установлено, что на водоотдающие свойства осадков при замораживании значительно влияет температура и скорость ветра. Реализация метода криогенной обработки на локальных установках зависит прежде всего от возможности регулирования процесса замораживания осадка в естественных условиях.

На кафедре ВиВ Института градостроительства, управления и региональной экономики разработана установка для замораживания и оттаивания осадка, в которой рабочая камера оборудована щитом, с вмонтированной плоскостью-элероном, ее можно установить на определенный угол движения воздушного потока, что позволяет изменять скорость движения воздуха над охлаждающейся поверхностью осадка, интенсифицировать теплообмен и кинетику процесса промораживания.

Установлено, что оборудование установки плоскостью-элероном позволяет интенсифицировать скоростное поле, что влияет на поверхностную плотность теплового потока, которая определяет полноту промораживания осадка, обуславливающую обезвоживание.

Для интенсификации процесса криогенной обработки осадка и сокращения времени полного его промораживания предложено оборудовать установку полой траверсой.

Для осадков, имеющих сравнительно небольшие объемы, низкие концентрации масел, целесообразным методом обработки является электрохимическая коагуляция. Из литературных источников известно использование метода электрокоагуляции для обработки осадка. Сущность процесса электрокоагуляции заключается в том, что под влиянием электрического тока заданной плотности, пропускаемого через осадок, происходит растворение анодов (чаще всего алюминиевых или железных) и переход ионов металлов в обрабатываемый осадок. Выделяющиеся на

катоде газы (водород) флотируют осадок и способствуют изменению его свойств. Применение электрических методов имеет существенное преимущество перед традиционными методами обработки. Простота аппаратного оформления, ограниченный расход реагентов, возможность автоматического управления процессами, выдвигают электрообработку в число наиболее перспективных. К недостаткам электрохимического метода относятся затраты электроэнергии и металла. Разработка и внедрение электрохимических методов очистки сточных вод является рациональным для промышленных предприятий, имеющих льготные тарифы на электроэнергию, или расположенных в труднодоступных районах.

В настоящее время все больше внимания уделяется физическому воздействию на свойства осадков сточных вод.

Ультразвуковая обработка (озвучивание) является одним из перспективных методов интенсификации некоторых физико-химических процессов.

Ультразвук оказывает влияние на всю коллоидно-химическую систему, дробятся частицы твердой фазы и возрастает количество активных центров контакта, что способствует учащению контактов активированных частиц твердой фазы между собой, слипанию и укрупнению конгломератов, приводящих к ускорению процессов осаждения, при этом снижается объем и влажность осадков.

В настоящее время данный метод обезвоживания осадков мало изучен и требует дальнейших исследований.

Таким образом, существующие методы обработки осадков сточных вод в основном направлены на решение частных задач, однако необходимо комплексное решение вопроса обработки осадка и его утилизации.

Проблема утилизации осадков производственных сточных вод уже давно привлекает внимание ученых и специалистов, но никогда она не была столь актуальной, как теперь, в связи с крупными мероприятиями, проводимыми в государственном масштабе по охране окружающей среды. В настоящее время в области очистки сточных вод разработаны соответствующие нормы и правила выпуска в водоемы,

принимаются интенсивные меры по очистке стоков, отвечающие все более возрастающим требованиям к охране водоемов от загрязнений. Промышленные предприятия постоянно испытывают большие затруднения в ликвидации осадков промышленных сточных вод, стоимость обработки и удаления которых достигает 50 – 100% стоимости очистки стоков. Эти концентрированные отходы в жидком или обезвоженном виде зачастую сбрасываются в карьеры, овраги, моря, загрязняя водные источники. Известны два основных пути утилизации осадков: ликвидация шламов путем незаконного сброса и засыпки или отвердения цементом, асфальтом, стеклом, пластмассами и отвердения спеканием; применение для приготовления керамических красок, огнеупорного материала и сплавов как искусственных заполнителей и рифов.

Способы ликвидации шламов путем сброса не отвечают современным требованиям малоотходных и безотходных ресурсосберегающих технологий и являются расточительными не только с точки зрения потери ценных металлов, но и отрицательных, пагубных последствий воздействия на природу. Поэтому в последние годы все большее внимания уделяется разработке способов использования отходов в производстве строительных и других материалов.

В последние годы биотермическая обработка осадков сточных вод получает все большее применение, благодаря невысоким затратам энергии и обеспечению производства гумусосодержащего продукта. Биотермическая обработка представляет собой биохимический метаболизм осадков сточных вод, сопровождаемый тепловыделением. Биотермическая обработка применяется с добавлением наполнителей к обрабатываемому осадку, который восполняет недостаток углерода осадков сточных вод, обеспечивает процесс дополнительной энергией и способствует достижению высоких температур. Однако в наполнителях углерод находится в высококорезистивном состоянии к микроорганизмам и поэтому мало используется. Известно, что добавку осадков сточных вод металлообрабатывающих предприятий в количестве 3 – 10 % в качестве добавки в керамическую массу при производстве

красного глинистого кирпича. Это не влияет на технологические и эксплуатационные свойства керамических изделий. Осадок сточных вод может быть с успехом использован для производства стеновых керамических изделий, выполняя роль плавня в сочетании с органикой. Он способствует более раннему накоплению жидкой фазы и интенсификации процессов спекания и вспучивания. Введение 3 – 6 % осадка при производстве изделий дает возможность повысить предел прочности при сжатии изделий на 40 – 60 %.

В МХТИ им. Д. И. Менделеева была исследована возможность использования осадков с большим содержанием гидроксида железа для получения гексаферрита бария, который применяется при изготовлении строительной керамики (черепицы, кирпича, облицовочных плиток). Также осадок сточных вод металлургических производств можно использовать для изготовления керамзита. Керамзит, изготовленный с содержанием 20 – 40 % осадка может применяться в качестве теплоизолирующего и конструктивного материала в строительстве. Экономический эффект при этом достигается путем сокращения расходов на добычу и транспортировку глины, исключением затрат на строительство и эксплуатацию полигона для складирования осадка. Такие осадки могут быть использованы в производстве красителей-пигментов. Однако, осадки не отличаются постоянством состава, поэтому краски, изготовленные на их основе, целесообразно использовать для создания декоративных глазурованных покрытий для изделий художественно-декоративной керамики.

Для производства стекломозаики, стеклорамора, стеклоблоков в качестве красителя могут использоваться осадки сточных вод и гальванических производств. При этом получены прозрачные ударопрочные, термостойкие и морозостойкие стекла. Осадки хромсодержащих сточных вод могут быть использованы для производства декоративно-облицовочного материала стеклохромзита. Практическое использование осадков сточных вод металлообрабатывающих производств в качестве красителей стекол сдерживается из-за неоднородности их состава, однако для декоративных целей они уже находят применение.

В Ростовском инженерно-строительном институте была изучена возможность использования осадка в качестве добавок в строительную керамику, цементные растворы, асфальтобетон, гипсомраморные блоки. Установлено, что введение осадка в качестве добавки улучшает структурно-механические характеристики асфальтобетона. Кроме того, осадки могут служить хорошей пластифицирующей добавкой в строительных растворах. Асфальтобетон на искусственном заполнителе целесообразно применять для верхнего слоя дорожных покрытий, особенно на наиболее нагруженных участках, а также в гидротехнических сооружениях, гидроизоляционных и кровельных покрытиях, изолирующих прокладках.

Шламы из сточных вод металлургических производств, выделенные окси-карбонатным способом, также могут быть использованы в качестве наполнителя бетоносмесей в количестве до 1 % массы цемента, при этом технологические и физико-химические качества бетона не ухудшаются.

От процесса обработки сточных вод гальванических цехов можно получать достаточно прочные отвердевшие материалы, пригодные как для захоронения, так и для практического применения. Наиболее распространен способ отверждения с использованием летучей золы и отвердителя (для кислых стоков) смеси летучей золы, извести и гипса, при этом присутствие в осадках сульфатов облегчает процесс отверждения. С точки зрения вымывания тяжелых металлов и отвердевших материалов наибольшую опасность для окружающей среды представляют цинк, кадмий и медь. Способ отверждения жидких отходов перспективен для охраны окружающей среды при условии доработки еще нерешенных технических и технологических проблем. Установлено, что утилизация осадка в бетон без существенных нарушений прочностных характеристик возможна при его добавке не более 5 %, так как такая добавка осадка не вызывает коррозию арматурной стали в образцах железобетона. Образцы асфальта с добавками осадка до 5 % отвечают требованиям ГОСТ, и осадок может быть рекомендован для использования при изготовлении дорожных покрытий в качестве заменителя минерального порошка. Осадок в асфальте

удерживается прочно, вымывание тяжелых металлов при двухмесячной экспозиции в природной воде аналитически не обнаруживается, токсичность воды не установлена ни по одному из биотестов. Следовательно, только прочное связывание осадка в битумоминеральную смесь обеспечивает его экологическую безопасность. Поэтому этот способ утилизации рекомендуется как отвечающий технологическим и экологическим требованиям. Таким образом, утилизация образующихся осадков при очистке сточных вод, позволит более рационально использовать природные ресурсы. [22]

Выводы по разделу два

1) Для объекта исследования требуется большой объем технической воды, для этих целей можно использовать наземные, подземные воды, а также поверхностный сток. В каждом варианте необходима различная водоподготовка.

2) Особый интерес представляет поверхностный сток, так как он дает достаточной большой объем воды, и для ее сбора и накопления необходим резервуар-накопитель, который в этом случае будет выполнять роль сбора, накопления и усреднения.

3) На основании изученных современных приемов очистки воды, были обнаружены приемы, которые одновременно совмещают в себе подготовку воды и утилизацию отходов, что является необходимым условием для совершенствования системы водного хозяйства предприятия.

3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМОВ И КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

3.1 Определение объемов поверхностного стока с учетом климатических условий Урала на примере перспективного промышленного предприятия

Полные данные по Челябинской области получены у гидрометеоцентра г. Челябинск и приведены в приложении Б настоящей работы.

Среднее количество осадков за каждый месяц для города Миасс представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Количество осадков за каждый месяц для города Миасс.

Месяц	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь
Количество осадков, мм	18	15	18	20	44	62

Окончание таблицы 3.1

Месяц	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Количество осадков, мм	91	59	44	32	24	22

Анализируя данные таблицы 3.1, можно сделать вывод:

- В теплый период года:
 - максимальное количество осадков выпадает за июль (91 мм);
 - минимальное количество осадков выпадает за май и сентябрь (44 мм).
- В холодный период года:
 - максимальное количество осадков выпадает за октябрь (32 мм);
 - минимальное количество осадков выпадает за февраль (15 мм).

В многоводные годы осадков наблюдается на 38% больше по сравнению с нормой, а в маловодные количество осадков сокращается на 27%. Причем увеличение происходит в большей степени благодаря дождевым осадкам, а уменьшение происходит за счет снижения в большей степени снежных осадков.

3.1.1 Определение количественных характеристик поверхностного стока

Определение количественных характеристик поверхностного стока с территории водосбора заключается в определении:

- среднегодовых и максимальных суточных объемов поверхностного стока (дождевого, талого и поливомоечного), используемых при расчете нормативов ПДС и аккумулирующих резервуаров;
- расчетных расходов дождевых и талых вод в коллекторах дождевой канализации;
- расчетных расходов поверхностных сточных вод при отведении на очистку и в водные объекты.

Расчет ведется согласно [23].

Годовой объем поверхностных сточных вод, образующихся на территории водосбора, определяется как сумма поверхностного стока за теплый (май-сентябрь) и холодный (ноябрь-март) периоды года с общей площади водосбора объекта по формуле

$$W_{\Gamma} = W_{\text{Д}} + W_{\text{T}} + W_{\text{М}}, \quad (3.1)$$

где $W_{\text{Д}}$, W_{T} и $W_{\text{М}}$ - среднегодовой объем дождевых, талых и поливомоечных вод соответственно, м³.

Среднегодовой объем дождевых ($W_{\text{Д}}$) и талых (W_{T}) вод, м³, определяется по формулам

$$W_{\text{Д}} = 10 \times h_{\text{Д}} \times \text{Д} \times F, \quad (3.2)$$

$$W_{\text{T}} = 10 \times h_{\text{T}} \times \text{T} \times F, \quad (3.3)$$

где F – расчетная площадь стока, в га;

$h_{\text{Д}}$ – слой осадков за теплый период года;

h_{T} – слой осадков за холодный период года;

Д и T – общий коэффициент стока дождевых и талых вод соответственно

Расчет общего коэффициента стока дождевых вод (Д) приведено в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Расчет общего коэффициента стока дождевых вод (Д)

Вид поверхности или площади водосбора	Площадь, F_i , га	Доля покрытия от общей площади стока, F_i / F	Коэффициент стока, Ψ_i	$F_i \Psi_i / F$
Кровли зданий и сооружений	70	0,3684	0,8	0,2947
Асфальтовые покрытия и дороги	104	0,5474	0,6	0,3284
Открытые грунтовые площадки	7	0,0368	0,2	0,0074
Зеленые насаждения и газоны	9	0,0474	0,1	0,0047
$\Sigma F_i = 190$ га		$\Sigma = 1,00$	$D = 0,6352$	

$$W_D = 10 \times 300 \times 0,6352 \times 190 = 362064 \text{ м}^3/\text{год (или 2366 м}^3/\text{сут);}$$

$$W_T = 10 \times 149 \times 0,600 \times 190 = 169860 \text{ м}^3/\text{год.}$$

В качестве одного из направлений в рекомендациях (глава 5) предлагается: снег, после уборки его с территории в зимний период, транспортировать не за территорию «АЗ «Урал», а перевозить в резервуар накопитель, в котором он будет таять в зимний период.

С учетом этого формула (3.1) примет вид

$$W_{\Gamma} = W_D + W_T + W_M + W_{T^{убор}}. \quad (3.1.1)$$

$$W_{T^{убор}} = 10 \times 149 \times 0,300 \times 190 = 84930 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Период снеготаяния на Урале от 8 до 20 дней.

Общий годовой объем поливомоечных вод W_M , м^3 , стекающих с площади водосбора, определяется по формуле

$$W_M = 10 \times m \times k \times F_M \times \Psi_M, \quad (3.4)$$

где 10 – переводной коэффициент

m – удельный расход воды на мойку дорожных покрытий; при механизированной уборке принимается 1,2–1,5 л/ м^2 на одну мойку;

k – среднее количество моек в году, для средней полосы РФ составляет 100-150;

F_m – площадь твёрдых покрытий, подвергающихся мойке, га;

Ψ_m – коэффициент стока для поливомоечных вод (принимается 0,5).

$$W_m = 10 \times 1,2 \times 120 \times 104 \times 0,5 = 74880.$$

$$W_{\Gamma}^{\text{норм}} = 362064 + 169860 + 74880 + 84930 = 691734 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$W_{\Gamma}^{\text{малов}} = 284690 + 110409 + 74880 + 55204 = 525183 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$W_{\Gamma}^{\text{многов}} = 570983 + 186846 + 74880 + 93429 = 926138 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Определение расчетных объемов поверхностных сточных вод при отведении их на очистку.

Объем дождевого стока от расчетного дождя $W_{\text{оч}}$, м^3 , отводимого на очистные сооружения с площадок предприятий, определяется по формуле:

$$W_{\text{оч}} = 10h_a F \Psi_{\text{mid}}, \quad (3.5)$$

где h_a – максимальный слой осадков за дождь, мм, сток от которого подвергается очистке в полном объеме;

Ψ_{mid} – средний коэффициент стока для расчетного дождя;

Среднее число дней с различным количеством осадков для города Миасс приведено в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Среднее число дней с различным количеством осадков для города Миасс

Месяц	Количество осадков						
	$\geq 0,1$	$\geq 0,5$	≥ 1	≥ 5	≥ 10	≥ 20	≥ 30
Апрель	11,7	9,7	7,7	2,4	0,6	0,1	0
Май	13,9	11,8	10	4,3	1,6	0,3	0,1
Июнь	15,4	13,5	11,7	5,1	2,4	0,5	0,2
Июль	16,8	14,9	13,3	6,8	3,4	1,2	0,5
Август	15,8	13,4	11,4	5,1	2,3	0,7	0,3
Сентябрь	15,5	13,3	11,4	4,7	1,6	0,3	0,1

Октябрь	18,7	15,7	13	4	1,1	0,2	0
---------	------	------	----	---	-----	-----	---

График для расчета максимального суточного слоя дождевых осадков представлен на рисунке 4.

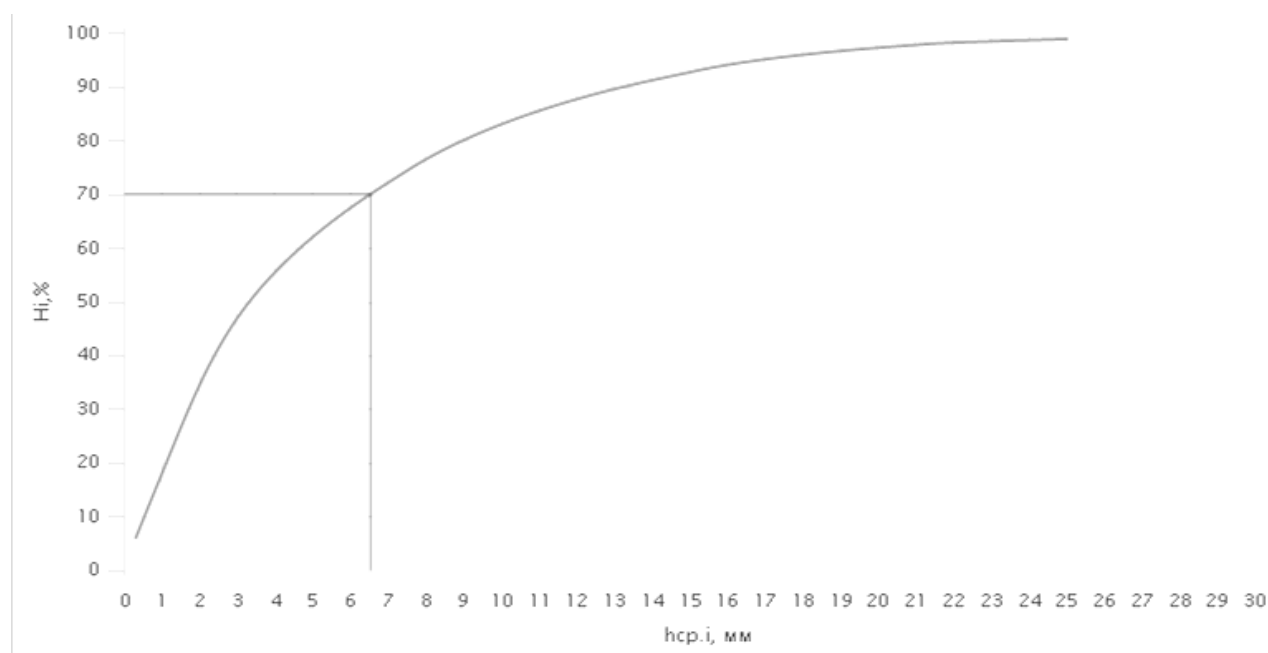


Рисунок 4 – График для расчета максимального суточного слоя дождевых осадков

H_i – суммарный слой дождевых осадков за тёплый период года (%); $h_{ср.i}$ – величина 78-суточный слой дождевых осадков, при котором обеспечивается приём на очистные сооружения 70% суммарного количества осадков $h_a = 6,53$ мм.

Средний коэффициент стока для расчетного дождя (определяется как средневзвешенная величина в зависимости от постоянных значений коэффициента стока Ψ_i для разного вида поверхностей по [23; табл. 11])

$$\Psi_{mid} = z_{mid} \times A^{0,2} \times t_r^{0,2n-0,1} \quad (3.6)$$

где A, n – параметры, характеризующие интенсивность и продолжительность дождя для конкретной местности, $n=0,71$, A по формуле 3.8;

z_{mid} – средний коэффициент стока для расчетного дождя;

t_r – расчетная продолжительность дождя, равная продолжительности протекания дождевых вод по поверхности и трубам до расчетного участка

$$t_r = t_{\text{con}} + t_{\text{can}} + t_p, \quad (3.7)$$

где t_{con} – продолжительность протекания дождевых вод до уличного лотка или при наличии дождеприемников в пределах квартала до уличного коллектора, $t_{\text{con}} = 4$ минуты;

t_{can} – то же, по уличным лоткам до дождеприемника, $t_{\text{can}} = 0$ минут;

t_p – расчетная продолжительность дождя, равная продолжительности протекания дождевых вод по поверхности и трубам до расчетного участка, мин. Она рассчитывается по формуле

$$t_p = 0,017 \times \sum \frac{l_p}{v_p}, \quad (3.8)$$

где l_p – длина расчетных участков коллектора, м;

v_p – расчетная скорость течения на участке, м/с

$$t_p = 0,017 \times 1050 = 18 \text{ мин.}$$

Тогда расчетная продолжительность дождя равна

$$t_r = 4 + 18 = 22 \text{ мин.}$$

Параметр A рассчитывается по формуле

$$A = q_{20} \times 20^n \times (1 + \lg P / \lg mr)^y. \quad (3.9)$$

$$A = 80 \times 8,4 \times (1 + \lg 1,0 / \lg 150)^{1,54} = 696$$

Среднее значение коэффициента стока приведено в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Среднее значение коэффициента стока

Поверхность бассейна стока	Площадь, F, га	Доля покрытия от общей площади стока, а	Коэффициент покрытия, i	$a \times Z \ i$
Кровли зданий и асфальтовые покрытия	174	0,9158	0,297	0,272
Открытые грунтовые площадки	7	0,0368	0,064	0,0023
Зеленые насаждения и газоны	9	0,0474	0,038	0,0018
Итого:	190	1,00	-	$Z \ mid = 0,276$

$$\Psi_{mid} = 0,276 \times 696^{0,2} \times 1,14 = 1,16.$$

$$W_{оч} = 10 \times 1,16 \times 190 \times 6,53 = 14392 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Максимальный суточный объём талых вод ($Q_{т \text{ сут}}^{max}$), отводимых на очистные сооружения предприятия в середине периода снеготаяния, определяется по формуле

$$Q_{т \text{ сут}}^{max} = 10 \times T \times KU \times F \times h_c, \quad (3.10)$$

где T – общий коэффициент стока талых вод, принимается 0,7;

F – общая площадь стока;

KU – коэффициент, учитывающий частичный вывоз и уборку снега, определяется по формуле;

h_c – слой талых вод за 10 дневных часов, мм, принимается в зависимости от расположения объекта.

$$KU = 1 - F_y/F, \quad (3.11)$$

где F_y – площадь, очищаемая от снега.

$$KU = 1 - 82/190 = 0,57.$$

$$Q^{\max}_T = 10 \times 0,6 \times 0,57 \times 190 \times 25 = 16245 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

3.2 Определение качественных показателей. Методы отбора проб

3.2.1 Техника пробоотбора. Пробоотборные устройства

1. Отбор проб может производиться ручными или автоматическими пробоотборными устройствами. Основные требования к пробоотборным устройствам - по [24-26].

2. Для изготовления контейнеров пробоотборных устройств или для покрытия их внутренних поверхностей могут быть использованы: полиэтилен, фторопласт, поликарбонатные полимеры, стекло, фарфор и другие химически инертные материалы, что позволит исключить возможность изменения состава отобранной пробы.

Допускается применение одноразовых ёмкостей для отбора проб.

3. К материалам (или внутренним покрытиям) сосудов, из которых на месте отбора проба переливается в сосуд для хранения, предъявляются менее жесткие требования, чем к сосудам для хранения и транспортировки проб. В частности, допускается применение стальных и эмалированных ёмкостей.

4. В качестве ручных пробоотборников могут применяться черпаки, ведра, широкогорлые склянки, ручные батометры (типа батометров Руттнера или Каммерера - трубки объемом 1 - 3 дм³ с крышками с обоих концов), специальные пробоотборники для поверхностной пленки.

5. Конструктивные особенности полуавтоматических и автоматических устройств для отбора проб сточных вод определяются условиями их эксплуатации при выполнении обязательных требований:

- пробоотборник должен обеспечивать отбор проб при максимальных скоростях потоков на контролируемых объектах, в т.ч. при аварийном сбросе;
- пробоотборник должен обеспечивать отбор разовых и усредненных проб по заданной программе;

- пробоотборник должен обеспечивать необходимую герметизацию пробы, хранение ее в условиях, предотвращающих изменение состава пробы и содержания веществ. Конструкция пробоотборника должна защищать от избыточной влажности (атмосферной и испарений исследуемой воды) и от обледенения в холодный период года;

- пробоотборник должен быть устойчив к внешним воздействиям, характерным для места его размещения (вибрация, температура, влажность и пр.);

- материалы смазки механических частей пробоотборника или герметизации контейнеров для проб не должны оказывать влияния на состав отбираемой пробы.

6. Пробоотборники, предназначенные для отбора заданного объема воды или сопряженные с расходомерами, должны быть снабжены инструкцией по эксплуатации, ремонту и свидетельствами о поверке.

7. Объем пробы сточных вод определяется исходя из количества, необходимого для проведения всех необходимых исследований, зависит от вида и числа определяемых показателей, их концентрации в водном объекте, применяемой методики определения.

Объем взятой пробы для определения конкретного показателя должен соответствовать объему, установленному в нормативном документе, и возможности проведения повторного исследования.

При этом для получения одной пробы, отражающей состав и свойства воды в данной точке отбора, допускается неоднократно отбирать воду в этой точке отбора за максимально короткий период времени.

8. Надежность и устойчивость пробоотборников к внешним воздействиям должны удовлетворять требованиям [27-28] и иным действующим нормативным документам, учитывающим условия эксплуатации устройств.

9. Требования к подготовке контейнеров и сосудов для хранения проб, способы отбора аналитической пробы и другие особенности техники отбора проб должны соответствовать [28] и документу, регламентирующему методику анализа.

10. Для целей оценки массы и соблюдения нормативов сброса веществ, присутствующих в сточной воде в виде поверхностной пленки или входящих в ее состав, при визуальном обнаружении пленки на поверхности воды в водоотводящем устройстве применяются специальные пробоотборники для поверхностной пленки.

11. Перед отбором проб посуду, в которую ее набирают, надо 2 - 3 раза ополоснуть анализируемой водой. Пробу воды для определения нефтепродуктов надо отбирать в отдельную посуду, не ополаскивая ее исследуемой водой.

12. Отбор проб для определения взвешенных веществ производят только после перемешивания потока, а если это невозможно, то отбирают серию проб по всему сечению потока.

3.2.2 Типы отбираемых проб

Типы проб, методы отбора и их преимущественное использование приведены в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Типы проб, методы отбора и их использование [29]

Тип пробы	Область применения
1 Точечные пробы	Отбор точечных проб применяют, когда поток воды не однороден; значения определяемых показателей не постоянны; использование составной пробы делает неясными различия между отдельными пробами; при исследовании возможного наличия загрязнения или для определения времени (в случае автоматического отбора проб) его появления, а также при проведении обширной программы отбора проб. Точечные пробы предпочтительнее, если цель программы отбора проб - оценить качество воды по отношению к нормативам содержания (предельно допустимых концентраций) показателей в воде, уста-

новленных в НДС, а также рекомендуются для определения неустойчивых показателей (концентрация растворенных газов, остаточного хлора и др.)

Продолжение таблицы 3.5

Тип пробы	Область применения
<p>2 Периодический отбор</p> <ul style="list-style-type: none"> - периодические пробы времязависящие - периодические пробы потокозависящие - периодические пробы объемозависящие 	<p>Пробы отбирают в одну или более емкостей. За фиксированное время (используя устройство отсчета времени начала и окончания отбора) в каждую емкость для отбора проб отбирается один и тот же установленный объем.</p> <p>Примечание - Время отбора может зависеть от определяемого показателя</p> <p>Пробы различных объемов берутся за постоянные интервалы времени, объем зависит от потока. Метод отбора применяют, если изменения в составе воды и скорость потока не взаимосвязаны</p> <p>Для каждой единицы объема потока воды проба берется независимо от времени. Метод отбора применяют, если изменения в составе воды и скорость потока не взаимосвязаны</p>
<p>3 Непрерывный отбор:</p> <ul style="list-style-type: none"> - непрерывные пробы, отобранные при постоянной скорости потока - непрерывные пробы, отобранные при непостоянной скорости потока 	<p>Пробы позволяют получить все сведения о показателях воды за период отбора проб, но, во многих случаях, не обеспечивают информацией о различиях в концентрациях определяемых показателей</p> <p>Пробы отбирают пропорционально потоку воды. Метод используют при определении состава большого объема воды.</p>

Это наиболее точный метод отбора проб проточной воды, если скорость потока и концентрация определяемых показателей изменяются значительно.

Окончание таблицы 3.5

Тип пробы	Область применения
<p>4 Отбор проб сериями:</p> <ul style="list-style-type: none"> - пробы глубинного профиля - пробы профиля площади 	<p>Серия проб воды, отобранных на различных глубинах исследуемой воды в конкретном месте</p> <p>Серия проб воды, отобранных на определенной глубине исследуемой воды в различных местах</p>
<p>5 Составная проба</p>	<p>Составная проба может быть получена вручную или автоматически независимо от метода отбора проб.</p> <p>Составные пробы применяют в случаях, когда требуются усредненные данные о составе воды.</p>
<p>6 Пробы большого объема</p>	<p>Пробы объемом от 50 дм³ до нескольких кубических метров. Пробу отбирают в емкость (цистерну) пропусканием измеренного объема через фильтр в зависимости от определяемого показателя.</p> <p>При подаче воды под давлением для контроля потока применяют регулирующий клапан. Насос располагают после фильтра и после измерителя; если пробу отбирают для определения легколетучего показателя, то насос располагают ближе к месту отбора пробы, измеритель - после фильтра. При отборе пробы воды, содержащей взвешенные твердые частицы, которые могут загрязнять фильтр, применяют дополнительные фильтры, расположенные параллельно. При использовании более одного фильтра пробу рассматривают как составную пробу.</p>

3.2.3 Методика отбора проб снега

Отбор проб снега рекомендуется производить в направлении господствующих ветров (подветренно) и в контрольных точках, указанных в приложении В. Пробы снега отбираются на участках, где сохранился нетронутым снеговой покров. Отбор снега производится при помощи бура или инструмента, заменяющего его. Для получения усредненного образца следует отбирать снеговые пробы в 5-ти точках "конвертом" (на участке площадью 1 кв. м отбирают пробы снега по углам квадрата и в его центре).

Пробы снега помещаются в чистые полиэтиленовые пакеты, во избежание возможного выщелачивания из стекла гидрокарбонатов, карбонатов и других анионов слабых кислот. Пробы снегового покрова отбираются согласно [30]. В лабораторных условиях во избежание таяния снега его сразу же перекладывают в эмалированную посуду для последующей обработки.

3.2.4 Методика определения органолептических показателей талого снега и воды

Для определения прозрачности проб талой воды в стеклянный цилиндр диаметром 3 см высотой 30 см наливается определенное количество воды, через которую просматривается шрифт (печатный текст). Сравнить каждую пробу с контрольным образцом – дистиллированной водой. Вода может быть прозрачной, слабо мутной, сильно мутной. Перед замером воду необходимо взболтать. Прозрачность зависит от количества взвешенных частиц органического и неорганического происхождения и определяется высотой столба воды в цилиндре, сквозь который начинают читаться буквы.

Для определения запаха в чистую широкогорлую колбу объемом 100 мл наливают исследуемую воду на 2/3 объема, прикрывают стеклышком, осторожно взбалтывают. Затем, сдвинув с колбы стеклышко, определяют запах воды. Интенсивность запаха воды (при 20° С не должна превышать двух баллов) определяем по пятибалльной системе.

Содержание взвешенных частиц определяется фильтрованием воды через бумажный фильтр и последующим высушиванием осадка в сушильном шкафу до постоянной массы.

Содержание взвешенных частиц (в мг/л) в испытуемой воде определяется по формуле

$$W_{\text{взв}}=(M_1-M_2) \times 1000 / V, \quad (3.12)$$

где M_1 – масса бумажного фильтра с осадком взвешенных частиц, г;

M_2 – масса бумажного фильтра, г;

V – объем воды для анализа, л.

Пробы снега взяты по методике, описанной в п. 3.2.3 данной работы в местах, расположенных в непосредственной близости от загрязненных цехов. Места отбора проб указаны на карте, в приложении В. Пробы снега взяты 14.12.2018 г. и повторно в тех же точках для отслеживания статистики 28.01.2019 г., 15.03.2019 г., 19.11.2019 г. и 08.01.2020 г. Пробы дождевой воды взяты 26.09.2018 г., 15.04.2019 г., 07.06.2019 г., 18.09.2019 г. Результаты исследования проб воды представлены в таблицах 3.6.1-3.6.6 – Основные показатели качества воды.

Таблица 3.6.1 – Основные показатели качества дождевой воды

Показатель качества воды	26.09.2018	15.04.2019	07.06.2019	18.09.2019
рН	6,3	6,0	6,8	6,5
Взвешенные вещества, мг/л	1190	1157	1096	1134
Солесодержание, мг/л	157	183	122	146
Общ. жесткость, мг-экв/л	2,6	2,8	1,9	2,5
Цветность, °	684	715	693	668
Мутность, мг/л	212	184	208	197
Щелочность, мг-экв/л	3,4	3,2	3,4	3,0
Окисляемость, мг/л	79,5	85,2	75,1	78,3

Таблица 3.6.2 – Основные показатели качества талой воды пробы от 14.12.2018

Г

Показатель качества воды	Точки отбора проб									
	1а	1б	2	3	4	5	6	7	8	9
рН	7,4	7,1	7,0	7,2	7,6	7,6	7,1	7,2	6,3	7,5
Взвешенные вещества, мг/л	28	7,1	1620	560	640	1260	394	320	15,4	1968
Солесодержание, мг/л	56	34	116	58	70	102	140	88	36	41
Общ. жесткость, мг-экв/л	1,2	0,8	2,0	0,9	1,5	2,0	3,0	1,9	0,9	1,1
Цветность, °	64,2	29,1	829,0	163,3	78,0	163,0	630,0	221,0	19,8	38,5
Мутность, мг/л	32,5	14,5	109,3	97,4	23,1	197,2	42,7	67,5	8,5	14,6
Щелочность, мг-экв/л	1,0	0,6	2,5	1,0	1,2	2,2	2,0	2,0	0,7	н/о
Окисляемость, мг/л	19,8	9,6	88,7	10,6	16,0	19,6	60,0	44,8	1,3	2,5

Таблица 3.6.3 – Основные показатели качества талой воды пробы от 28.01.2019

Г

Показатель качества воды	Точки отбора проб									
	1а	1б	2	3	4	5	6	7	8	9
рН	7,5	7,3	7,1	7,3	7,4	7,6	7,1	7,2	6,4	7,5
Взвешенные вещества, мг/л	37	12,5	1690	573	628	1310	420	335	19	1852
Солесодержание, мг/л	62	37	123	44	76	97	145	73	38	35
Общ. жесткость, мг-экв/л	1,1	0,7	2,2	0,8	1,4	1,8	2,9	1,8	1,0	1,0
Цветность, °	66,3	35,3	845	135,2	85,7	177,5	617	197,4	25,3	44,7
Мутность, мг/л	30,7	19,2	125	108,3	34,5	209,1	35,2	57,3	12,8	21,5
Щелочность, мг-экв/л	1,2	0,7	2,2	1,2	1,1	2,4	2,2	1,8	0,8	0,7
Окисляемость, мг/л	22,3	10,6	94,5	15,6	11,3	22,5	71,2	53,4	2,4	3,8

Таблица 3.6.4 – Основные показатели качества талой воды пробы от 15.03.2019

Г

Показатель качества воды	Точки отбора проб									
	1а	1б	2	3	4	5	6	7	8	9
рН	7,5	7,3	7,1	7,3	7,5	7,7	7,1	7,3	6,5	7,6
Взвешенные вещества, мг/л	35	11,7	1710	555	644	1290	427	328	21,9	1943
Солесодержание, мг/л	66	38	129	53	72	108	153	85	41	45
Общ. жесткость, мг-экв/л	1,2	0,9	2,0	0,7	1,5	1,9	3,0	1,9	0,9	0,9
Цветность, °	69,4	38,7	863	148,9	91,2	190,1	644,6	207,8	19,8	35,4
Мутность, мг/л	41,1	25,2	118	98,3	38,7	195,4	44,8	62,6	15,3	12,1
Щелочность, мг-экв/л	1,1	0,6	2,3	1,3	1,2	2,3	2,1	1,6	0,6	0,6
Окисляемость, мг/л	25,7	17,3	85,3	24,1	19,7	27,2	66,4	48,9	1,8	3,1

Таблица 3.6.5 – Основные показатели качества талой воды пробы от 19.11.2019

Г

Показатель качества воды	Точки отбора проб									
	1а	1б	2	3	4	5	6	7	8	9
рН	7,4	7,3	6,8	7,3	7,6	7,5	7,0	7,1	6,4	7,6
Взвешенные вещества, мг/л	45	16	1750	490	580	1190	358	265	24	1744
Солесодержание, мг/л	50	25	114	45	72	105	137	76	31	34
Общ. жесткость, мг-экв/л	1,1	0,8	2,1	0,8	1,6	1,9	3	2	0,8	1,1
Цветность, °	61	25	807	97,8	70	152	580	187	29,1	44,3
Мутность, мг/л	28	17	84,2	87,7	18	183	36,4	62,7	7,1	12,5
Щелочность, мг-экв/л	1,4	н/о	2	0,8	1	2,6	2,4	1,4	0,6	0,7
Окисляемость, мг/л	25	4,6	74,5	9,2	15	21,3	53,2	50	1,8	3,6

Таблица 3.6.6 – Основные показатели качества талой воды пробы от 08.01.2020

Г

Показатель качества воды	Точки отбора проб									
	1а	1б	2	3	4	5	6	7	8	9
рН	7,4	7,2	6,9	7,2	7,7	7,5	7,2	7,2	6,3	7,5
Взвешенные вещества, мг/л	51	21	1780	527	612	1340	430	280	29	2024
Солесодержание, мг/л	58	27	125	53	67	111	131	82	28	46
Общ. жесткость, мг-экв/л	1	0,6	2,1	0,7	1,4	2	2,8	0,8	0,7	0,9
Цветность, °	66,5	38,3	850,2	112,3	83,7	178,9	607,6	204,3	27	45
Мутность, мг/л	33,1	22,3	101,7	104,5	21,4	176,5	53,2	86,2	7,6	19,4
Щелочность, мг-экв/л	1,5	0,7	2,1	1,4	1,3	2	2,1	1,8	0,7	0,6
Окисляемость, мг/л	21,7	7,4	70,1	15,2	12	15,9	56,5	51,1	3,2	5,1

3.3 Математическая обработка данных исследований по определению качественных показателей

Математическую обработку данных проводим согласно [31, прил. Б]

Для статистической обработки результатов сначала отбрасывают возможные грубые промахи, затем вычисляют стандартное отклонение и доверительный интервал.

Выявление грубых промахов. При многократном повторении некоторого измерения какое-нибудь одно значение может особенно сильно отличаться от остальных. В этом случае важно решить, идет ли речь о случайном отклонении или о грубой ошибке (грубом промахе), которая должна быть исключена из повторяющихся результатов измерений. Для исключения грубых промахов все полученные результаты ранжируют по возрастанию или убыванию.

Очевидно, что при этом на предмет грубых промахов следует рассматривать только крайние члены ряда. Q-критерий вычисляется

$$\begin{aligned} \text{для } n=3-7 \quad Q &= \left| \frac{x_1 - x_2}{x_1 - x_n} \right| \\ \text{для } n=8-10 \quad Q &= \left| \frac{x_1 - x_2}{x_1 - x_{n-1}} \right|, \end{aligned} \quad (3.13)$$

где x_1 – значение, которое рассматривается как возможный грубый промах;
 x_2 – ближайшее к x_1 значение в ряду ранжированных результатов;
 $x_1 - x_n$ – размах варьирования результатов.

Найденное значение Q-критерия сопоставляют с табличным [31; табл. Б.1) при данной доверительной вероятности и числе измерений $Q(P, n)$. Величину x_1 можно считать грубой ошибкой, если выполняется условие: $Q > Q(P, n)$.

Стандартное отклонение служит наиболее распространенной мерой разброса и характеризуют случайную ошибку метода анализа. Стандартное отклонение S определяют по формуле:

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}, \quad (3.14)$$

где x_i – отдельное значение;
 \bar{x} – среднее значение;
 n – общее число измерений.

Чтобы избежать недоразумений при оценке полученного результата, следует указать погрешность результата. Для характеристики погрешности может служить

доверительный интервал. Результат следует представлять в виде: $\bar{x} \pm \Delta\bar{x}$ с указанием P, n

Для расчета доверительного интервала используют формулу

$$\Delta\bar{x} = \frac{t(P, f) \cdot s}{\sqrt{n}}, \quad (3.15)$$

где $t(P, f)$ – t-критерий или критерий Стьюдента, который выбирается для данных доверительной вероятности P и числа степеней свободы $f=n-1$

При расчёте доверительного интервала следует предварительно выбрать доверительную вероятность P , определяющую результат вычислений. При переходе от двух к трем или четырем параллельным определениям точность данных значительно увеличивается, т.к. величина критерия Стьюдента существенно уменьшается. Однако с дальнейшим ростом числа параллельных определений это преимущество перестает оправдывать трудозатраты на определение.

Данные расчета и графики для талого стока приведены в приложении Г, а графики для дождевого стока – в приложении Д.

Основные показатели качества стока на территории «АЗ «Урал» представлены в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Основные показатели качества стока на территории «АЗ «Урал»

Показатель качества воды	Показатели качества воды в Поликарповском пруду	Показатели качества дождевого стока на территории «АЗ «Урал»	Показатели качества талого стока на территории «АЗ «Урал»	Показатели, требуемые «АЗ «Урал»
рН	7,0-8,8	6,0-6,9	6,3-7,8	6,0-8,0
Взвешенные вещества, мг/л	56	1144	686,4	27,35
Солесодержание, мг/л	473	152	73,6	795,0

Общ. жесткость, мг-экв/л	5,1	2,5	1,5	5,0-7,0
--------------------------	-----	-----	-----	---------

Выводы по разделу три

1) Анализируя данные, были сделаны выводы, что в среднем за 10 лет: рассматриваемым цехам необходима техническая вода в объеме 2 437 486 м³/год, количество оборотной воды, которое возвращается в производство 1 662 909 м³/год. Оставшуюся разницу (774 577 м³/год) предприятие вынуждено брать из Поликарповского пруда. Годовой объем поверхностных сточных вод, образующихся на территории водосбора ($W_{mid} = 691734$ м³/год, $W_{min} = 525183$ м³/год, $W_{max} = 926138$ м³/год).

2) При сравнении качественных показателей воды из Поликарповского пруда с хозяйственно-питьевой видно, что хозяйственно-питьевая вода по всем показателям лучше воды из пруда.

3) Исследованием установлено, что показатели качества дождевого стока ниже других предложенных вариантов, а значит необходимо опираться именно на них при подготовке воды для технологических нужд.

4 ИССЛЕДОВАНИЕ ПО РАЗРАБОТКЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ВОДЫ ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

4.1 Особенности расчета резервуара-накопителя поверхностного стока

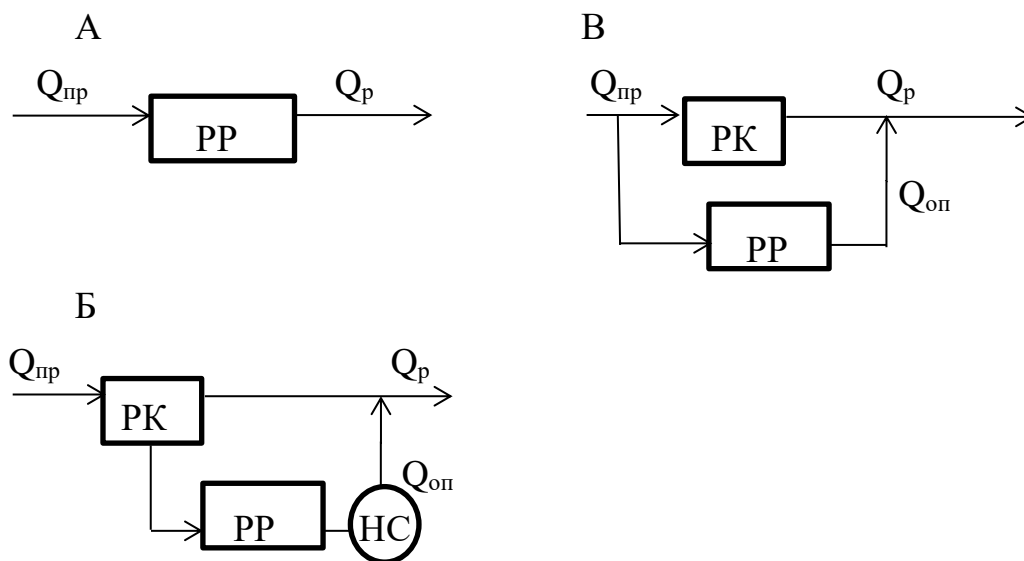
При подборе схемы очистки и производительности очистных сооружений необходимо учитывать, что дожди характеризуются неравномерностью расхода и концентраций. Расходы дождевого стока в сетях водоотведения обычно быстро нарастают, достигают максимума в моменты концентрации стока со всего бассейна, затем снижаются до полного прекращения стока.

Закладывать производительность очистных сооружений равной максимальным расходам нерационально, т.к. продолжительность их невелика. Стоимость же возведения таких сооружений превысит границы разумных пределов, поставив вопрос об экономической целесообразности данного предприятия.

В данных случаях целесообразен временный сброс пиковых расходов дождевого стока в емкости-резервуары, которые будут опорожняться после прекращения поступления стока.

Так может быть уменьшена необходимая пропускная способность, а, следовательно, размеры коллекторов и других сооружений, расположенных за резервуарами, включая насосные станции и очистные сооружения. Данное регулирование повышает эффективность работы очистных сооружений, уменьшает их объем и стоимость.

Возможные несколько схем включения регулирующих емкостей в общую систему водоотведения, представлены на рисунке 5.



А – проточные с поступлением всего расхода к резервуару;

Б – с разделительной камерой (РК) и насосной станцией (НС) для опорожнения;

В – с РК и самотечным трубопроводом для опорожнения

Рисунок 5 – Схемы подключения регулирующих резервуаров (РР) к
дождевой сети

Разделительная камера позволяет отделить загрязненный сток от условно чистого. Разделение возможно за счет использования перегородки. Загрязненный сток от дождей малой интенсивности и стоки после поливомоечных работ характеризуются небольшим расходом стоков поступающих в систему ливневой канализации, одновременно с этим данные стоки характеризуются большим количеством загрязнений. Весь этот загрязненный сток поступает на очистные сооружения поверхностного стока. В тоже время дожди большой интенсивности, характеризующиеся как следствие большим расходом, содержат загрязнения только в первой порции дождя, которая поступает на очистные сооружения; оставшийся сток (условно чистый) содержит незначительные загрязнения и переливаясь через перегородку, сбрасывается по байпасной линии. Понятие условно чистого дождя используется в нормативной документации и подразумевает под собой дождь с загрязнениями незначительно отличающимися от фоновой концентрации водоемов.

Благодаря точности регулирования потоков и малым глубинам заложения очистных сооружений основной схемой регулирования, как правило, является вариант регулирования с разделительной камерой и насосной станцией.

В условиях Урала рекомендуется планировать работу очистных сооружений поверхностного стока в теплое время года. Работа очистных сооружений начинается с момента снеготаяния. Таким образом к концу дня в резервуаре остается неиспользованным $Q_T - Q_{оч} - \sum q_{п}$.

За время снеготаяния в резервуаре-накопителе аккумулируется определенный объем, который определяется по формуле

$$W_{т.с}^{ак} = (Q_T - Q_{оч} - \sum q_{п}) \times t, \quad (4.1)$$

где Q_T – приток талых вод за день снеготаяния;

$Q_{оч}$ – расход воды, подаваемой на очистные сооружения, тыс.м³/сут;

$\sum q_{п}$ – потери на фильтрацию и испарение с зеркала воды, тыс.м³/сут;

t – время снеготаяния (для Урала 8-20 дней).

Расход подпиточной воды можно вычислить с учетом таблицы 1.4.

Потери на испарение для Урала равны 14 мм за все время снеготаяния [32].

Окончательно объем резервуара накопителя определяется по формуле

$$W_{р.н.} = W_T - (Q_{оч} + \sum q_{п}) \times t. \quad (4.2)$$

$$W_{р.н.} = 169,86 - (2 + 0,44) \times 20 = 121 \text{ тыс. м}^3.$$

Место расположения резервуара-накопителя представлено в приложении В.

Изменение объема воды в резервуаре во время снеготаяния представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Изменение объема воды в резервуаре во время снеготаяния

день	Объем талого стока, тыс.м ³	Затраты воды на подпитку и потери, тыс.м ³	Количество воды в резервуаре, тыс.м ³
------	--	---	--

1	8.49	2.44	6.05
2	16.99	4.88	12.11
3	25.48	7.32	18.16
4	33.97	9.76	24.21
5	42.47	12.20	30.27
6	50.96	14.64	36.32
7	59.45	17.08	42.37
8	67.94	19.52	48.42
9	76.44	21.96	54.48
10	84.93	24.40	60.53
11	93.42	26.84	66.58
12	101.92	29.28	72.64
13	110.41	31.72	78.69
14	118.90	34.16	84.74
15	127.40	36.60	90.80
16	135.89	39.04	96.85
17	144.38	41.48	102.90
18	152.87	43.92	108.95
19	161.37	46.36	115.01
20	169.86	48.80	121.06
21	169.86	50.80	119.06
22	169.86	52.80	117.06
23	169.86	54.80	115.06
24	169.86	56.80	113.06
25	169.86	58.80	111.06
26	169.86	60.80	109.06
27	169.86	62.80	107.06
28	169.86	64.80	105.06
29	169.86	66.80	103.06
30	169.86	68.80	101.06

График изменения объема воды в резервуаре во время снеготаяния представлен на рисунке 6.

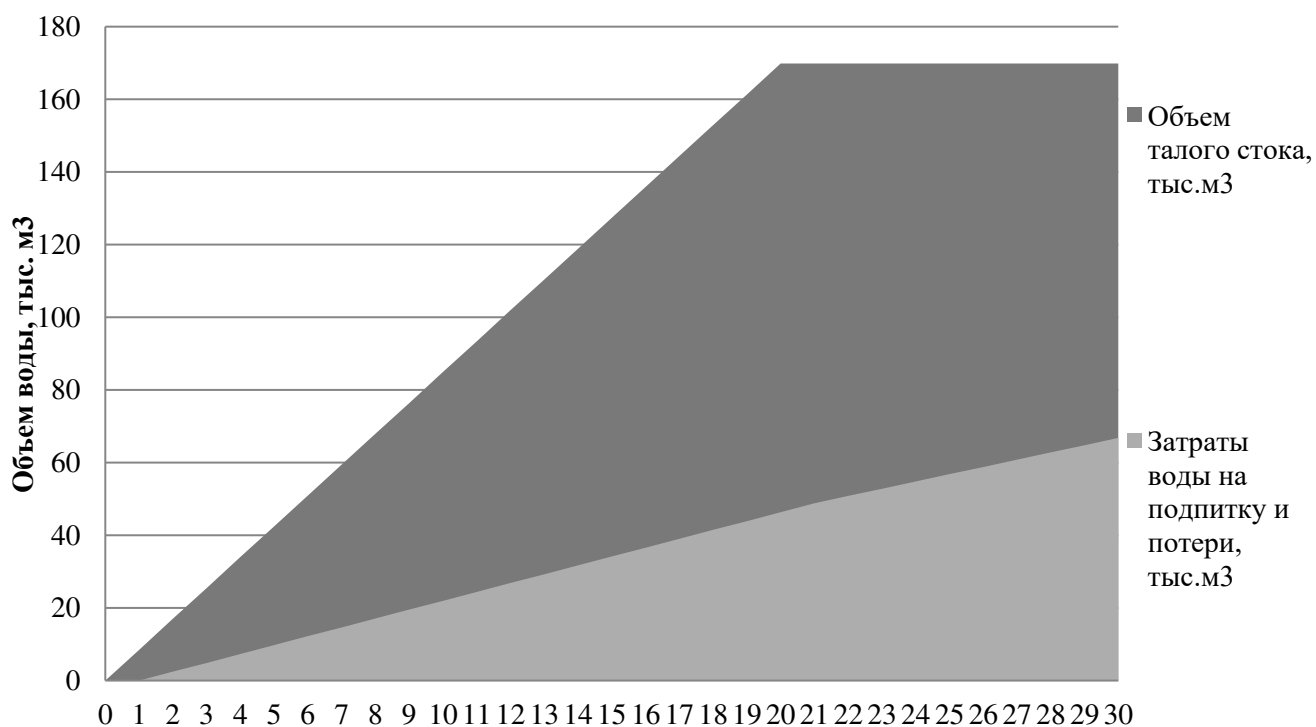


Рисунок 6 – График изменения объема воды в резервуаре во время снеготаяния

Резервуар-накопитель представляет собой прямоугольный железобетонный резервуар, состоящий из 4 карт с отверстиями, расположенными в продольной стенке на разных глубинах и перекрытыми шиберами. Для выпуска иловой воды, выделяющейся при оттаивании осадка, по высоте продольных стен карт-резервуаров устраивают отверстия, перекрываемые шиберами. Иловую воду направляют для очистки в голову сооружений по аналогии с иловыми площадками с оттаиванием и поверхностным удалением воды. Расстояние между выпусками иловой воды устанавливается не более 18 м. Для механизированной уборки высушенного осадка устраивают пандусы с уклоном до 12%.

4.2 Выбор перспективных приемов подготовки воды

Проанализировав исходное качество воды поверхностного стока, было установлено, что вода слишком мягкая, в такой воде процесс коагуляции не происходит. Было принято решение отстаивать воду.

Отстаивание - простейший метод, не требующий сложных сооружений и дополнительных энергетических затрат.

Отстаивание воды - процесс выделения из нее под действием гравитационных сил взвешенных веществ; при этом частицы с плотностью, большей плотности воды, движутся вниз, с меньшей — вверх.

На рисунке 7 представлен процесс отстаивания талой воды.



Рисунок 7 – Процесс отстаивания талой воды ($t=0$ и $t=24$ часа)

На рисунке 8 представлен график процесса отстаивания талой воды.

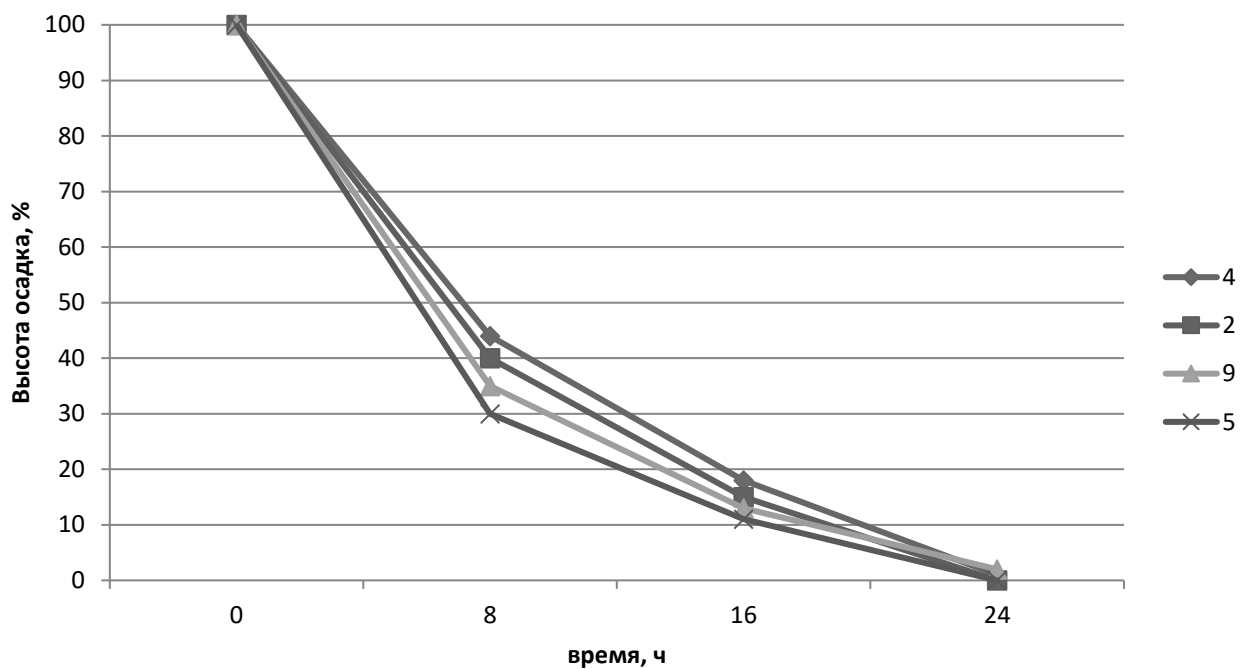


Рисунок 8 – График процесса отстаивания талой воды

На рисунке 9 представлен процесс отстаивания дождевой воды.

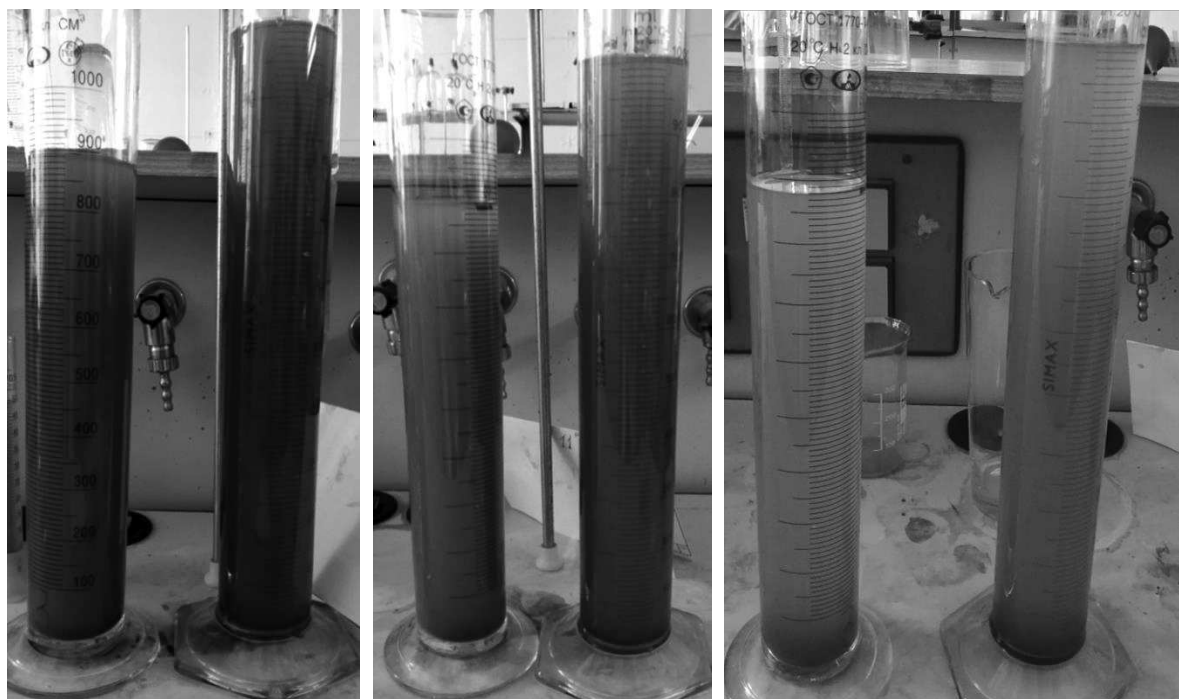


Рисунок 9 – процесс отстаивания дождевой воды (t=0, t=2 и 24 часа)

На рисунке 10 представлен график процесса отстаивания дождевой воды.

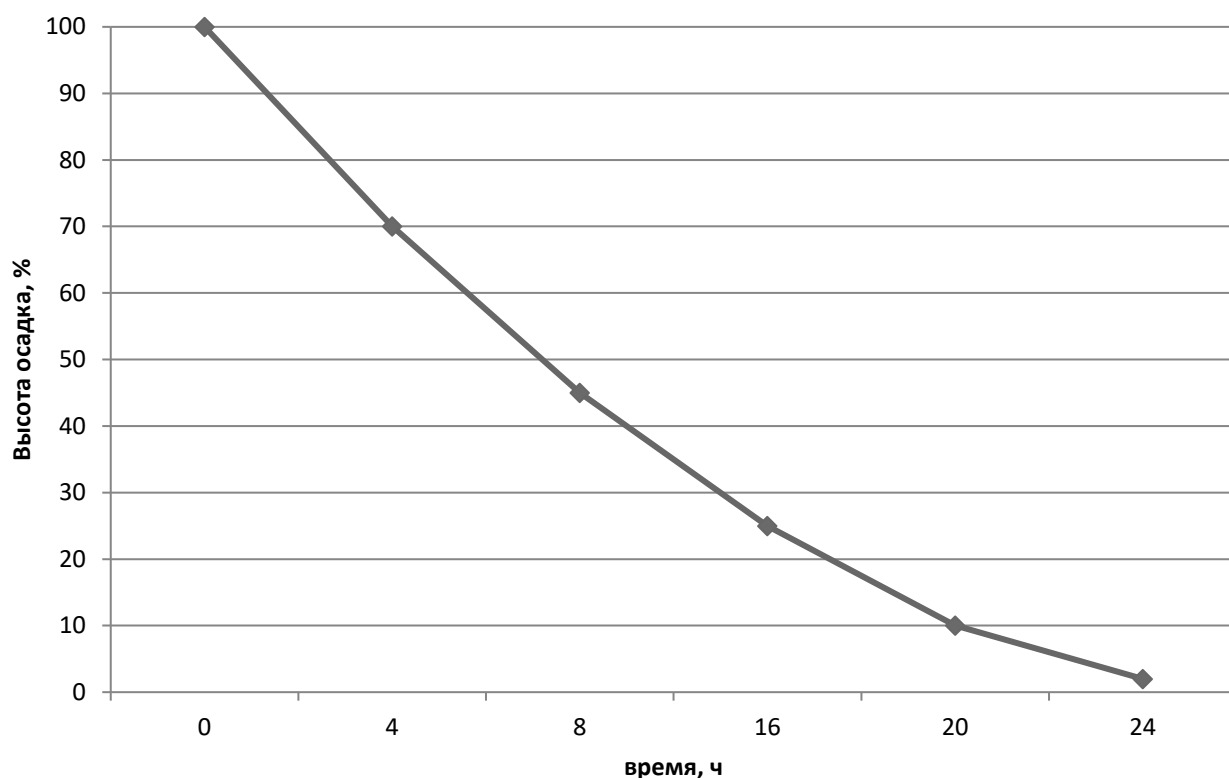


Рисунок 10 – График процесса отстаивания дождевой воды

Таблица 4.1 – Сравнение количества взвешенных веществ до и после отстаивания

Показатель качества воды	Показатели качества дождевого стока на территории «АЗ «Урал»	Показатели качества талого стока на территории «АЗ «Урал»
Количество взвешенных веществ, мг/л, до отстаивания	1090	772
Количество взвешенных веществ, мг/л, после отстаивания	174	78

В результате отстаивания образовался осадок, объем которого составил 1,6% от первоначального объема воды для дождевого стока, и 3% - для талого.

Было принято решение после отстаивания поместить осадок на проморозку, в результате этого осадок был обезвожен и отдал еще 2,2% воды у талого стока и 0,8% у дождевого стока.

Эффект очистки от взвешенных веществ для стока рассчитывается по формуле

$$\mathcal{E} = \frac{C_{\text{ВЗВ}}^{\text{до оч}} - C_{\text{ВЗВ}}^{\text{после оч}}}{C_{\text{ВЗВ}}^{\text{до оч}}} \times 100\%, \quad (4.3)$$

где $C_{\text{ВЗВ}}^{\text{до оч}}$ – количество взвешенных веществ до очистки, мг/л;

$C_{\text{ВЗВ}}^{\text{после оч}}$ – количество взвешенных веществ после очистки, мг/л.

$$\mathcal{E}_t = \frac{772 - 78}{772} \times 100\% = 90\%$$

$$\mathcal{E}_d = \frac{1090 - 174}{1090} \times 100\% = 84\%$$

После отстаивания количество взвешенных веществ все еще не удовлетворяет требованиям «АЗ «Урал».

Выводы по разделу четыре

1) Объем резервуара-накопителя поверхностного стока получился 121 тыс.м³, что достаточно и для дождевого стока.

2) Было проведено исследование с отстаиванием талого и дождевого стока, в результате была получена вода с характеристиками, не удовлетворяющими требованиям «АЗ «Урал».

3) Эффект очистки дождевого стока выбранным методом составляет 84%, а талого стока – 90%.

4) Объем осадка после отстаивания составляет 1,6% от первоначального объема воды для дождевого стока, и 3% - для талого.

5) После проморозки осадок был обезвожен и отдал еще 2,2% воды у талого стока и 0,8% у дождевого стока.

6) Были получены данные для разработки рекомендаций совершенствования системы водного хозяйства машиностроительного предприятия.

5 РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

5.1 Экономическая эффективность

Расчет ведется согласно [33].

Исчисление размера вреда, причиненного водному объекту сбросом вредных (загрязняющих) веществ в составе сточных вод и (или) дренажных вод, производится по формуле

$$Y = K_{\text{вг}} \times K_{\text{в}} \times K_{\text{ин}} \times \sum_{i=1}^n H_i \times M_i \times K_{\text{из}} \quad (5.1)$$

где Y – размер вреда, тыс. руб.;

$K_{\text{вг}}$ – коэффициент, учитывающий природно-климатические условия в зависимости от времени года, $K_{\text{вг}} = 1,25$;

$K_{\text{в}}$ – коэффициент, учитывающий экологические факторы (состояние водных объектов), $K_{\text{в}} = 1,22$;

$K_{\text{ин}}$ – коэффициент индексации, учитывающий инфляционную составляющую экономического развития, $K_{\text{ин}} = 1,044$;

H_i – таксы для исчисления размера вреда от сброса i -го вредного (загрязняющего) вещества в водные объекты, 30 тыс. руб./т;

M_i – масса сброшенного i -го вредного (загрязняющего) вещества определяется по каждому загрязняющему веществу, т, рассчитывается по формуле (5.2);

$K_{\text{из}}$ – коэффициент, учитывающий интенсивность негативного воздействия вредных (загрязняющих) веществ на водный объект, $K_{\text{из}} = 2$.

Масса сброшенного вредного (загрязняющего) вещества в составе сточных вод и (или) загрязненных дренажных вод определяется по формуле

$$M_i = Q \times (C_{\text{фи}} - C_{\text{н}}) \times T \times 10^{-6} \quad (5.2)$$

где Q – расход сточных вод и (или) загрязненных дренажных вод, с превышением содержания i -го загрязняющего вещества определяется по приборам учета, а при их отсутствии - расчетным путем в соответствии с методами расчета объема сброса сточных вод и их характеристик, м³/ч;

$C_{\text{фи}}$ – средняя фактическая за период сброса концентрация i -го загрязняющего вещества в сточных водах и (или) загрязненных дренажных водах, определяемая по результатам анализов аккредитованной лаборатории как средняя арифметическая из общего количества результатов анализов (не менее 3-х) за период времени T , мг/дм³;

$C_{\text{н}}$ – допустимая концентрация i -го вредного (загрязняющего) вещества в пределах норматива допустимого (предельно допустимого) сброса или лимита сброса при его наличии на период проведения мероприятий по снижению сбросов вредных (загрязняющих) веществ в водные объекты, мг/дм³;

T – и загрязненных дренажных (в том числе шахтных, рудничных) вод с повышенным содержанием вредных (загрязняющих) веществ, определяемая с момента обнаружения сброса и до его прекращения, час;

10^{-6} – коэффициент перевода массы вредного (загрязняющего) вещества, т.

Масса сброшенного вредного (загрязняющего) вещества в составе сточных вод и (или) загрязненных дренажных вод за один день снеготаяния определяется по формуле (5.2)

$$M_i = 8493 \times (680 - 80) \times 8 \times 10^{-6} = 40,8 \text{ т}$$

Исчисление размера вреда, причиненного водному объекту сбросом вредных (загрязняющих) веществ в составе сточных вод и (или) дренажных вод за один день снеготаяния, производится по формуле (5.1)

$$Y = 1,25 \times 1,22 \times 1,044 \times 30000 \times 40,8 \times 2 = 3,9 \text{ млн. руб.}$$

За весь период снеготаяния $Y = 78$ млн. руб.

Аналогично считается для дождевого стока, в итоге получаем $Y = 974$ млн. руб.

5.2 Технологические критерии

Анализируя данные за 10 лет: рассматриваемым цехам нужна промышленная вода в объеме 2 437 486 м³/год, количество оборотной воды – 1 662 909 м³/год. Оставшуюся разницу (774 577 м³/год) предприятие берет из Поликарповского пруда, находящегося на р. Миасс.

Годовой объем поверхностных сточных вод, образующихся на территории водосбора варьируется от 525 183 м³/год до 926 138 м³/год.

При использовании поверхностного стока, как дополнительный источник водоснабжения появляется возможность: сбор воды из Поликарповского пруда сократить на 68% - 100%. Что, при стоимости воды из Поликарповского пруда 5,29 руб/м³, позволит снизить расходы предприятия на 2 778 218 руб/год - 4 097 512 руб/год.

Также при использовании поверхностного стока размер вреда, причиненного водному объекту сбросом вредных (загрязняющих) веществ в составе сточных вод и (или) дренажных вод сократиться с 1 млрд. руб/год до 0.

Было проведено технологическое сравнение существующей ситуации и рекомендуемой, для этого были рассчитаны коэффициенты подпитки по формуле (5.3) и коэффициента сброса по формуле (5.4)

$$K_{\text{подп}} = \frac{Q_{\text{подп}}}{Q_{\text{общ}}}, \quad (5.3)$$

$$K_{\text{сб}} = \frac{Q_{\text{сб}}}{Q_{\text{исп}}}, \quad (5.4)$$

Наглядно коэффициенты посчитаны в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Сравнение существующей ситуации и рекомендаций

	Поликарповский пруд	Поверхностный сток
Существующая ситуация	$K_{\text{подп}} = \frac{774577}{2437486} = 32\%$	$K_{\text{подп}} = 0\%$
	$K_{\text{сб}} = \frac{691734}{774577} = 89\%$	
Рекомендации	$K_{\text{подп}} = \frac{82843}{2437486} = 3,4\%$	$K_{\text{подп}} = \frac{691734}{2437486} = 28,6\%$
	$K_{\text{сб}} \approx \frac{0}{774577} \approx 0\%$	

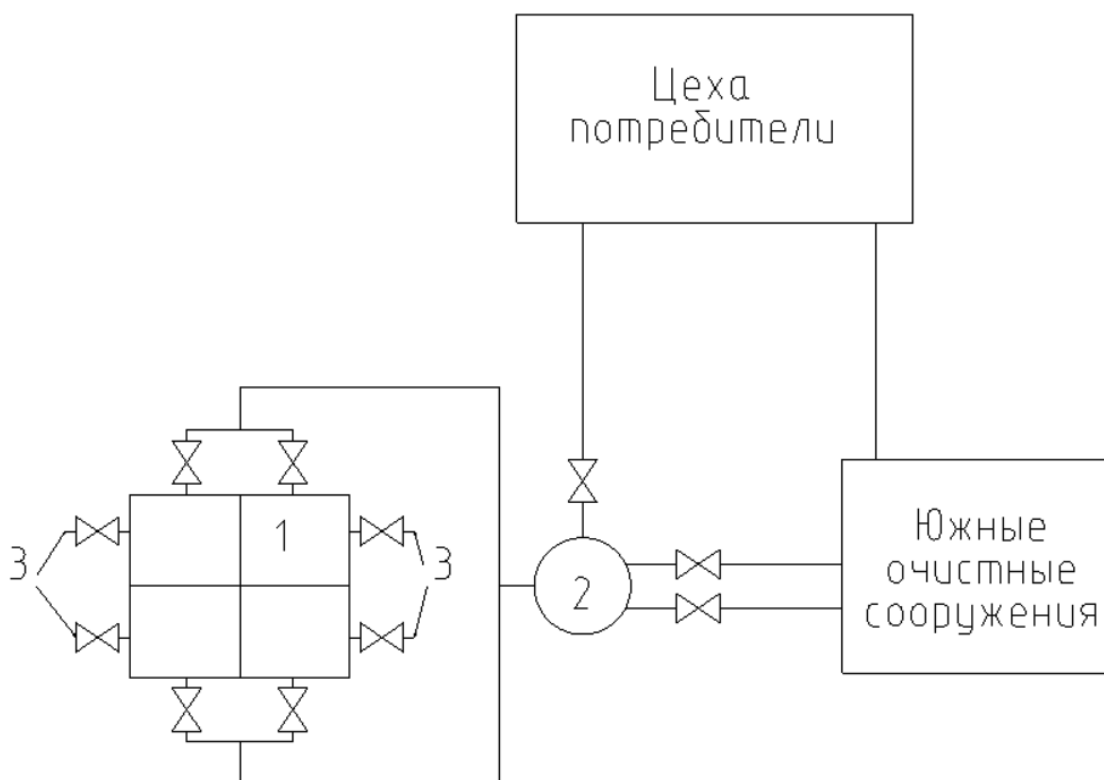
5.3 Рекомендуемое техническое оформление

С учетом проведенных исследований были разработаны рекомендации для совершенствования системы водного хозяйства промышленного предприятия, которые базируются на:

- 1) Изучение основной технологии предприятия
- 2) Изучение водного хозяйства предприятия
- 3) Определение количества и качества талых, дождевых и поливомоечных сточных вод
- 4) Изучение требований к воде на производственные нужды
- 5) Изучение генплана и перспективу развития предприятия с целью размещения системы ливневой канализации и резервуара-накопителя
- 6) Проведение исследований с целью определения оптимальных условий очистки поверхностного стока
- 7) Изучение современного состояния по методам сбора, очистки и уплотнения поверхностного стока с учетом обработки осадков
- 8) Уточнение и согласование исходных данных для проектирования системы ливневой канализации, резервуара-накопителя, насосных станций и узла переработки образовавшихся осадков

- 9) Выполнение проекта, его согласование и экспертиза
- 10) Строительство объекта с монтажом оборудования
- 11) Сервисное обслуживание, разработка мероприятий с целью контроля выполнения проектных решений

На рисунке 11 показана схема подключения резервуара-накопителя к трубопроводам промышленной воды.



1 – резервуар-накопитель поверхностного стока; 2 – камера переключения; 3 – поступление сточной воды с территории «АЗ «Урал»

Рисунок 11 – Схема подключения резервуара-накопителя к трубопроводам промышленной воды

На рисунке 12 показан цикл обработки поверхностного стока в резервуаре-накопителе.

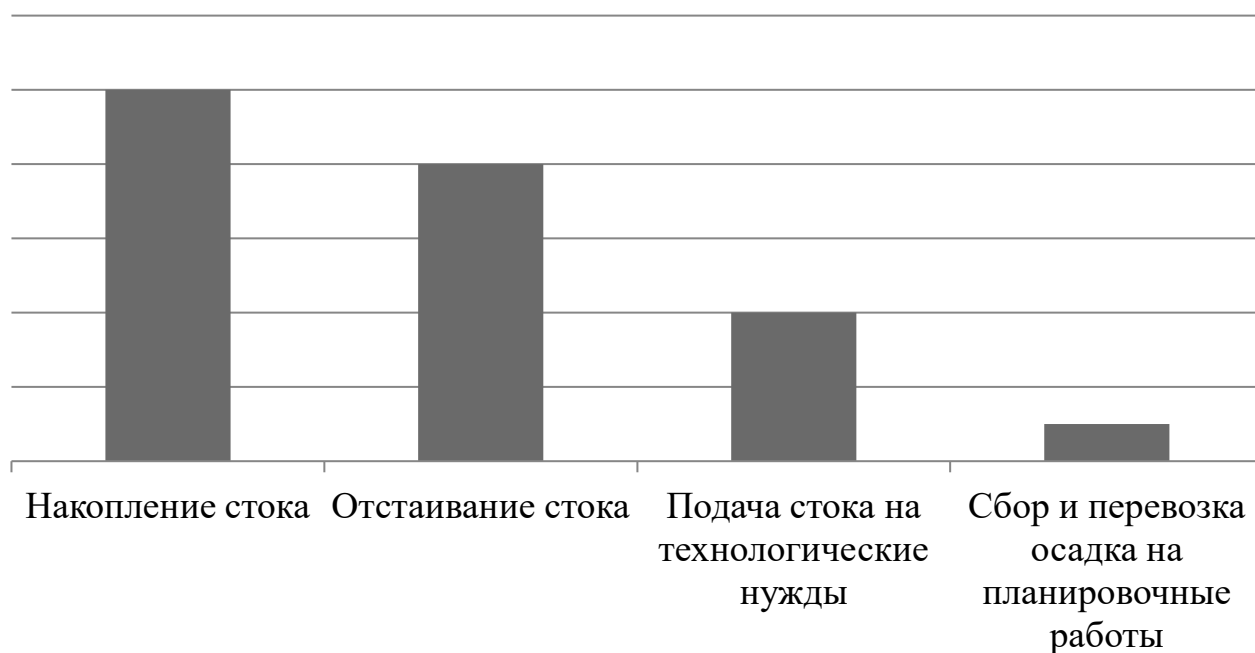


Рисунок 12 – Цикл обработки поверхностного стока в резервуаре-накопителе

Выводы по разделу пять

- 1) Ущерб, причиненный водному объекту сбросом вредных веществ в составе сточных вод, составляет 1 052 млн. руб/год.
- 2) Были разработаны рекомендации технического оформления по совершенствованию системы водного хозяйства промышленного предприятия, на основании реальных данных по количеству поверхностного стока и его качественных показателей с учетом местных условий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Был найден перечень перспективных предприятий, ими являются машиностроительные предприятия, находящиеся в умеренном климате.

Были определены основные показатели качества стока на территории «АЗ «Урал», также было выявлено, что показатели качества дождевого стока значительно хуже, чем талого.

Годовой объем поверхностных сточных вод, образующихся на территории водосбора меняется в зависимости от количества осадков от 525 183 м³/год до 926 138 м³/год.

При использовании поверхностного стока, как дополнительный источник водоснабжения появляется возможность: сбор воды из Поликарповского пруда сократить на 68% - 100%. Что, при стоимости воды из пруда 5,29 руб/м³, позволит снизить расходы предприятия на 2 778 218 руб/год - 4 097 512 руб/год.

Ущерб, причиненный водному объекту сбросом вредных веществ в составе сточных вод, составляет 1 052 млн.руб/год.

Были выбраны перспективные потребители в виде Литейных цехов (1-4) и Термообрубного цеха, для которых подготовка поверхностного стока будет рентабельной.

В ВКР были использованы различные методы анализов и расчетов, а именно: обзор современных приемов очистки поверхностных сточных вод, полевые и лабораторные исследования показателей качества дождевой и талой воды, математическая обработка данных, расчет объема поверхностного стока и резервуара-накопителя.

С учетом проведенных исследований были разработаны рекомендации к техническому оформлению:

Установка на территории «АЗ «Урал» резервуара-накопителя поверхностного стока с разделением его на 4 карты, полным объемом 121,5 тыс. м³, по рекомендациям [34] его глубина заложения 1 м, длина 350 м, ширина 350 м, его местоположение показано в приложении В;

Резервуар-накопитель поверхностного стока выполняет функции сбора, накопления, усреднения и очистки поверхностного стока;

Нахождение стока в резервуаре должно составлять не менее 24 часов;

Устройство насосной установки и камеры переключения, которые будут обеспечивать поступление осветленного стока из резервуара-накопителя либо в приемную камеру Южных очистных сооружений, в которой будет происходить смешивание осветленного стока с оборотной водой, а после по технологии доведение ее до нормативных показателей и подача промышленной воды потребителям, либо в камеру смешения с промышленной водой и подача ее потребителям напрямую.

Задачи выпускной квалификационной работы решены. Поставленные цели достигнуты.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

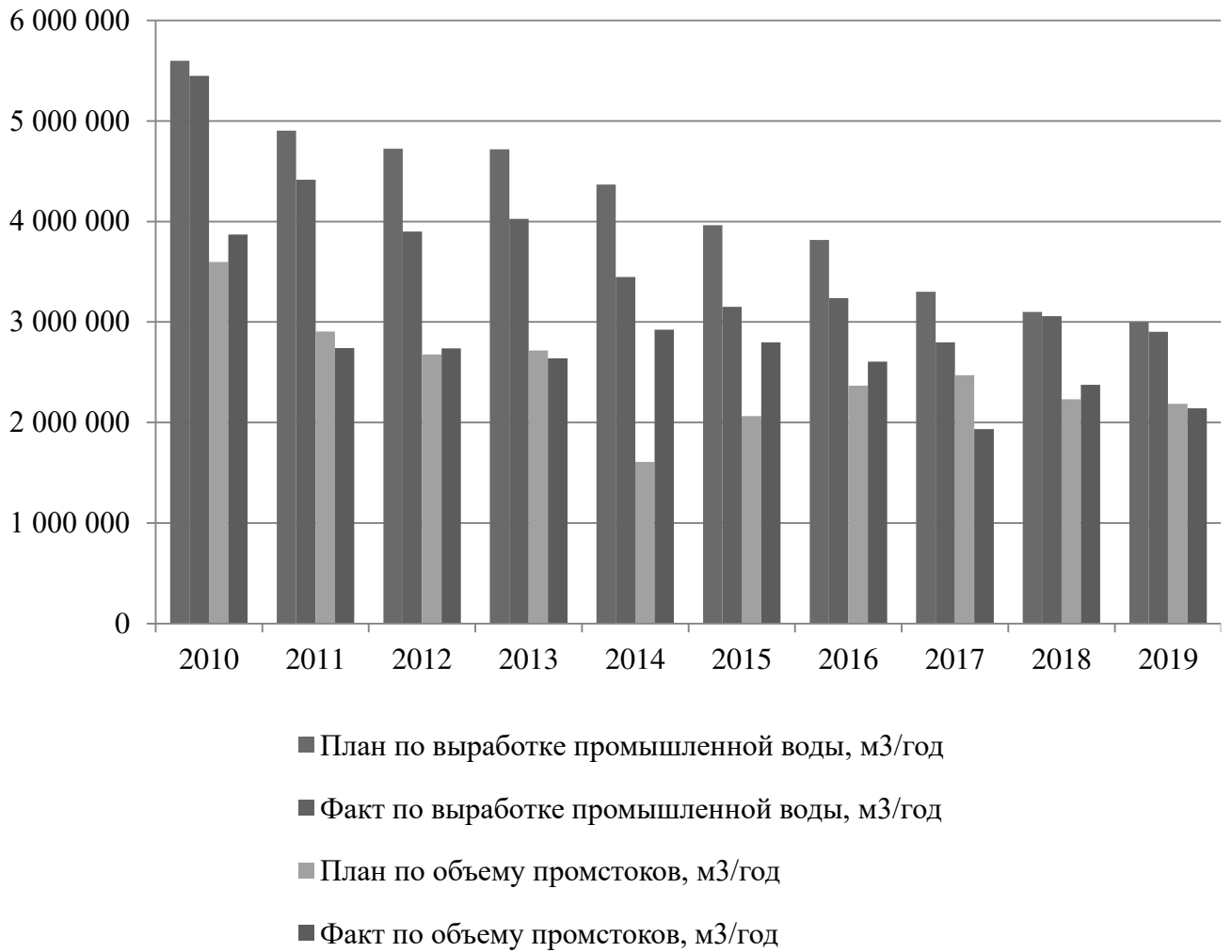
- 1 Шабалин, А.Ф. Эксплуатация промышленных водопроводов. Издание 3. – Москва: Металлургия, 1972. – 503 с.
- 2 Туровец, О. Г. Организация производства и управление предприятием: Учебник / О.Г. Туровец, В.Б. Родионов, М.И. Бухалков и др.; Под ред. О.Г. Туровца. - 2-е изд. - Москва: ИНФРА-М, 2005. - 544 с
- 3 Лихачев, Н.И. Канализация населенных мест и промышленных предприятий: Справочник проектировщика / Н. И. Лихачев, И. И. Ларин, С, А. Хаскин и др.; Под общ. ред. В. Н. Самохина. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Стройиздат, 1981. — 639 с.
- 4 Дягилева, А.Б. Промышленная экология. Часть 2.: Учебное пособие / А.Б. Дягилева, А.В. Лорензон, Ч.М. Чернобережский - СПб.: СПб ГТУ РП, 2012. — 109 с.
- 5 Иванов, В.Г. Водоснабжение промышленных предприятий.- Санкт-Петербург, 2003.- 537 с.
- 6 Гусаковский, В.Б. и др. Водоснабжение промышленных предприятий.- Санкт-Петербург, 2003.- 155 с.
- 7 СТО 37.165.155-2014 Стандарт организации. Сточные воды, вода промышленная. Требования к качеству. – Миасс: Изд-во «АЗ «Урал», 2014. – 27 с.
- 8 СанПиН 2.1.4.1074-01 Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 7 апреля 2009 г. N 20. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения Введен 01.01.2002 – М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 2002. – 27 с.
- 9 Вернадский, В.И. История природных вод / В.И. Вернадский; отв.ред. С.Л. Шварцев, Ф.Т. Яншина. – М.: Наука, 2003. – 750 с
- 10 Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды Российской Федерации в 1994 году, М.,1995
- 11 <https://econet.ru/articles/62188-kislotnye-dozhdi-ih-prichiny-i-posledstviya>
- 12 <https://promdevelop.ru/kislotnye-dozhdi-prichiny-vozniknoveniya-i-posledstviya-puti-resheniya-problemy/>

- 13 <https://news.myseldon.com/ru/news/index/218007156#i-12>
- 14 Юшман, О.А. Комплексное использование и охрана водных ресурсов.: Учебник / Под ред. О. А. Юшмана. М.: Агропромиздат, 1985г. - 317 с.
- 15 Крымская, И.Г. Гигиена и экология человека: Учебное пособие – Ростов-на-Дону: Феникс, 2012г. - 333 с.
- 16 Безрук, В.М. Геология и грунтоведение: Учебник - М.: Недра, 1984 – 224 с.
- 17 <https://stavropol.pzem.ru/catalog/emkosti-i-rezervuary/rezervuary/dlya-sbora-proizvodstvenno-dozhdevykh-stokov/>
- 18 Гинберг, А.М. Технология важнейших отраслей промышленности: Учебник / А. М. Гинберг, Б. А. Хохлов, И. П. Дрякина и др. – М.: Высшая школа, 1985. – 496 с.
- 19 Загорская, Е.П. Очистка сточных вод на промышленных предприятиях // Вектор науки Тольяттинского государственного университета – 2012г. № 1 (19). – 28-30 с.
- 20 Жуков, А.И. Методы очистки производственных сточных вод / И.Л. Монгайт, И.Д. Родзиллер. М.: Стройиздат, 1977 – 204 с.
- 21 <https://www.waste.ru/modules/section/item.php?itemid=92>
- 22 https://zinref.ru/000_uchebniki/03700_ochistka_vodi/013_00_00_vodootvodashie_sistemi_promishlenih_predpriati_lekcii_2008/023.htm
- 23 Меншутин, Ю.А. Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты: Методическое пособие / Ю.А. Меншутин, к.т.н. Л.М. Верещагина, к.т.н. А.С. Керин, Е.В. Фомичёва, А.Ю. Логунова – М.: ВОДГЕО, 2015. – 146 с.
- 24 ГОСТ 31861-2012 Межгосударственный стандарт. Вода. Общие требования к отбору проб. Введен 01.01.2014 – М.: Стандартиформ, 2019 – 31 с
- 25 ИСО 5667-3 ФГУП “Российский научно-технический центр информации по стандартизации, метрологии и оценки соответствия” Качество воды. Отбор проб. Часть 3. Руководство по хранению и обращению с пробами. Введен 01.01.2003 – М.: Стандартиформ, 2006 – 49 с

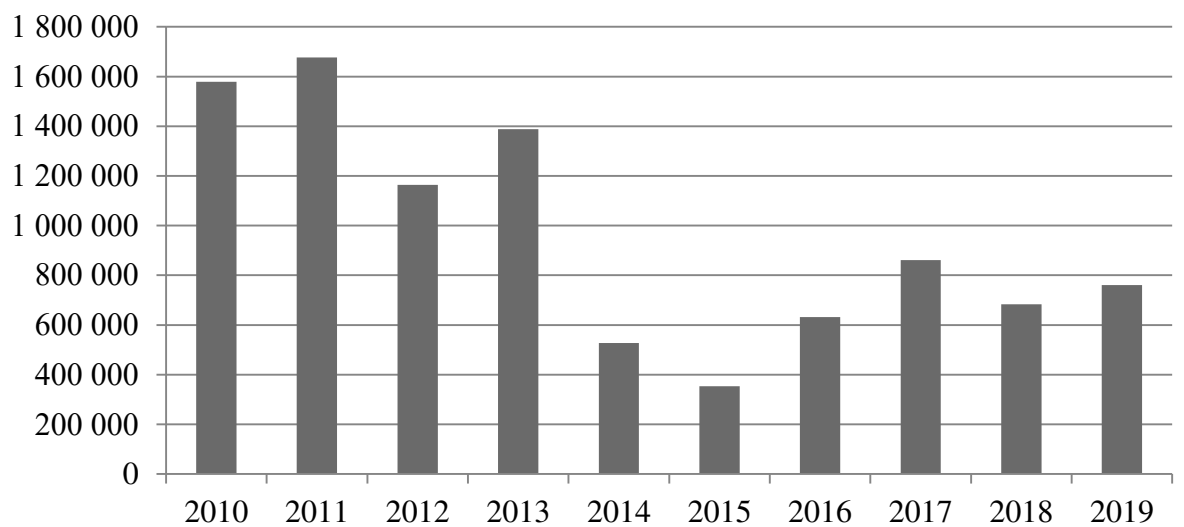
- 26 ИСО 5667-10 ФГУП “Российский научно-технический центр информации по стандартизации, метрологии и оценки соответствия” Качество воды. Отбор проб. Часть 10. Руководство по отбору проб из сточных вод. Введен 01.11.1992 – М.: Стандартиформ, 2014 – 10 с
- 27 ГОСТ 17.1.5.04-81 Межгосударственный стандарт. Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Приборы и устройства для отбора, первичной обработки и хранения проб природных вод. Общие технические условия (с Изменением N 1). Введен 01.01.1984 – М.: Стандартиформ, 2018 – 5 с
- 28 ГОСТ 31861-2012 Межгосударственный стандарт. Вода. Общие требования к отбору проб. Введен 01.01.2014 – М.: Стандартиформ, 2012 – 63 с
- 29 <http://icolog.ru/probootbor/tipi-otbiraemih-prob-vodi.htm>
- 30 <https://lektsii.org/5-48698.html>
- 31 Белканова, М.Ю. Физико-химические основы очистки природных и сточных вод: Учебное пособие / М.Ю. Белканова, В.В. Авдин, Т.Н. Рожкова - Челябинск: ЮУрГУ, 2015 – 144 с.
- 32 Калюжный, И.Л. Формирование потерь талого стока / И.Л. Калюжный, К.К. Павлова – Ленинград: Гидрометеиздат, 1981 – 158 с.
- 33 Методика исчисления размера вреда, причиненного водным объектам вследствие нарушения водного законодательства (утв. приказом Минприроды России от 13 апреля 2009 г. N 87) - М.: Минприроды России, 2009. - 32 с.
- 34 Самохин, В.Н. Канализация населенных мест и промышленных предприятий. Справочник проектировщика – М.: Стройиздат, 1981. - 639с.

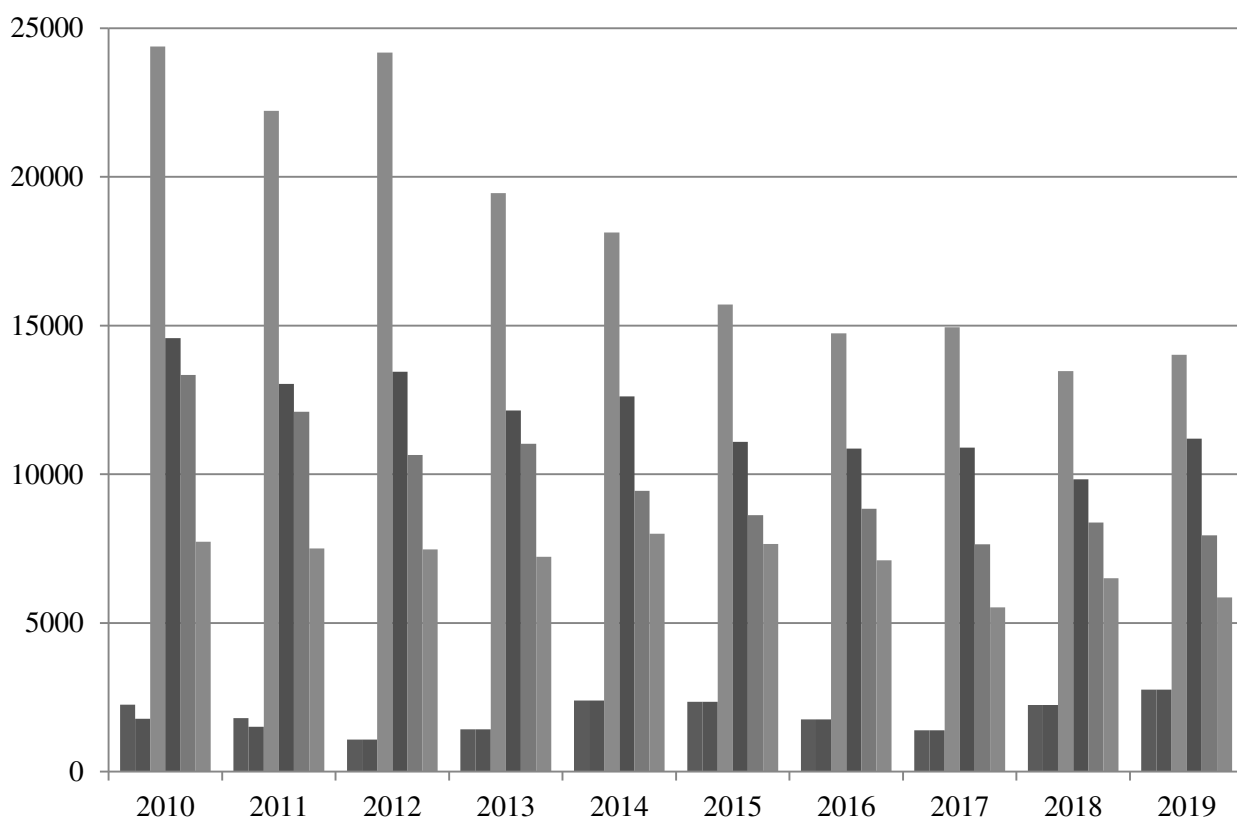
ПРИЛОЖЕНИЕ А

Графики выработки промводы и объем промстоков



Затраты промводы, м³/год



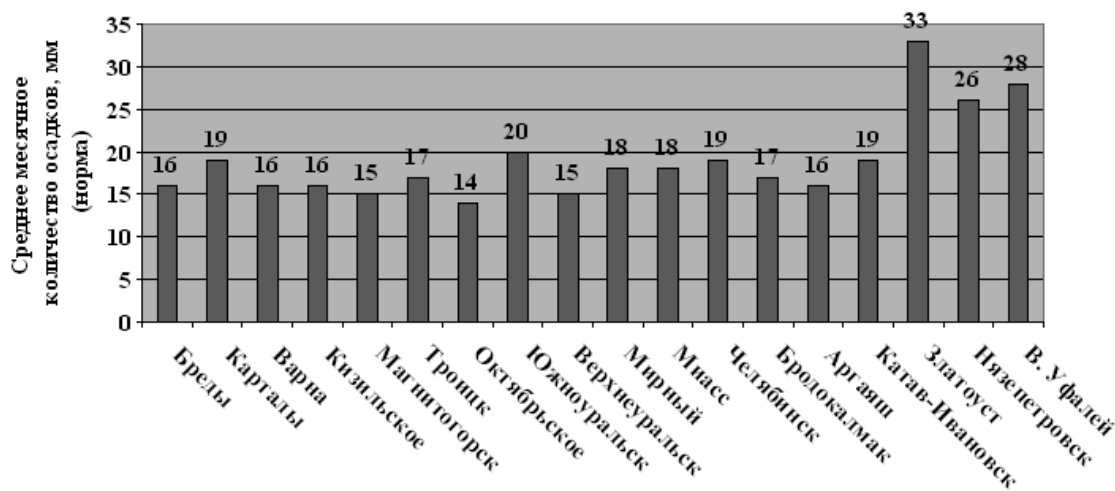


- минимальная выработка промышленной воды м3/год
- минимальный объем промстока м3/год
- максимальная выработка промышленной воды м3/год
- максимальный объем промстока м3/год
- средняя выработка промышленной воды м3/год
- средний объем промстока м3/год

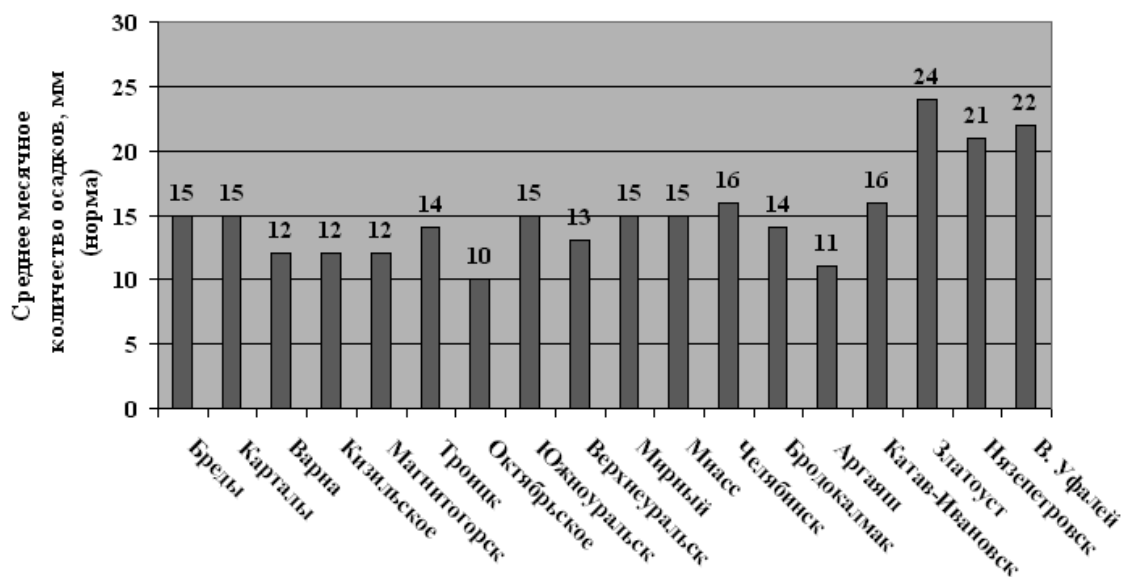
ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Данные по области полученные у гидрометеоцентра г. Челябинска

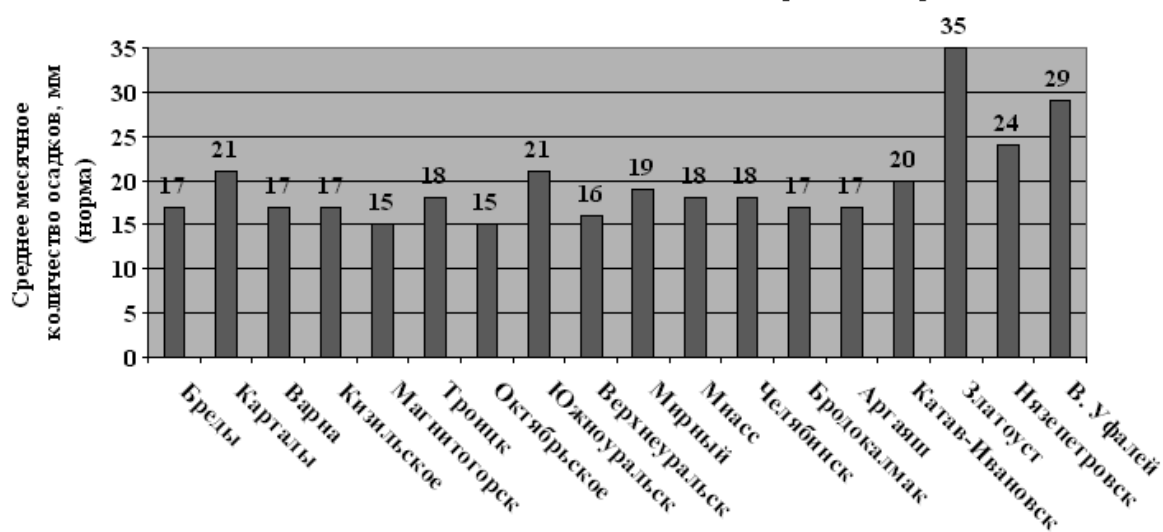
Многолетние данные по осадкам (нормы) за январь



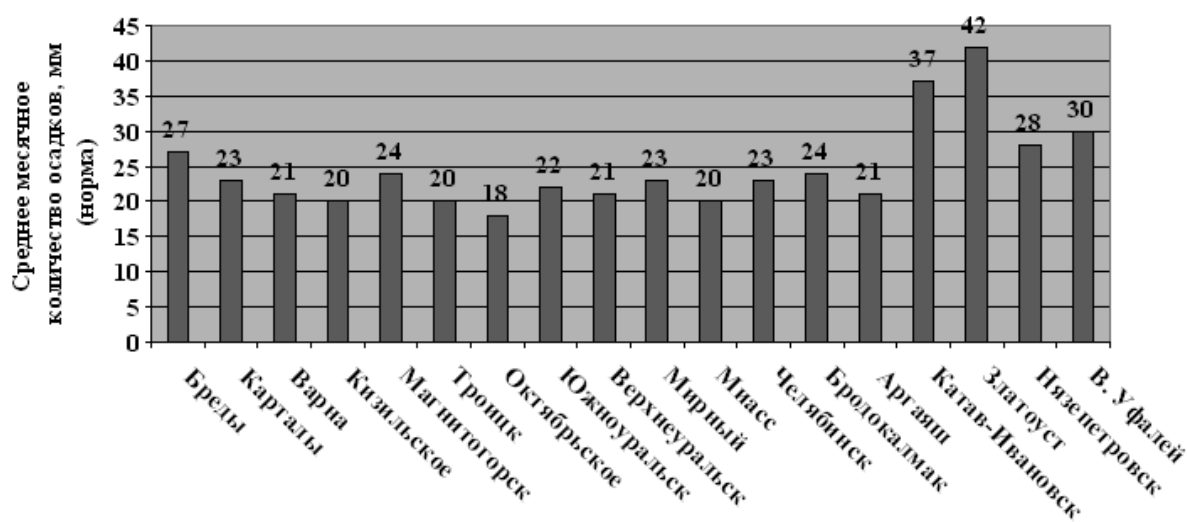
Многолетние данные по осадкам (нормы) за февраль



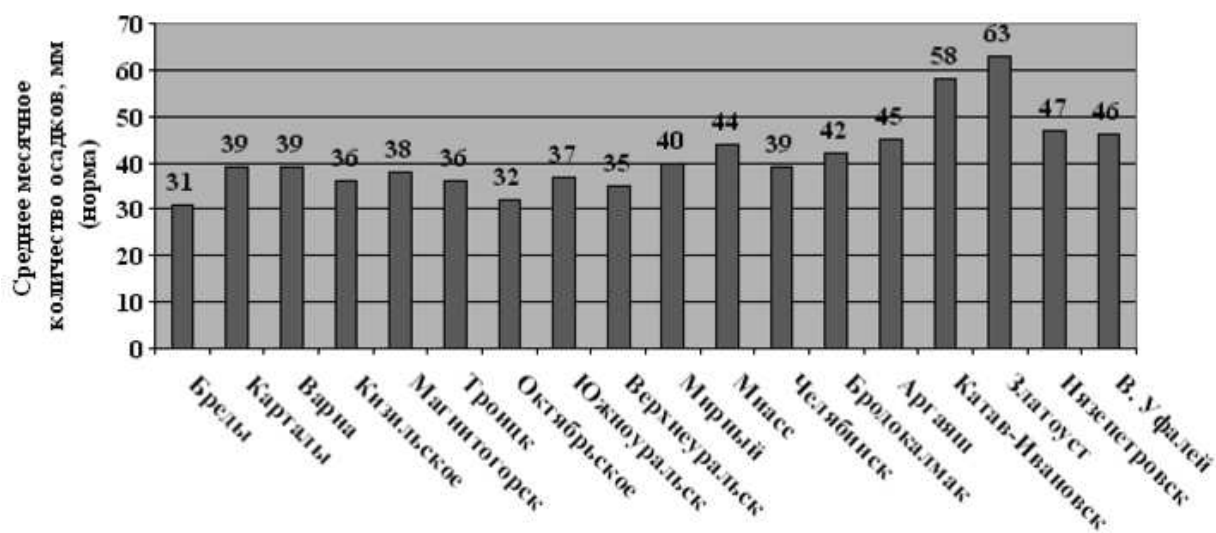
Многолетние данные по осадкам (нормы) за март



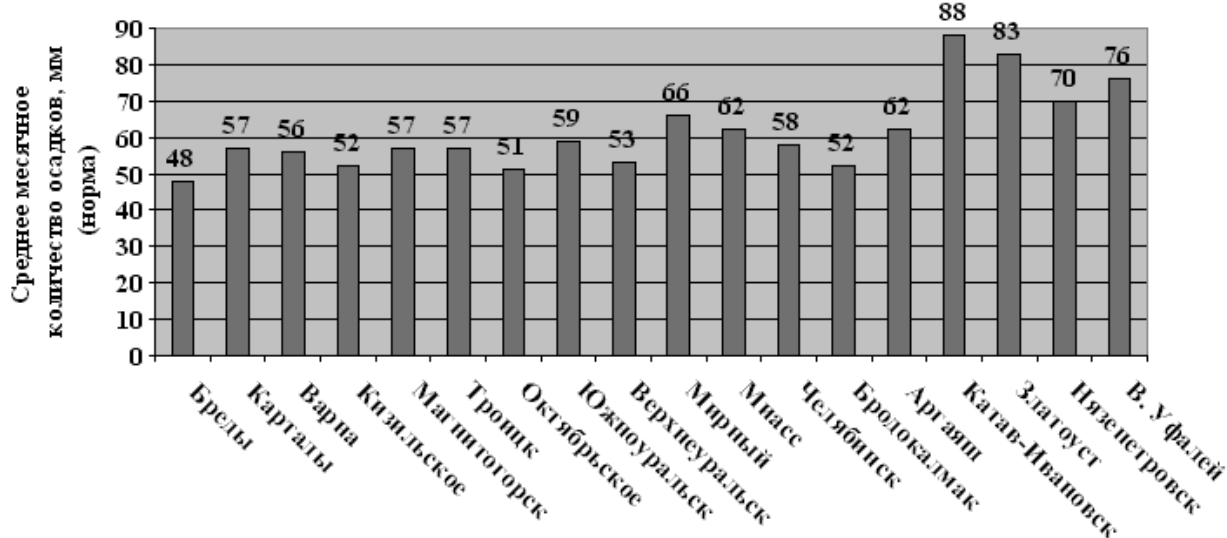
Многолетние данные по осадкам (нормы) за апрель



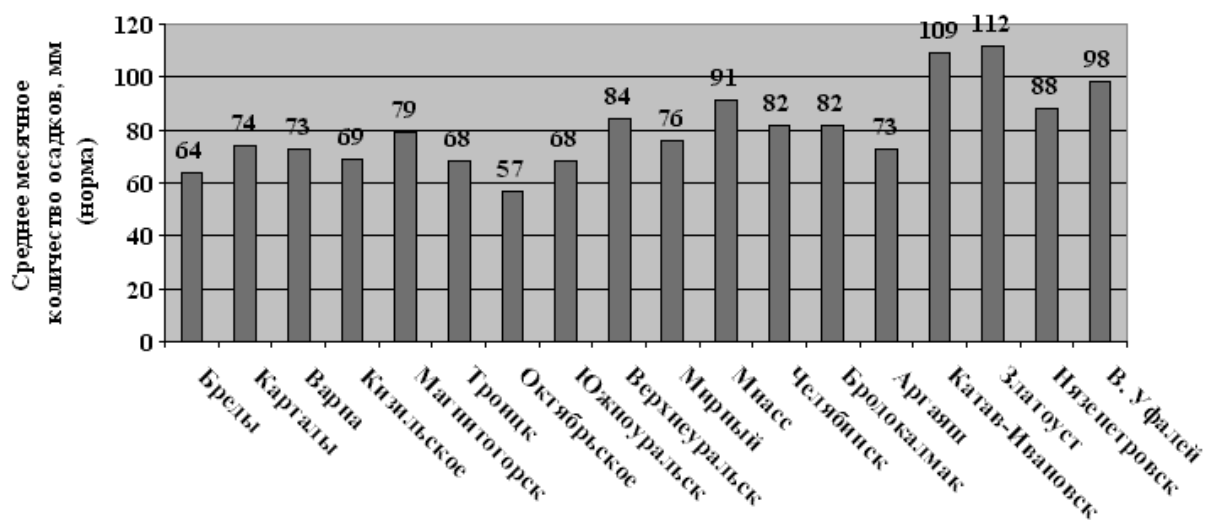
Многолетние данные по осадкам (нормы) за май



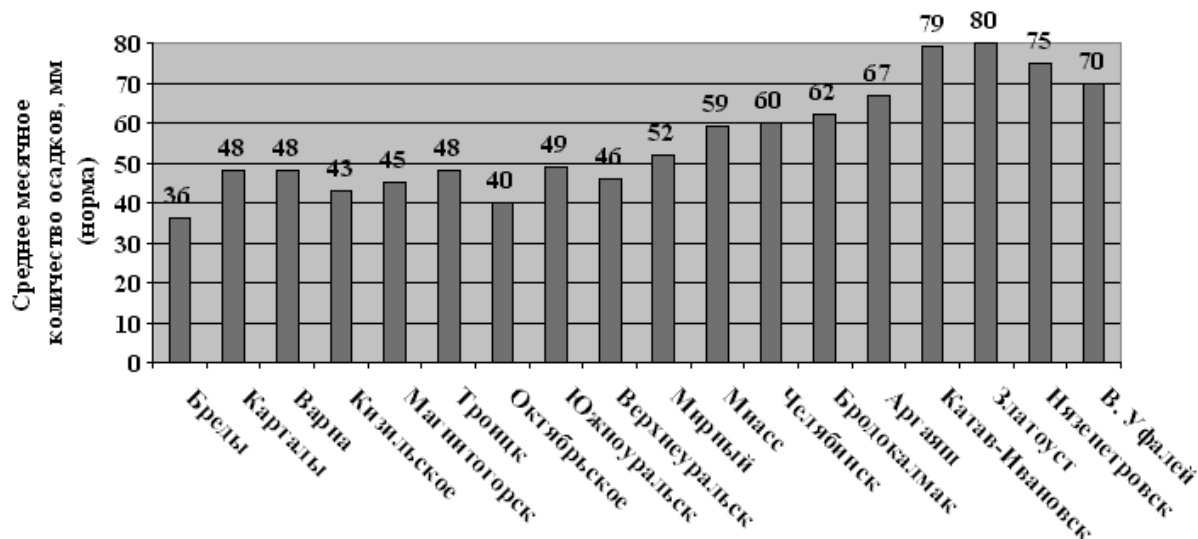
Многолетние данные по осадкам (нормы) за июнь



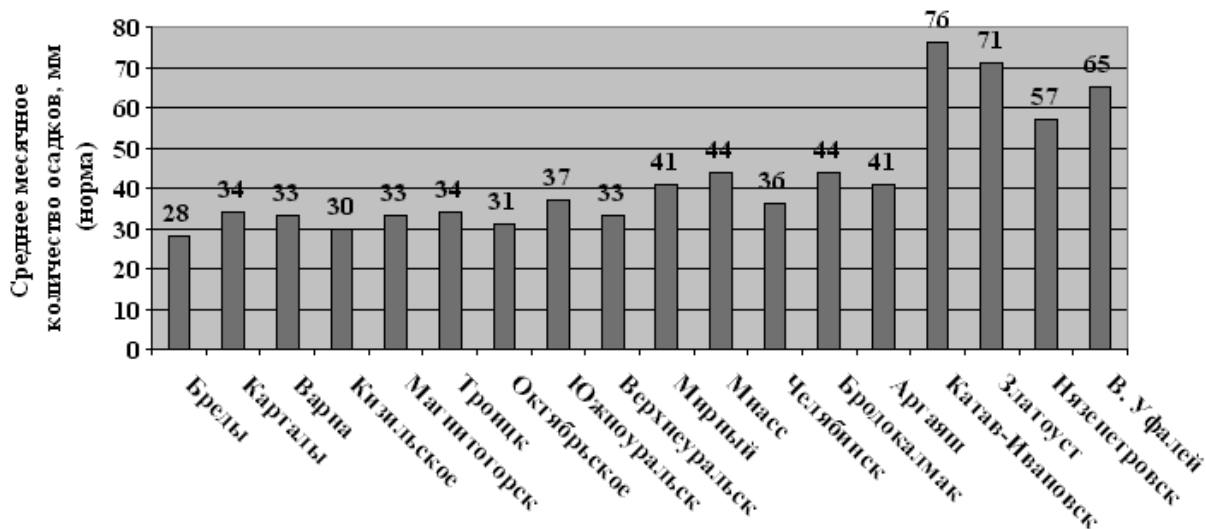
Многолетние данные по осадкам (нормы) за июль



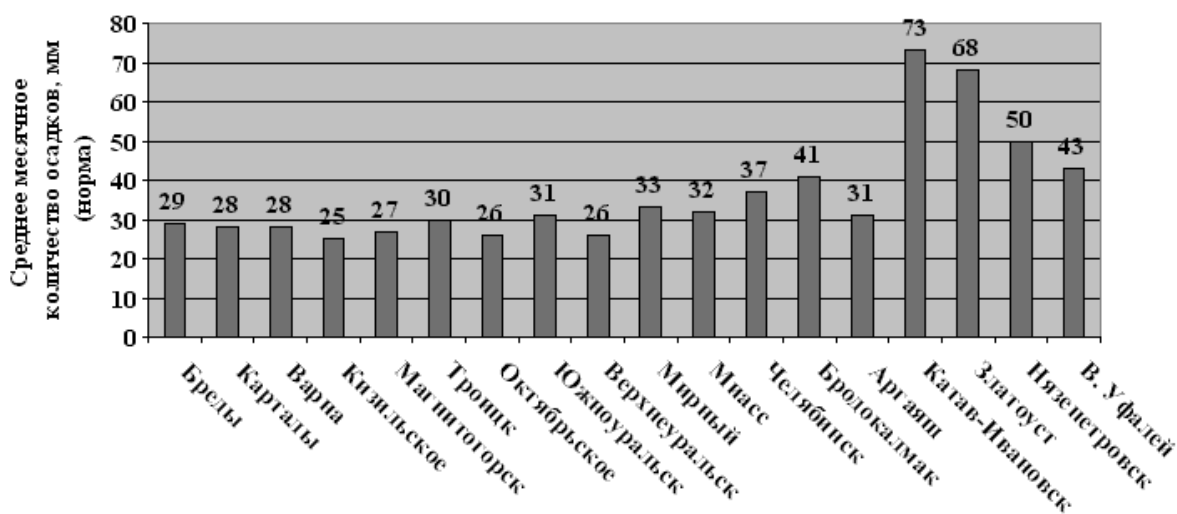
Многолетние данные по осадкам (нормы) за август



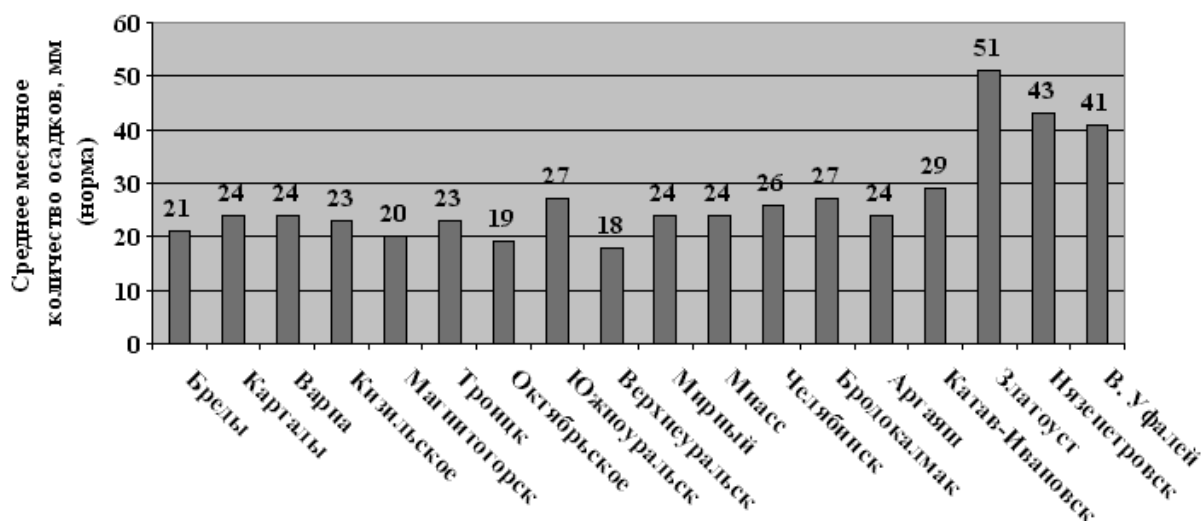
Многолетние данные по осадкам (нормы) за сентябрь



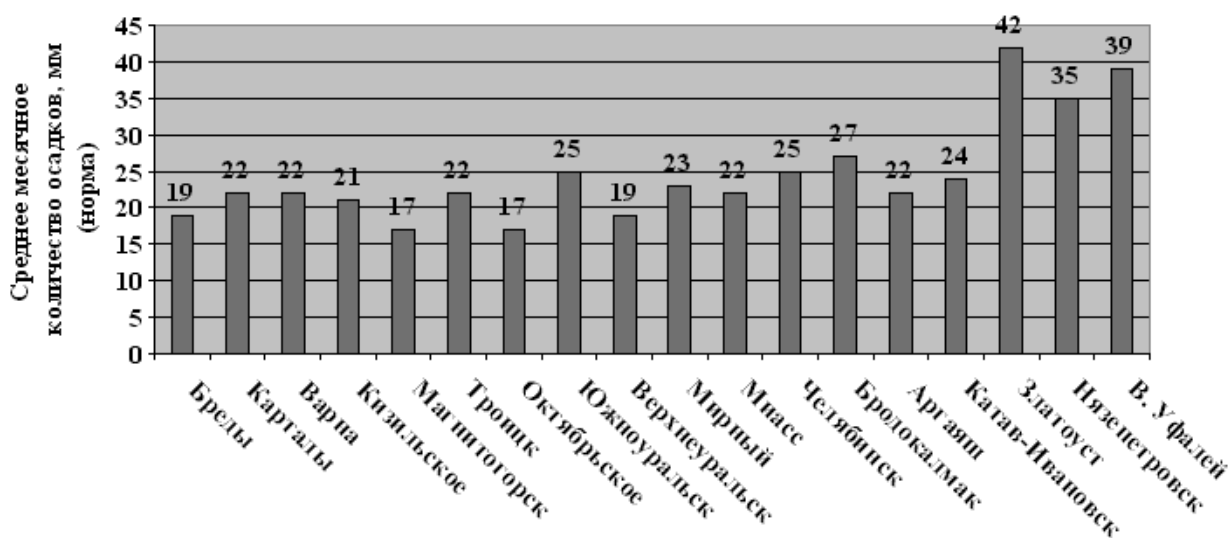
Многолетние данные по осадкам (нормы) за октябрь



Многолетние данные по осадкам (нормы) за ноябрь

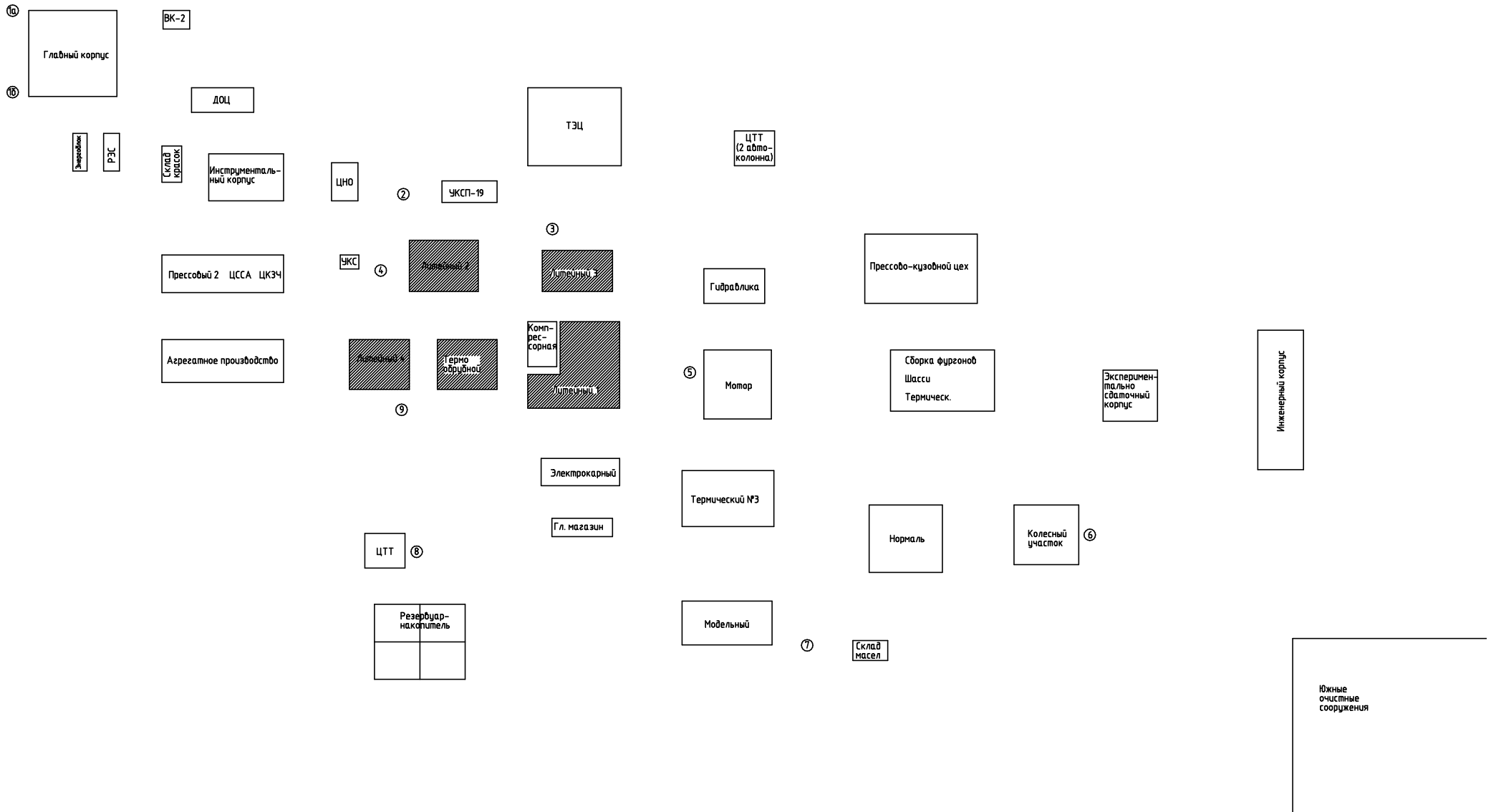


Многолетние данные по осадкам (нормы) за декабрь



Приложение В

Карта территории АО "АЗ "Урал" с отметками мест отбора проб



ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Математическая обработка данных исследований по определению качественных показателей талого стока

Показатель качества воды	14.12.2018	28.01.2019	15.03.2019	19.11.2019	08.01.2020	сред	S	del x	при P=0,9
1а									
рН	7,4	7,5	7,5	7,4	7,4	7,4-7,5			
Взвешенные вещества, мг/л	28	37	35	45	51	39,200	8,010	11,642	0,2609
Солесодержание, мг/л	56	62	66	50	58	58,400	5,426	7,886	0,2500
Общ. жесткость, мг-экв/л	1,2	1,1	1,2	1,1	1	1,150	0,050	0,081	0,5000
Цветность, °	64,2	66,3	69,4	61	66,5	65,480	2,785	4,048	0,3810
Мутность, мг/л	32,5	30,7	41,1	28	33,1	31,075	1,983	3,222	0,6107
Щелочность, мг-экв/л	1	1,2	1,1	1,4	1,5	1,240	0,185	0,270	0,2000
Окисляемость, мг/л	19,8	22,3	25,7	25	21,7	22,900	2,175	3,162	0,3220
1б									
рН	7,1	7,3	7,3	7,3	7,2	7,1-7,3			
Взвешенные вещества, мг/л	7,1	12,5	11,7	16	21	13,660	4,638	6,742	0,3597
Солесодержание, мг/л	34	37	38	25	27	32,200	5,269	7,658	0,1538
Общ. жесткость, мг-экв/л	0,8	0,7	0,9	0,8	0,6	0,800	0,071	0,115	0,3333
Цветность, °	29,1	35,3	38,7	25	38,3	33,280	5,379	7,819	0,2993
Мутность, мг/л	14,5	19,2	25,2	17	22,3	18,250	2,869	4,663	0,2336

Продолжение приложения Г

Показатель качества воды	14.12.2018	28.01.2019	15.03.2019	19.11.2019	08.01.2020	сред	S	del x	при P=0,9
Щелочность, мг-экв/л	0,6	0,7	0,6	0	0,7	0,650	0,050	0,081	0,8571
Окисляемость, мг/л	9,6	10,6	17,3	4,6	7,4	8,050	2,304	3,744	0,5276
2									
pH	7,0	7,1	7,1	6,8	6,9	6,8-7,1			
Взвешенные вещества, мг/л	1620	1690	1710	1750	1780	1710,000	54,772	79,608	0,4375
Солесодержание, мг/л	116	123	129	114	125	121,400	5,607	8,150	0,2667
Общ. жесткость, мг-экв/л	2	2,2	2	2,1	2,1	2,050	0,050	0,081	0,5000
Цветность, °	829	845	863	807	850,2	838,840	19,294	28,043	0,3929
Мутность, мг/л	109,3	125	118	84,2	101,7	113,500	8,795	14,291	0,6152
Щелочность, мг-экв/л	2,5	2,2	2,3	2	2,1	2,220	0,172	0,250	0,4000
Окисляемость, мг/л	88,7	94,5	85,3	74,5	70,1	82,620	9,033	13,129	0,2377
3									
pH	7,2	7,3	7,3	7,3	7,2	7,2-7,3			
Взвешенные вещества, мг/л	560	573	555	490	527	541,000	29,591	43,008	0,4458
Солесодержание, мг/л	58	44	53	45	53	50,600	5,314	7,724	0,3571
Общ. жесткость, мг-экв/л	0,9	0,8	0,7	0,8	0,7	0,750	0,050	0,081	0,5000

Продолжение приложения Г

Показатель качества воды	14.12.2018	28.01.2019	15.03.2019	19.11.2019	08.01.2020	сред	S	del x	при P=0,9
Цветность, °	163,3	135,2	148,9	97,8	112,3	131,500	23,799	34,591	0,2198
Мутность, мг/л	97,4	108,3	98,3	87,7	104,5	99,240	7,031	10,220	0,4709
Щелочность, мг-экв/л	1	1,2	1,3	0,8	1,4	1,140	0,215	0,313	0,3333
Окисляемость, мг/л	10,6	15,6	24,1	9,2	15,2	12,650	2,798	4,546	0,5705
4									
pH	7,6	7,4	7,5	7,6	7,7	7,4-7,7			
Взвешенные вещества, мг/л	640	628	644	580	612	631,000	12,450	20,231	0,5000
Солесодержание, мг/л	70	76	72	72	67	71,400	2,939	4,272	0,4444
Общ. жесткость, мг-экв/л	1,5	1,4	1,5	1,6	1,4	1,450	0,050	0,081	0,5000
Цветность, °	78	85,7	91,2	70	83,7	81,720	7,223	10,498	0,3774
Мутность, мг/л	23,1	34,5	38,7	18	21,4	27,140	8,008	11,639	0,2464
Щелочность, мг-экв/л	1,2	1,1	1,2	1	1,3	1,160	0,102	0,148	0,3333
Окисляемость, мг/л	16	11,3	19,7	15	12	14,800	3,019	4,388	0,4405
5									
pH	7,6	7,6	7,7	7,5	7,5	7,5-7,7			
Взвешенные вещества, мг/л	1260	1310	1290	1190	1340	1278,000	51,147	74,339	0,4667
Солесодержание, мг/л	102	97	108	105	111	104,600	4,841	7,037	0,3571

Продолжение приложения Г

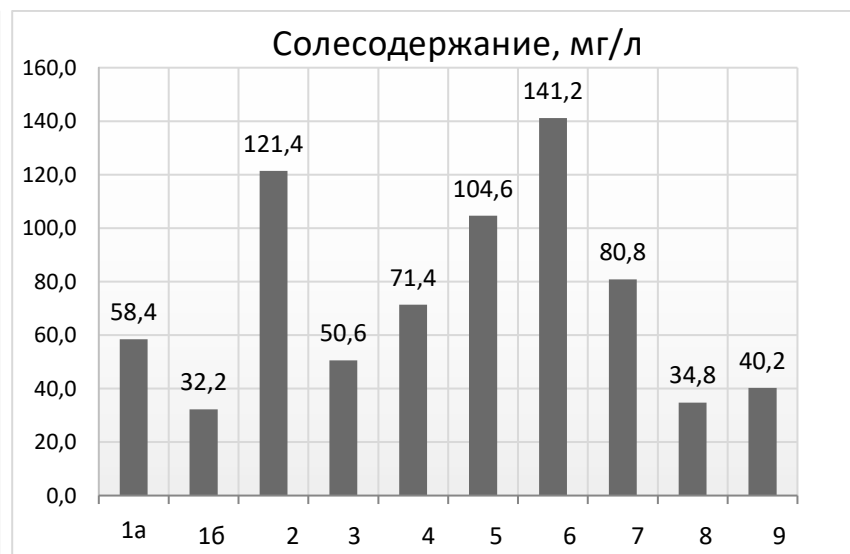
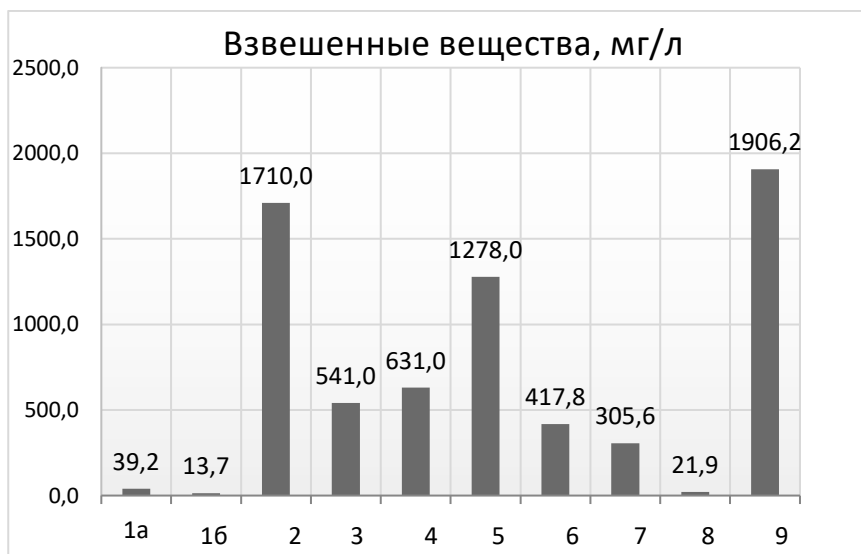
Показатель качества воды	14.12.2018	28.01.2019	15.03.2019	19.11.2019	08.01.2020	сред	S	del x	при P=0,9
Общ. жесткость, МГ-ЭКВ/Л	2	1,8	1,9	1,9	2	1,950	0,050	0,081	0,5000
Цветность, °	163	177,5	190,1	152	178,9	172,300	13,312	19,348	0,2940
Мутность, МГ/Л	197,2	209,1	195,4	183	176,5	192,240	11,419	16,597	0,3650
Щелочность, МГ-ЭКВ/Л	2,2	2,4	2,3	2,6	2	2,300	0,200	0,291	0,3333
Окисляемость, МГ/Л	19,6	22,5	27,2	21,3	15,9	21,300	3,696	5,372	0,4159
6									
рН	7,1	7,1	7,1	7,0	7,2	7,0-7,2			
Взвешенные вещества, МГ/Л	394	420	427	358	430	417,750	12,687	20,616	0,5000
Солесодержание, МГ/Л	140	145	153	137	131	141,200	7,440	10,814	0,3636
Общ. жесткость, МГ-ЭКВ/Л	3	2,9	3	3	2,8	2,975	0,043	0,070	0,5000
Цветность, °	630	617	644,6	580	607,6	624,800	12,456	20,241	0,5728
Мутность, МГ/Л	42,7	35,2	44,8	36,4	53,2	42,460	6,486	9,426	0,4667
Щелочность, МГ-ЭКВ/Л	2	2,2	2,1	2,4	2,1	2,100	0,063	0,103	0,5000
Окисляемость, МГ/Л	60	71,2	66,4	53,2	56,5	61,460	6,546	9,514	0,2667
7									
рН	7,2	7,2	7,3	7,1	7,2	7,1-7,3			
Взвешенные вещества, МГ/Л	320	335	328	265	280	305,600	27,847	40,474	0,2727

Продолжение приложения Г

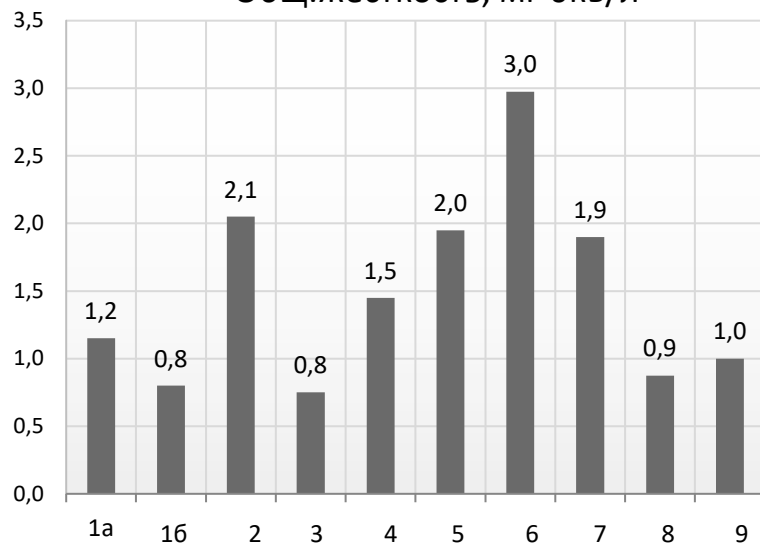
Показатель качества воды	14.12.2018	28.01.2019	15.03.2019	19.11.2019	08.01.2020	сред	S	del x	при P=0,9
Солесодержание, мг/л	88	73	85	76	82	80,800	5,564	8,087	0,2000
Общ. жесткость, мг-экв/л	1,9	1,8	1,9	2	0,8	1,900	0,071	0,115	0,8333
Цветность, °	221	197,4	207,8	187	204,3	203,500	11,268	16,377	0,3882
Мутность, мг/л	67,5	57,3	62,6	62,7	86,2	62,525	3,609	5,864	0,6471
Щелочность, мг-экв/л	2	1,8	1,6	1,4	1,8	1,720	0,204	0,296	0,3333
Окисляемость, мг/л	44,8	53,4	48,9	50	51,1	49,640	2,842	4,130	0,4767
8									
pH	6,3	6,4	6,5	6,4	6,3	6,3-6,5			
Взвешенные вещества, мг/л	15,4	19	21,9	24	29	21,860	4,593	6,675	0,3676
Солесодержание, мг/л	36	38	41	31	28	34,800	4,707	6,842	0,2308
Общ. жесткость, мг-экв/л	0,9	1	0,9	0,8	0,7	0,875	0,109	0,177	0,3333
Цветность, °	19,8	25,3	19,8	29,1	27	24,200	3,789	5,507	0,2258
Мутность, мг/л	8,5	12,8	15,3	7,1	7,6	10,260	3,225	4,688	0,3049
Щелочность, мг-экв/л	0,7	0,8	0,6	0,6	0,7	0,650	0,050	0,081	0,5000
Окисляемость, мг/л	1,3	2,4	1,8	1,8	3,2	2,100	0,651	0,946	0,4211
9									
pH	7,5	7,5	7,6	7,6	7,5	7,5-7,6			

Продолжение приложения Г

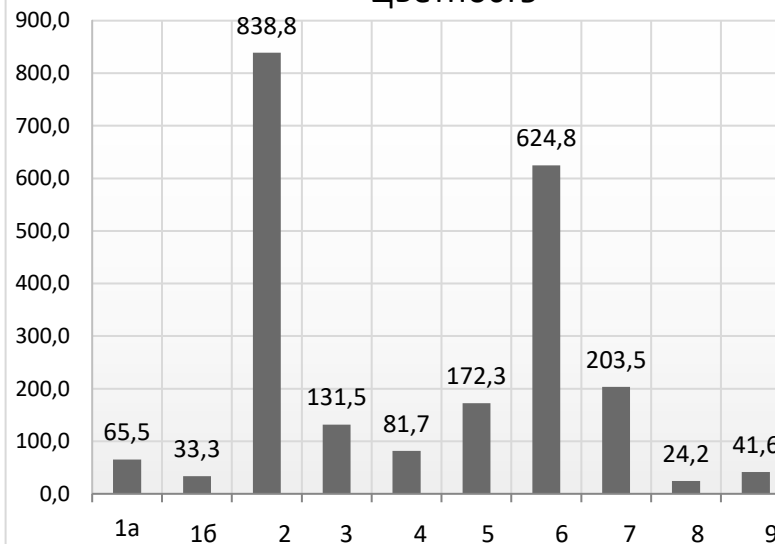
Показатель качества воды	14.12.2018	28.01.2019	15.03.2019	19.11.2019	08.01.2020	сред	S	del x	при P=0,9
Взвешенные вещества, мг/л	1968	1852	1943	1744	2024	1906,200	98,282	142,847	0,3857
Солесодержание, мг/л	41	35	45	34	46	40,200	4,956	7,203	0,0833
Общ. жесткость, мг-экв/л	1,1	1	0,9	1,1	0,9	1,000	0,089	0,130	0,0000
Цветность, °	38,5	44,7	35,4	44,3	45	41,580	3,912	5,685	0,3229
Мутность, мг/л	14,6	21,5	12,1	12,5	19,4	16,020	3,774	5,486	0,2234
Щелочность, мг-экв/л	0	0,7	0,6	0,7	0,6	0,650	0,050	0,081	0,8571
Окисляемость, мг/л	2,5	3,8	3,1	3,6	5,1	3,250	0,502	0,817	0,5000



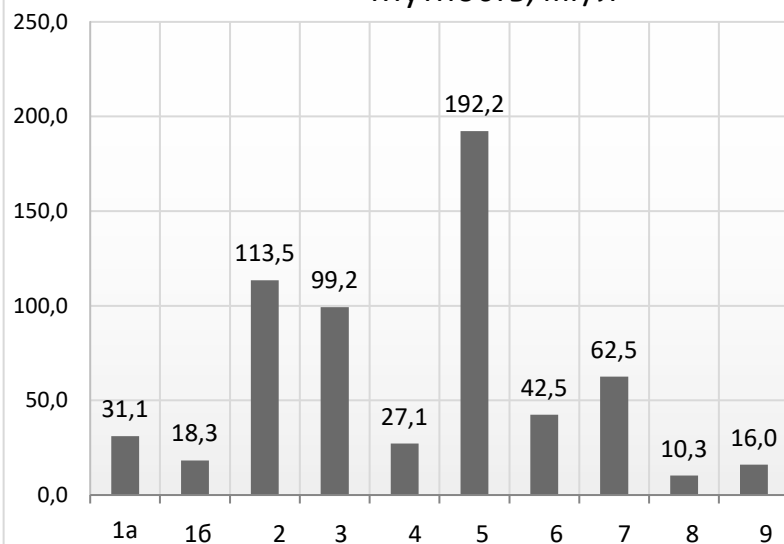
Общ. жесткость, мг-экв/л



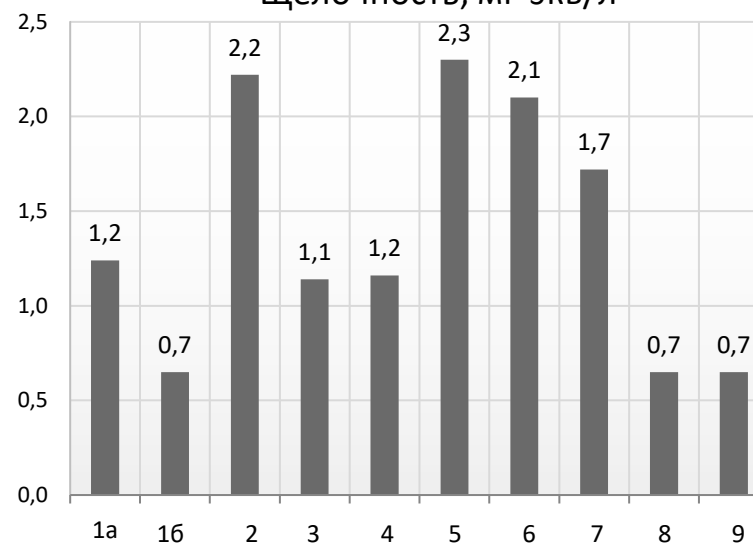
Цветность

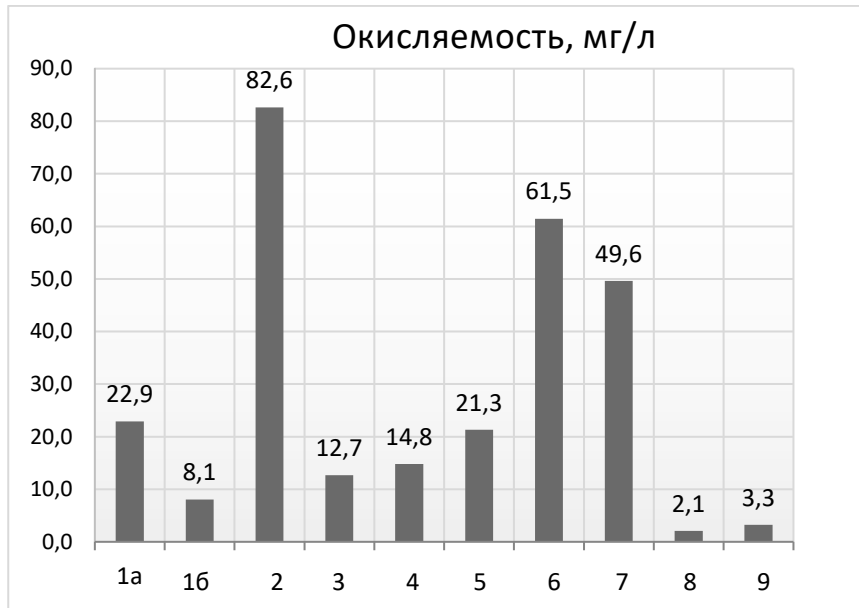


Мутность, мг/л



Щелочность, мг-экв/л





ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Графики качественных показателей дождевого стока

Показатель качества воды	26.09.2018	15.04.2019	07.06.2019	18.09.2019	среднее
рН	6,3	6,0	6,8	6,5	6,0-6,8
Взвешенные вещества, мг/л	1190	1157	1096	1134	1144
Солесодержание, мг/л	157	183	122	146	152
Общ. жесткость, мг-экв/л	2,6	2,8	1,9	2,5	2,5
Цветность, °	684	715	693	668	690
Мутность, мг/л	212	184	208	197	200
Щелочность, мг-экв/л	3,4	3,2	3,4	3	3,3
Окисляемость, мг/л	79,5	85,2	75,1	78,3	79,5

