

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины**

Процессы и аппараты водоподготовки и очистки вод  
(наименование дисциплины, модуля)

Направление подготовки(специальность):

08.03.01 «Строительство»

(шифр и наименование направления бакалавриата, магистра, специальности)

Направленность программы (профиль, специализация):

Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение  
зданий, сооружений, населенных пунктов  
(наименование образовательной программы (профиль, специализация))

Квалификация

бакалавр

(бакалавр, магистр, специалист)

Вид деятельности

Изыскательская и проектно-конструкторская

Форма обучения

очная

(очная, заочная и др.)

**Институт: архитектурно-строительный**

**Кафедра: теплогазоснабжения и вентиляции**

Белгород – 2016

6.06

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство», утвержденного приказом № 201 от 12.03.2015 г.
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2016 году.

Составитель (составители): канд. техн. наук, доцент  (С.В. Староверов)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры ТГВ

« 01 » 06 2016 г., протокол № 11

Заведующий кафедрой: д-р техн. наук, профессор  (В.А. Уваров)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 16 » 06 2016 г., протокол № 11

Председатель канд. техн. наук, доцент  (А.Ю. Феоктистов)

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
Профессиональные			
1	ОПК-1	Способность использовать основные гидравлические законы дисциплины водоснабжение, применять методы компьютерного моделирования систем водоснабжения и водоотведения, проводить теоретические и экспериментальные исследования	В результате освоения дисциплины обучающийся должен <b>Знать:</b> гидравлические законы, методы отбора анализов, обработки данных взятых на какой-либо системе водоснабжения <b>Уметь:</b> использовать методы компьютерного моделирования систем водоснабжения, проводить исследования <b>Владеть:</b> навыками расчета и проектирования систем и сетей водоснабжения
2	ПК-1	Знание нормативной базы в области инженерных изысканий, принципов проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования, планировки застройки населенных мест	В результате освоения дисциплины обучающийся должен <b>Знать:</b> специфику, основные направления и перспективы развития систем водоотведения предприятий различных отраслей промышленности; нормативно-технические документы, которыми регламентируются условия проектирования систем водоотведения промышленных предприятий, требования по приему производственных сточных вод в городскую канализацию и выпуску в водоем.; <b>Уметь:</b> на современной технической основе выбирать и проектировать системы и схемы водоотведения промпредприятий, водоотводящие сети на них; использовать методики расчета и проектирования отдельных технологических узлов и конструкций сооружений очистки сточных вод, <b>Владеть:</b> приемами расчета и методами проектирования систем водоотведения промышленных предприятий; навыками решения задач, связанных с рациональным выбором технологических схем очистки сточных вод, включая технико-

Т.Г.В.И.И.П.О. ...

			экономическое обоснование проектных решений.
3	ПК-2	<p>владением методами проведения инженерных изысканий, технологией проектирования деталей и конструкций в соответствии с техническим заданием с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированных проектирования</p>	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p><b>Знать:</b> методы расчета подбора аппаратов систем водоснабжения и водоотведения</p> <p><b>Уметь:</b> использовать методы расчета и проектирования сетей и систем водоснабжения и водоотведения для решения проектно-конструкторских задач</p> <p><b>Владеть:</b> навыками расчета и подбора, соответствующих проектным нормам, оборудования</p>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Системы и схемы водоотведения промышленных предприятий
2	Процессы, аппараты и сооружения для очистки производственных сточных вод
3	Процессы, аппараты и сооружения для обработки и утилизации осадков и шламов

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Водное хозяйство промышленных предприятий
2	Режим водоотведения П/П.
3	Сооружения для фильтрации обработки производственных сточных вод
4	Химия воды и микробиология

## 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 180 часов 5 зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 6	Семестр № 7
Общая трудоемкость дисциплины, час	180	85	95
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	68	34	34
лекции	34	17	17
лабораторные	17	17	-
практические	17	-	17
<b>Самостоятельная работа студентов, в том числе:</b>	112	51	61
Курсовой проект	-	-	-
Курсовая работа	-	-	-
Расчетно-графическое задания	18	-	18
Индивидуальное домашнее задание	9	9	-
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	49	42	25



Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	зачет (З)	3	
	зачет с оценкой (ЗО)		
	экзамен (Э)		36

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем

##### Курс 3 Семестр 6

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1	2	3	4	5	5
1. Состав природных вод, улучшение их качества.					
	Природные воды и требования, предъявляемые к их качеству.	2		2	8
	Методы и технологические схемы улучшения качества воды.	3		3	8
	Предочистка воды фильтрованием через сетки и пористые элементы	3		3	8
2. Очистка природных вод					
1.	Фильтрация воды. Контактные осветлители. Обеззараживание воды.	3		3	9
	Дезодорация воды, удаление токсичных органических и минеральных микрозагрязнений.	3		3	9
	Фторирование и дефторирование воды. Обезжелезивание природных и оборотных вод. деманганация воды.	3		3	9
ИТОГ:		17		17	51

## Курс 4 Семестр 7

3. Водоочистные комплексы					
1	Проектирование водоочистных комплексов хозяйственно-питьевого водоснабжения.	4	4		15
	Борьба с зарастанием и коррозией труб и оборудования систем водоснабжения.	4	4		15
	Обработка охлаждающей воды.	4	4		15
	Специальные методы обработки воды.	5	5		16
ИТОГО:		17	17		61
ВСЕГО:		34	17	17	112

*Примечание: в колонку «самостоятельная работа» входят подготовка к лекционным, практическим, лабораторным занятиям.*

### 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во лекц. часов	К-во часов СРС
семестр № <u>6</u>				
1	Расчет установок для очищения воды	Ознакомление и освоение величин, согласно действующих нормативных документов: - качество питательной воды для котельных установок ; - требования к качеству подпиточной и сетевой воды тепловой сети	2	2
2		Расчет дозы коагулянта для осветления воды	2	2
		Расчет дозы извести и соды каустической для осветления воды	2	2
3		Расчет механических фильтров	2	2
		Расчет натрий-катионитных фильтров	2	2
		Расчет расхода воды на собственные нужды	3	3

		водоподготовительной установки		
	Технологические режимы карт работы	Изучение технологических режимных карт работы осветлителей и механических фильтров	2	2
		Изучение технологических режимных карт работы натрий-катионитных фильтров	2	2
ИТОГО:			17	17

### 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во лекц. часов	К-во часов СРС
семестр №_6_				
1	Установочная лекция		2	2
2	Водоочистное оборудование и аппараты	Определение основных характеристик водоочистного оборудования	2	2
3		Подбор наносного оборудования	2	2
4		Определение оборудования для очистки сточных вод	2	2
5		Примеры расчета отстойников и сгустителей	2	2
6	Проектирование сооружения для очистки вод	Выбор наиболее эффективного оборудования для коагуляции	2	2
7	Оптимизация работ водоочистной станции	Влияние магнитного поля на процесс протекания адсорбции в водоочистном оборудовании	2	2
8		Выбор аппарата для наиболее эффективной очистки вод от фенола (в качестве адсорбентов предложены реактивный уголь, силикагель, цеолит)	3	3



	ИТОГО:	17	17
--	--------	----	----

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)

*(Приводятся контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины, а также для контроля самостоятельной работы обучающегося по отдельным разделам дисциплины. Можно привести отдельный перечень для текущего и промежуточного контроля).*

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Требования к качеству воды. Расчет очистного оборудования.	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Зависимость структурной схемы водоподготовки от качества исходной воды.</li><li>2. Требования к питательной воде и пару различных параметров и назначения.</li><li>3. Основные методы обработки воды.</li><li>4. Назначение различных элементов структурной схемы водоподготовки</li><li>6. Схема водоподготовительной установки.</li><li>7. Расчет и основы конструирования каркасно-засыпных фильтров.</li><li>8. Расчет и основы конструирования фильтров с плавающей загрузкой.</li><li>9. Общие сведения о сооружениях для обработки производственных сточных вод в поле действия центробежных сил. Расчет и основы конструирования циклонов, сепараторов и центрифуг.</li><li>10. Биологическая очистка производственных сточных вод. Основные технические и эксплуатационные показатели, характеризующие работу биоокислителей.</li><li>11. Расчет и основы конструирования высоконагружаемых биофильтров.</li><li>12. Влияние физико-химических факторов на процесс биологической очистки производственных сточных вод.</li><li>13. Очистка сточных вод в аэротенках. Классификация аэротенков.</li><li>14. Расчет и основы конструирования аэротенков-смесителей.</li><li>15. Расчет и основы конструирования аэротенков-вытеснителей.</li></ol>
2	Водоподготовка и очистка сточных вод	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Интенсификация работы аэротенков (повышение дозы активного ила, совершенствование гидравлического режима, использование технического кислорода).</li><li>2. Общие сведения о системах аэрации. Основные показатели эффективности аэрационного</li></ol>

		<p>оборудования.</p> <p>3.Пневматическая система аэрации. Классификация и расчет аэраторов пневматической системы аэрации.</p> <p>4.Механическая и гидравлическая системы аэрации. Расчет аэраторов типа «Кольцевое сопло».</p> <p>5.Очистка производственных сточных вод на биофильтрах. Классификация биофильтров.</p> <p>6.Расчет и основы конструирования аэрофильтров.</p> <p>7.Расчет и основы конструирования биофильтров с плоскостной загрузкой.</p> <p>8.Очистка производственных сточных вод методом флотации.</p> <p>9.Уплотнение осадков методом напорной флотации.</p> <p>10.Классификация осадков производственных сточных вод. Стадии обработки осадков.</p> <p>11.Уплотнение и механическое обезвоживание осадков производственных сточных вод.</p> <p>12.Аэробное сбраживание осадков производственных сточных вод.</p> <p>13.Очистка производственных сточных вод методом коагулирования.</p> <p>14.Окислительный метод очистки производственных сточных вод.</p> <p>15.Окислительно-каталитический метод очистки производственных сточных вод</p>
--	--	---

## 5.2.Перечень тем курсовых проектов, курсовых работ, их краткое содержание и объем

не предусмотрены

## 5.3. Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий

В ходе освоения дисциплины студентами выполняется Расчетно-графическое задание и ИДЗ по теме«Процессы и аппараты водоподготовки и очистки сточных вод». Расчетно-графическое задание состоит из трех частей:

- 1.Введение
- 2.Исходные данные.
- 3.Подбор и расчет оборудования водоподготовки
- 4.Подбор и расчет оборудования промывных водоканалов
- 5.Заключение

Объем проекта: 5-6 листа чертежей и пояснительная записка 25-30 стр. с необходимыми расчетами и кратким описанием применяемых конструктивно-технических решений.

**Объем РГЗ:** 2-3 листа чертежей и пояснительная записка 25-30 стр. с необходимыми расчетами и кратким описанием применяемых

конструктивно-технических решений.

#### **5.4. Перечень контрольных работ**

не предусмотрены

## 6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

### 6.1. Перечень основной литературы

1. С.Е. Беликов Водоподготовка: Справочник. М.: Аква-Терм, 2007.-240 с.
2. Справочник по водоподготовке котельных установок: справочное издание /О.В. Лившиц. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ЭКОЛИТ, 2011. – 288 с.
- 3.Журба М.Г. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений. Том первый / М.Г. Журба, Л.И. Соколов, Ж.М. Говорова.- М.: Изд. АСВ, 2004.- 288 с.
4. Журба М.Г. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений. Том второй / М.Г. Журба, Л.И. Соколов, Ж.М. Говорова.- М.: Изд. АСВ, 2004.- 496 с.
5. Журба М.Г. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений. Том третий / М.Г. Журба, Л.И. Соколов, Ж.М. Говорова.- М.: Изд. АСВ, 2004.- 256 с.

### 6.2. Перечень дополнительной литературы

1. СП 31.13330.2012 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. – М.: Изд-во стандартов, 1996. – 131 с.
2. СП 30.13330.2012 Внутренний водопровод и канализация зданий. – М.: ГУП ЦПП, 1996. – 85 с.
3. ГОСТ 21.205-93 Условные обозначения элементов санитарно-технических систем.
4. ГОСТ 21.206-93 Условные обозначения трубопроводов.
5. ГОСТ 21.601-79 Водопровод и канализация. Рабочие чертежи.

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

*Лекционные занятия: аудитория, оснащенная презентационной техникой, комплект электронных презентаций.*

*Практические занятия: аудитория, оснащенная демонстрационными макетами элементов внутренних инженерных систем и наружных сетей.*



## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2017 /2018 учебный год.

Протокол № 11 заседания кафедры от «24» мая 2017 г.

Заведующий кафедрой ТГВ \_\_\_\_\_



В. А. Уваров

подпись, ФИО

Директор АСИ \_\_\_\_\_



В. А. Уваров

подпись, ФИО

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы с изменениями, дополнениями

Рабочая программа с изменений утверждена на 2018/2019 учебный год.

Протокол № 11 заседания кафедры от «11» мая 2018 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_



подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_



подпись, ФИО

**Внесены изменения в:**

### 6.1. Перечень основной литературы

1. Лабораторный практикум к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Процессы и аппараты водоподготовки и очистки вод : методические указания /Староверов С. В. - Белгород : БГТУ им. В. Г. Шухова, 2018. – 23 с.
2. Технология очистки сточных вод. : Учебное пособие / Ярошевский А.Б., Романова С.М., Мадякина А.М., Шайхиев И.Г. - Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2016. – 47 с.
3. Методические указания к выполнению лабораторных работ «Процессы и аппараты водоподготовки и очистки вод : методические указания/Староверов С. В. - Белгород : БГТУ им. В. Г. Шухова, 2018. – 15 с.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

**Приложение №1.** Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины (включая перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине).

Дисциплина «Процессы и аппараты водоподготовки и очистки сточных вод» представляет собой дисциплину вариативной части профессионального цикла подготовки студентов по направлению «Строительство» профиля «Водоснабжение и водоотведение».

Целью курса является изучение принципов выбора источников водоснабжения и рационального использования водных ресурсов, методов подготовки воды для хозяйственно-бытовых и производственных нужд, схем подачи и распределения воды, правил проектирования систем водоснабжения, реконструкции, ремонта и эксплуатации водопроводного комплекса.

Изучение дисциплины предполагает решение ряда задач, что дает возможность студентам:

1. изучение основных направлений и перспектив развития систем водоснабжения, водозаборных сооружений и водопроводных очистных сооружений;
2. изучение элементов этих систем, современного оборудования и освоение методов их расчета и проектирования;
3. изучение требований к проектированию эксплуатации и реконструкции систем, сооружений и оборудования систем водоснабжения.

Занятия проводятся в виде лекций, практических и лабораторных занятий. Важное значение для изучения курса имеет самостоятельная работа студентов.

Формы контроля знаний студентов предполагают текущий и итоговый контроль. Текущий контроль знаний проводится в форме систематических опросов и зачета в конце седьмого семестра обучения. В восьмом семестре предусматривается выполнение курсового проекта, проведение опросов. Формой итогового контроля является экзамен.

Исходный этап изучения курса предполагает ознакомление с *Рабочей программой*, характеризующей границы и содержание учебного материала, который подлежит освоению.

Изучение отдельных тем курса необходимо осуществлять в соответствии с поставленными в них целями, их значимостью, основываясь на содержании и вопросах, поставленных в лекции преподавателя и приведенных в планах и заданиях к лабораторным работам, а также методических указаниях для студентов заочного обучения.

В учебниках и справочных пособиях, представленных в *списке рекомендуемой литературы* содержатся возможные ответы на поставленные вопросы. Инструментами освоения учебного материала являются основные

*термины и понятия*, составляющие категориальный аппарат дисциплины. Их осмысление, запоминание и практическое использование являются обязательным условием овладения курсом.

Для более глубокого изучения проблем курса при подготовке контрольных работ необходимо ознакомиться с публикациями в периодических изданиях. Поиск и подбор таких изданий, статей, материалов и монографий осуществляется на основе библиографических указаний и предметных каталогов.

Изучение каждой темы следует завершать выполнением практических заданий, ответами на вопросы, содержащихся в методических пособиях по курсу. Для обеспечения систематического контроля над процессом усвоения тем курса следует пользоваться перечнем контрольных вопросов для проверки знаний по дисциплине, содержащихся в планах и заданиях к лабораторным работам и методическим указаниям для студентов заочного отделения. Если при ответах на сформулированные в перечне вопросы возникнут затруднения, необходимо очередной раз вернуться к изучению соответствующей темы, либо обратиться за консультацией к преподавателю.

Успешное освоение курса дисциплины возможно лишь при систематической работе, требующей глубокого осмысления и повторения пройденного материала, поэтому необходимо делать соответствующие записи по каждой теме.

### **Природные воды и требования, предъявляемые к их качеству**

Подземные и поверхностные воды, атмосферные осадки - источник водообеспечения централизованных систем водоснабжения. Свойства подземных вод. Состав природных вод. Влияние примесей воды на ее качество. Процессы формирования качества воды и ее самоочищения.

### **Методы и технологические схемы улучшения качества воды**

Задачи обработки воды и типология примесей. Методы, технологические процессы и сооружения для очистки воды, классификация основных технологических схем. Основные критерии для выбора технологической схемы и состава сооружений для подготовки питьевой воды.

### **Предочистка воды фильтрованием через сетки и пористые элементы**

Основы фильтровального процесса и виды механизма отложения. Процесс поверхностного фильтрования, подчиненный закону Дарси. Классификация аппаратов. Особенности макропроцеживания. Устройство барабанного сита. Цель и эффективность микрофильтрования.



## **Фильтрация воды**

1. Типы фильтров
2. Техника фильтрации
3. Основные понятия
4. Фильтрующие материалы

### **Контактные осветлители**

Осветлитель контактный - фильтрованный аппарат, работа которого основана на принципе коагуляции контактной. В осветлителе контактном обрабатываемая вода, смешанная с реагентами, через распределительную систему вводится в нижние слои загрузки и фильтруется снизу вверх в направлении убывающей крупности зерен, на поверхности которых происходит адсорбция коллоидных и диспергированных агрегативно неустойчивых примесей. При этом их основная масса задерживается в нижних крупнозернистых слоях загрузки, характеризующихся большой гряземкостью, вследствие чего снижается прирост потерь напора. Осветлитель контактный применяют на водоочистных комплексах любой пропускной способности в одноступенчатых схемах очистки воды при содержании взвешенных веществ в ней до 120 мг/л и макс. цветности 120 град. На водоочистных комплексах перед осветлителями контактными предусматривают сита барабанные и входную камеру, обеспечивающую частичное удаление из воды взвешенных веществ, смешение и контакт воды с реагентами, а также выделение из воды воздуха.

При водоподготовке применяют контактные осветлители КО-1 (без поддерживающих слоев с водяной промывкой) и КО-3 (с поддерживающими слоями и водовоздушной промывкой). В осветлителе КО-1 устраивают распределительную систему с приваренными вдоль перфорированных труб боковыми шторками, между которыми размещают поперечные перегородки, делящие под трубное пространство на отдельные ячейки. Отверстия диаметром 10—12 мм располагают в нижней части распределительных труб в два ряда в шахматном порядке под углом 30 к вертикальной оси трубы. Сбор осветленной и промывной воды осуществляется желобами.

### **Обеззараживание воды**

#### **Методы обеззараживания воды**

Механическая очистка воды с помощью песчаных фильтров не спасает от микроорганизмов, которые могут стать возбудителями болезней или привести к помутнению воды. Поэтому дополнительно необходимо применять специальные меры для обеззараживания воды. При выборе способа обеззараживания воды в бассейне необходимо учитывать плюсы и минусы каждого способа обеззараживания.



Хлорирование воды  
Озонирование воды  
Обеззараживание УФ-лучами  
Обеззараживание полимерными реагентами

### **Дезодорация воды, удаление токсичных органических и минеральных микрозагрязнений**

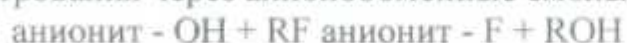
Традиционные приемы хлорирования воды, содержащей фенолы. Общие недостатки аэраторов, построенных на принципе контакта пленки воды с воздухом. Дезодорация воды, удаление токсичных органических и минеральных микрозагрязнений. Аэрирование воды в пенном слое.

### **Фторирование и дефторирование воды**

Дефторирование воды. Показания к использованию этого метода - повышенное (свыше 1,5 мг/л) содержание фтора в воде и большое количество среди населения больных флюорозом зубов II и выше степеней. Дефторирование воды показано лишь тогда, когда для оздоровления эндемического очага флюороза невозможно изменить источник водоснабжения или разбавлять его воду водой с низкой концентрацией фтора.

При дефторировании концентрацию фтора в воде доводят до оптимальной для определенной местности. Для удаления из воды избытка фтора предложено множество методов, которые можно разделить на реагентные (методы осаждения) и фильтрационные. Реагентные методы основываются на сорбции фтора свежесажеными алюминия или магния гидроксидами. Этот метод рекомендуется для обработки поверхностных вод, так как, кроме фторирования, достигается еще и осветление, и обесцвечивание.

Очищение воды от излишка фтора можно проводить при помощи ее фильтрования через анионообменные смолы:



В качестве ионообменного материала часто используют активированный и гранулированный алюминия оксид. Иногда уменьшить содержание фтора в воде можно за счет разведения ее водой из источника с минимальным количеством фтора.

Фторирование воды. Выбор дозы фтора должен обеспечить противокариозный эффект. Однако, если содержание фтор-иона в воде превышает 1,5-2,0 мг/л, это приведет к поражению населения флюорозом. Вот почему во время фторирования воды содержание в ней фтор-иона должно быть в пределах 70-80% от максимальных уровней в соответствии с разными климатическими районами - в пределах 0,7-1,5 мг/л.

Для фторирования питьевой воды можно использовать

фторсодержащие соединения, в частности кремнефтористый натрий ( $\text{Na}_2\text{SiF}_6$ ), кремнефтористую кислоту  $\text{H}_2\text{SiF}_6$ , натрия фторид ( $\text{NaF}$ ), кремнефтористый аммоний  $(\text{NH}_4)_2\text{SiF}_6$ , кальция фторид ( $\text{CaF}_2$ ), фтористоводородную кислоту ( $\text{HF}$ ) и т. п. Есть два способа фторирования воды: на протяжении года одной дозой и посезонно зимней и летней дозами. В первом случае на протяжении года добавляют одинаковую дозу фтора, которая отвечает климатическим условиям населенного пункта. Если доза изменяется в зависимости от сезона года, то в холодный период, когда среднемесячная температура воздуха (в 13.00) не превышает  $17-18^\circ\text{C}$ , воду можно фторировать на уровне  $1\text{ мг/л}$ , а в теплый период (например, в июне - августе) - на более низком уровне. Это зависит от средней максимальной температуры (в 13.00) в эти месяцы. Например, при температуре  $22-26^\circ\text{C}$  используют дозу  $0,8\text{ мг/л}$  фтор-иона, при  $26-30^\circ\text{C}$  и выше -  $0,7\text{ мг/л}$ .

### **Обезжелезивание природных и оборотных вод. Деманганация воды**

Характеристика и условия применения реагентных и безреагентных методов обезжелезивания воды. Технологические схемы установок обезжелезивания воды и очистки подземных вод в пласте. Сущность и особенность методов "сухой фильтрации", аэрации и флотации.

### **Проектирование водоочистных комплексов хозяйственно-питьевого водоснабжения**

Система водоснабжения как комплекс инженерных сооружений для забора воды из источника водоснабжения, ее очистки, хранения и подачи к потребителям. Расчеты суточного расхода на нужды населенного пункта. Хозяйственно-противопожарная схема водоснабжения.

### **Борьба с зарастанием и коррозией труб и оборудования систем водоснабжения**

#### **Обработка охлаждающей воды**

Целью стабилизационной обработки охлаждающей воды является предотвращение при помощи химических реагентов протекания процессов коррозии, накипеобразования, биообрастаний в охлаждаемом оборудовании в интервале параметров, соответствующих условиям работы данной системы охлаждения.

В качестве химических реагентов для предотвращения накипеобразования и коррозии применяют ингибиторы, обладающие свойством минимизировать данные процессы при низких концентрациях. Для обеспечения оптимального водно-химического режима систем охлаждения могут применяться сразу несколько ингибиторов, которые

должны усиливать действие друг друга.

### Специальные методы обработки воды

Дезодорация – устранение запаха воды, достигается аэрированием, обработкой окислителями, фильтрацией через слой активированного угля.

Обезжелезивание – удаление избыточного содержания солей железа, осуществляется на специальных сооружениях – градирнях (в них воды разбрызгивается). При этом  $Fe^{+2}$  окисляется, переходит в малорастворимую форму  $Fe^{+3}$  и в дальнейшем задерживается в отстойниках или на фильтрах.

Умягчение – метод удаления солей жесткости. Наиболее старый метод – известково-содовый. Современные методы опреснения основаны на применении ионообменных смол. Иониты могут быть естественного и искусственного происхождения. Использование катионитных смол позволяет удалить катионы, фильтруя воду через аниониты удаляют анионы.

Опреснение – метод удаления избытка солей. Известно много методов опреснения: дистилляция, химические (реагентные, ионный обмен), использование полупроницаемых мембран (гиперфильтрация), электродиализ.

Дезактивация – методы, позволяющие удалять из воды радиоактивные изотопы. Коагуляция, отстаивание и фильтрация снижает содержание радиоактивных веществ на 70-80%. С целью более глубокой дезактивации используют фильтрацию через ионообменные смолы.

Дефторирование. В случае необходимости удаления фтора ее фильтруют через активированную гидроокись алюминия. Иногда имеется возможность уменьшения фтора в воде до оптимальных величин за счет разведения водой из другого водоемисточника, в которой содержится минимальное количество фтора.

Фторирование воды производится с целью профилактики кариеса. При низком содержании F в воде строго дозируются растворы фторсодержащих реактивов (фторид или кремнийфторид натрия и др.).

Дегазация – методы направленные на удаление разнообразных токсических веществ (в том числе и боевых отравляющих веществ). В зависимости от природы отравляющего вещества могут применяться самые разнообразные методы: сорбционные, ионообменные, с добавлением химических реагентов (например удаление избытка хлора при добавлении тиосульфата) и др.



## **Основы биологической очистки сточных вод Состав и свойства производственных сточных вод**

В производственном водоснабжении воду используют различного качества:

питьевую, которая предназначена для хозяйственнопитьевых целей;

техническую свежую, которая забирается из природного источника и подаётся для производственных целей (очищенная или не очищенная) непосредственно потребителям или на восполнение системы оборотного водоснабжения;

технологическую, приготовленную из технической воды путем использования специальных технологических приёмов (умягчение, обессоливание и т.п.) в зависимости от требований, предъявляемых производством;

оборотную, применяемую в технологическом процессе после очистки, охлаждения и кондиционирования, снова подаваемую для тех же целей;

последовательно используемую, которая расходуется поочерёдно в нескольких производственных процессах без промежуточной обработки и охлаждения;

сточную, повторно используемую, которая после расходования в технологическом процессе и соответствующей очистки частично или полностью повторно используется для тех или иных технологических целей.

Сточные воды – это воды использованные на производственные, бытовые или другие нужды и загрязнённые различными примесями, изменившими их первоначальный химический состав и физические свойства, а также воды стекающие с территории промышленных предприятий и населённых пунктов в результате выпадения атмосферных осадков или поливки.

Сточные воды, отводимые с территории промышленных предприятий и городских коммуникаций, могут быть разделены на три вида:

производственные – использованные в технологических процессах (не отвечающие более требованиям, предъявляемым к их качеству) или получающиеся при добыче полезных ископаемых (угля, нефти, руд и т.п.);

хозяйственно-бытовые – от санитарных узлов производственных и непромышленных корпусов и зданий, а также от душевых установок, имеющих на территории промышленных предприятий;

атмосферные образуются в результате выпадения атмосферных осадков и стекающие с территорий предприятий.

### **Классификация методов осадков, уплотнение кондиционирование осадков**

Уплотнение осадков сточных вод является первичной стадией их обработки. Распространены гравитационный и флотационный методы уплотнения, осуществляющиеся в отстойниках-уплотнителях в установках

напорной флотации. Применяется также центробежное уплотнение осадков в циклонах и центрифугах. Перспективно вибрационное уплотнение путем фильтрования осадка сточных вод через фильтрующие перегородки или с помощью погруженных в осадок вибраторов.

Стабилизация осадков используется для разрушения биологически разлагаемой части органического вещества, что предотвращает загнивание осадков при длительном хранении на открытом воздухе (сушка на иловых площадках, использование в качестве сельскохозяйственных удобрений и т.п.).

Кондиционирование осадков проводят для разрушения коллоидной структуры осадка органического происхождения и увеличения их водоотдачи при обезвоживании. В промышленности применяют в основном реагентный метод кондиционирования с помощью хлорного железа и извести. Стоимость такой обработки составляет до 40% стоимости всех затрат при обработке осадка, поэтому ведется разработка и внедрение более экономичных методов кондиционирования: тепловой обработки, замораживания и электрокоагуляции.

Обезвоживание осадков сточных вод предназначено для получения шлама с объемной концентрацией полидисперсной твердой фазы до 80%. До недавнего времени обезвоживание осуществлялось в основном сушкой осадков на иловых площадках. Однако низкая эффективность такого процесса, дефицит земельных участков в промышленных районах и загрязнение воздушной среды обусловили разработку и применение более эффективных методов обезвоживания. Так, осадки промышленных сточных вод обезвоживаются вакуум-фильтрованием на фильтр-прессах, центрифугированием и вибрационным фильтрованием. Обезвоживание термической.

Сушкой применяется для осадков, содержащих сильно токсичные вещества, которые перед ликвидацией и утилизацией необходимо обеззараживать. Широкое внедрение процессов термической сушки ограничивается высокой стоимостью процесса очистки.

Ликвидация осадков сточных вод применяется в тех случаях, когда утилизация оказывается невозможной или экономически нерентабельной. Выбор метода ликвидации осадков определяется их составом, а также размещением и планировкой промышленного предприятия. Сжигание — один из наиболее распространенных методов ликвидации осадков сточных вод. Предварительно обезвоженные осадки органического происхождения имеют теплотворную способность 16800.21000 кДж/кг, что позволяет поддерживать процесс горения без использования дополнительных источников теплоты. Осадки сжигаются на станциях очистки сточных вод в многоподовых, циклонных печах, а также печах кипящего слоя.

#### **Механическое обезвоживание осадков, методы биологической обработки осадков**



## **Гидромеханическая очистка сточных вод**

Гидромеханическую очистку применяют для удаления из производственных сточных вод нерастворимых примесей. Основными процессами гидромеханической очистки являются:

- процеживание сточной жидкости через решетки и сетки для выделения крупных примесей и посторонних предметов;
- улавливание в песколовках тяжелых примесей, проходящих через решетки и сетки;
- отстаивание воды для удаления не растворяющихся тонущих и плавающих органических и неорганических примесей, не задерживаемых решетками и песколовками;
- удаление твердых взвешенных частиц в гидроциклонах;
- фильтрование через различные фильтры для улавливания тонкодисперсных взвесей.

## **Химическая очистка сточных вод**

К физико-химическим методам очистки сточных вод относят флотацию, адсорбцию, ионный обмен, экстракцию, выпаривание, дистилляцию, обратный осмос и ультрафильтрацию, кристаллизацию, десорбцию, дезодорацию и др. Эти методы используют для удаления из сточных вод мелкодисперсных взвешенных частиц, растворенных газов, минеральных и органических веществ. Выбор того или иного метода очистки проводят с учетом санитарных и технологических требований, предъявляемых к очищенным производственным сточным водам с целью дальнейшего их использования, а также с учетом объема сточных вод и концентрации в них загрязнений, необходимых материальных и энергетических ресурсов, экономичности процесса.

## **Биохимическая очистка сточных вод**

### **Термическая очистка сточных вод**

Термоокислению подвергают сточные воды, которые в распыленном состоянии вводят в высокотемпературные (900-1000 °С) продукты горения топлива. В ходе реакции органические компоненты сгорают, минеральные примеси уносятся вместе с дымовыми газами, а жидкость испаряется. Используют подобный способ водоочистки для удаления высокотоксичных и трудноразрушаемых органических соединений.

Термический метод окисления осуществляют при помощи камерных, шахтных, циклонных печей. Ограничивает использование данного способа водоочистки высокий расход топлива.

Жидкофазное окисление («мокрое» сжигание)

Сущность метода заключается в окислении органических компонентов сточных вод кислородом воздуха при относительно невысокой температуре (до 35 0С). В зависимости от условий реакции примеси окисляются полностью или частично.

Преимуществом жидкофазного окисления является экономия энергоресурсов, необходимых для нагревания жидкости.

### **Основы проектирования (раз- работки) технологической схемы очистки сточных вод**

#### **Сооружения очистки сточных вод**

ливневые или поверхностные сточные воды - стоки образованные в результате выпадения осадков (дождя, снега, града), характер загрязнений зависит от объектов жилой и промышленной инфраструктуры.

хозяйственно-бытовые сточные воды (канализация) - канализационные стоки, образованные в результате хозяйственно-бытовой деятельности человека, основное различие в объемах сточных вод.

промышленные сточные воды - сточные воды, которые используются в каком либо производственном процессе, как правило характер загрязнений индивидуален.

При проектировании наружной системы канализации учитываются все виды стоков на объекте, поэтому комплексная система очистки сточных вод должна обеспечить устранение всех видов загрязнений. В том числе с учетом возвращения очищенной жидкости для повторного использования, что очень актуально для промышленных объектов.

## Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2019/2020 учебный год.  
Протокол № 1 заседания кафедры от « 30 » августа 2019 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ В.А. Уваров

  
подпись, ФИО

Директор института


\_\_\_\_\_ В.А. Уваров

  
подпись, ФИО

## Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2020/2021 учебный год.  
Протокол № 11 заседания кафедры от «21» мая 2020 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ В.А. Уваров

  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_ В.А. Уваров


  
подпись, ФИО



## Утверждение рабочей программы без изменений

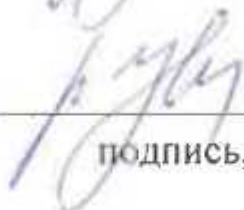
Рабочая программа без изменений утверждена на 2021/2022 учебный год.  
Протокол № 12 заседания кафедры от «14» мая 2021 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ В.А. Уваров



подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_ В.А. Уваров



подпись, ФИО