

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 12.09.2021 18:58:03  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной и методической работе  
\_\_\_\_\_ Б.В.Пекаревский  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**ТЕХНОЛОГИЯ ВОДОПОДГОТОВКИ**

Направление подготовки

**08.03.01 Строительство**

Направленность программы бакалавриата

**«Промышленное, гражданское строительство и оборудование для производств  
строительных материалов»**

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**Заочная**

Факультет **механический**

Кафедра **инженерного проектирования**

Санкт-Петербург

2016

Б1.В.ДВ.01.01

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Разработчик		профессор Яблокова М.А.

Рабочая программа дисциплины «Технология водоподготовки» обсуждена на заседании кафедры инженерного проектирования  
протокол от 31.08. 2015 г., №1

Заведующий кафедрой

М.А.Яблокова

Одобрено учебно-методической комиссией механического факультета  
протокол от 21.01.2016, № 5

Председатель

А.Н.Луцко

### СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Строительство»		профессор М.А.Яблокова
Директор библиотеки		Т.Н.Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И.Богданова
Начальник УМУ		С.Н.Денисенко

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	04
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы .....	04
3. Объем дисциплины .....	05
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий .....	06
4.2. Занятия лекционного типа .....	07
4.3. Занятия семинарского типа .....	08
4.3.1. Практические занятия .....	08
4.4. Самостоятельная работа .....	08
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	9
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации .....	10
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины .....	10
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины .....	11
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....	11
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии .....	12
10.2. Программное обеспечение .....	12
10.3. Информационные справочные системы .....	12
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	12
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	12

Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

## 1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Коды компетенции	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
<b>ПК-8</b>	владение технологией, методами доводки и освоения технологических процессов строительного производства, эксплуатации, обслуживания зданий, сооружений, инженерных систем, производства строительных материалов, изделий и конструкций, машин и оборудования	<b>Знать:</b> технологию, методы доводки, эксплуатации и обслуживания сооружений для улучшения качества природной воды. <b>Уметь:</b> проводить доводку, эксплуатацию и обслуживание инженерных систем сооружений водоподготовки. <b>Владеть:</b> навыками обслуживания и эксплуатации систем подготовки питьевой воды для населенных пунктов и систем подготовки технологической воды для промышленных предприятий.
<b>ПК-15</b>	способность составлять отчеты по выполненным работам, участвовать во внедрении результатов исследований и практических разработок	<b>Знать:</b> передовые отечественные и зарубежные технологии водоподготовки; современное эффективное оборудование для улучшения качества природной воды. <b>Уметь:</b> составлять отчеты о работе сооружений водоподготовки. <b>Владеть:</b> навыками внедрения результатов исследований и практических разработок в области водоподготовки.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к вариативной части учебного плана, является дисциплиной по выбору (Б1.В.ДВ.01.01), изучается на 4 курсе.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Физика», «Основы экологии», «Основы гидромеханики. Насосы, компрессоры, вентиляторы», «Водоснабжение и водоотведение с основами гидравлики».

Полученные в процессе освоения дисциплины «Технология водоподготовки» знания, умения и навыки могут быть использованы в дальнейшем при изучении дисциплины «Эксплуатация оборудования для очистки сточных вод и утилизации твердых отходов», прохождения производственной и преддипломной практик, а также при выполнении выпускной квалификационной работы бакалавра.

### 3. Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Заочная форма обучения
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	<b>3/108</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>10</b>
занятия лекционного типа	4
занятия семинарского типа, в т.ч.	6
практические занятия	6
лабораторные работы	
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	-
другие виды контактной работы	
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>94</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	Кр (2)
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	<b>Зачет (4)</b>

#### 4. Содержание дисциплины.

##### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические	Лабораторные работы		
1	Оценка качества природной воды и основных методов ее обработки	1	-	-	12	ПК-15
2	Технология и оборудование для подготовки воды из поверхностных водоисточников	1	2	-	14	ПК-15
3	Технология и оборудование для подготовки воды из подземных водоисточников	1	2	-	14	ПК-15
4	Умягчение, опреснение и обессоливание воды	1	2	-	14	ПК-8
5	Специальные методы очистки воды	-	-	-	20	ПК-8
6	Общие вопросы проектирования водоочистных комплексов	-	-	-	20	ПК-8

#### 4.2. Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<p><u>Выбор метода водоподготовки.</u>  Влияние примесей воды на ее качество. Требования к качеству воды, предъявляемые различными потребителями. Классификация основных методов водоподготовки, их назначение и области применения. Выбор метода водоподготовки. Технологические схемы и сооружения.</p>	1	
2	<p><u>Сооружения станций подготовки воды из поверхностных водоисточников.</u>  Предварительная обработка воды фильтрованием через сетки и ткани, осаждением грубодисперсных примесей в гидроциклонах. Удаление мутности и цветности коагуляцией. Смешение реагентов с водой. Конструкции смесителей и камер хлопьеобразования. Осветление воды осаждением в емкостных и тонкослойных отстойниках. Обработка воды фильтрованием через зернистые материалы. Контактные осветлители. Флотаторы. Электрокоагуляторы. Мембранная микро- и ультрафильтрация для очистки природных вод. Дезодорация воды. Обеззараживание воды хлорированием, озонированием, бактерицидным ультрафиолетовым облучением. Стабилизационная обработка воды.</p>	1	Слайд-презентация
3	<p><u>Сооружения станций подготовки воды из подземных водоисточников.</u>  Технологии и оборудование для обезжелезивания и деманганации воды. Способы и устройства для удаления из воды растворенных газов (углекислоты, кислорода, сероводорода). Фторирование и дефторирование воды. Удаление из воды кремниевой кислоты.</p>	1	Слайд-презентация
4	<p><u>Умягчение, опреснение и обессоливание воды</u>  Теоретические основы умягчения воды, классификация методов. Реагентные, термохимические и ионообменные методы умягчения. Опреснение воды, обессоливание воды. Классификация методов и технологий опреснения. Дистилляционные методы (выпаривание). Ионообменные методы опреснения и обессоливания воды. Мембранные методы умягчения, опреснения и обессоливания воды. Электродиализ. Обратный осмос и нанофильтрация. Технологические схемы мембранных установок.</p>		

### 4.3. Занятия семинарского типа

#### 4.3.1. Практические занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	Методы расчета и конструирования емкостных и тонкослойных отстойников для удаления из воды дисперсных примесей	2	Занятия в компьютерном классе с использованием пакета прикладных программ MathCad 14
2	Методы расчета и конструирования фильтров с зернистой загрузкой и мембранных микрофильтров	2	
2	Методы расчета и конструирования установок для обеззараживания воды озонированием.	2	

#### 4.4. Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	<u>Оценка качества природной воды и основных методов ее обработки</u> Основные показатели качества воды: органолептические, физические, физико-химические, химические, биологические, санитарно-биологические. Требования, предъявляемые к воде различными потребителями. Классификация методов улучшения качества природной воды (водоподготовки).	12	Опрос на зачете
2	<u>Технология и оборудование для подготовки воды из поверхностных водоемов</u> Предварительная обработка воды фильтрованием через сетки и ткани. Использование биологических процессов в водоподготовке: биореакторов и биосорберов. Осаждение дисперсных примесей в поле центробежных сил (гидроциклоны). Коагуляция примесей воды. Реагенты, используемые при водоподготовке для коагулирования примесей воды. Реагентное хозяйство. Системы хранения, приготовления и дозирования реагентов. Контактная коагуляция. Осветлители-коагуляторы со взвешенным слоем осадка. Электрокоагуляторы. Конструкции фильтровальных аппаратов. Фильтрующие зернистые материалы. Мембранная микро- и ультрафильтрация для очистки природных вод. Установки для обеззараживания воды хлором и его производными, озоном, ультрафиолетовым излучением.	14	Контрольная работа № 1



№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
3	<u>Технология и оборудование для подготовки воды из подземных водоисточников</u> Методы обезжелезивания и деманганации подземных вод. Ионообменные методы умягчения воды. Теоретические основы ионного обмена. Характеристика ионитов. Основные закономерности процесса ионного обмена. Регенерация ионитовых фильтров. Схемы и оборудование установок ионного обмена.	14	Контрольная работа № 2
4	<u>Опреснение и обессоливание воды</u> Дистилляционные методы (выпаривание). Ионообменные методы опреснения и обессоливания воды. Мембранные методы умягчения, опреснения и обессоливания воды. Электродиализ. Обратный осмос и нанофильтрация. Технологические схемы мембранных установок. Электродеионизация.	14	Опрос на зачете
5	<u>Специальные методы очистки воды</u> Антропогенные загрязнения. Выбор методов для специальной очистки воды. Удаление нитритов и нитратов, аммиака и аммония. Удаление из воды бора, брома, бария, селена, стронция, мышьяка. Очистка воды от синтетических поверхностно-активных веществ (ПАВ). Удаление из воды пестицидов, гербицидов, ихтиоцидов и др. веществ. Очистка воды от радиоактивных веществ. Доочистка сточных вод для использования в техническом водоснабжении.	20	Опрос на зачете
6	<u>Общие принципы проектирования водоочистных комплексов водоподготовки</u> Основы выбора технологической схемы, сооружений и реагентов. Высотная схема и планировка водоочистных сооружений. Принципы компоновки водоочистных комплексов.	20	Опрос на зачете

### 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте Медиа: <http://media.technolog.edu.ru>

## **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации**

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («удовлетворительно») освоения предусмотренных элементов компетенций.

Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета.

К сдаче зачета допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

Зачет предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуется теоретическими вопросами из перечня, приведенного в приложении 1.

При сдаче зачета студент получает три вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 45 мин.

Пример варианта вопросов на зачете:

### **Вариант № 1**

1. Классификация природных вод и их санитарная оценка.
2. Очистка воды от тонкодисперсных и коллоидных примесей коагуляцией и флокуляцией.
3. Озонирование воды и его аппаратное оформление.

## **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **а) основная литература:**

1. Яблокова, М.А. Водоснабжение населенных пунктов и промышленных предприятий (с основами гидравлики): учебное пособие / М.А.Яблокова, Е.А.Пономаренко. - СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2016. - 171 с. (ЭБ).

2. Павлинова, И.И. Водоснабжение и водоотведение: учебник для бакалавров: учебник для вузов по специальности "Водоснабжение и водоотведение" / И. И. Павлинова, В. И. Баженов, И. Г. Губий. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2013. - 472 с.

3. Алексеев, Л.С. Контроль качества воды: Учебник для средних специальных учебных заведений по спец. "Водоснабжение и водоотведение" / Л. С. Алексеев. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : ИНФРА-М, 2010. - 159 с.

4. Соколов, Б.А. Вспомогательное оборудование котлов. Водоподготовка: учебное пособие / Б.А.Соколов. – М.: Академия, 2009. – 64 с.

### **б) дополнительная литература:**

5. Рябчиков, Б.Е. Современная водоподготовка / Б. Е. Рябчиков. - М. : ДеЛи плюс, 2013. - 680 с.

6. Технический справочник по обработке воды в 2-х т.: пер. с фр. - 2-е изд. - СПб. : Новый журнал, 2007. - Т. 1. - 815 с.

7. Технический справочник по обработке воды в 2-х т.: пер. с фр. - 2-е изд. - СПб. : Новый журнал., 2007. - Т. 2. - 777-1696 с.

8. Руководство по анализу воды. Питьевая и природная вода, почвенные вытяжки / сост. А. Г. Муравьев [и др.] ; под ред. А. Г. Муравьева. - 2-е изд., перераб. - СПб. : [б. и.], 2012. - 262 с.

9. Другов, Ю.С. Анализ загрязненной воды: практическое руководство / Ю. С. Другов, А. А. Родин. - Электрон. текстовые дан. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 678 с. (ЭБС).

10. СанПиН 2.1.4.2652-10. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества : Изменение 3 к СанПиН 2.1.4.1074-01. - Введ. с 30.07.2010. - М.: Роспотребнадзор, 2010. - 27 с.

#### **в) вспомогательная литература:**

10. СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества: Санитар.-эпидемиолог. правила и нормативы: СанПиН 2.1.4.1074-01. - Введ. с 01.01.2002. - М.: Федер. центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2002. - 103 с.

11. СанПиН 2.2.1/2.1.1.2555-09. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов: Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы / Федер. служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. - Введ. с 01.12.2009. - М. : Роспотребнадзор, 2009. - 6 с.

#### **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

учебный план, РПД и учебно-методические материалы:  
<http://media.technolog.edu.ru>

Водоснабжение и водоотведение: электронный учебник /под редакцией Гринько Е.А. – Ижевск: ИжГТУ, 2009 [http://old.istu.ru/files/material-static/6412/Elec\\_ViV.pdf](http://old.istu.ru/files/material-static/6412/Elec_ViV.pdf)

Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений:электронный учебник Т.1 – Т.3. – 2005 <http://housecomputer.ru/business/construction/infrastructure/books/books-VK.html>  
[www.engineering-ecology.narod.ru](http://www.engineering-ecology.narod.ru).

<http://www.aquitec.ru/>

Официальный сайт ВНИИВОДГЕО <http://www.watergeo.ru/>

Официальный сайт УралВОДГЕО <http://uralvodgeo.ru/>

<http://vodopodgotovka.info/>

[http://aquasorbent.ru/Articles/Pro\\_Info/vodopodgotovka\\_belikov\\_2007.pdf](http://aquasorbent.ru/Articles/Pro_Info/vodopodgotovka_belikov_2007.pdf)

<http://www.aquitec.ru/> <http://ozon-voda.ru/ozonirovanie-vodi>

<http://uralvodgeo.ru/>

<http://www.water-technics.ru>

[http://aqua-r.ru/poleznaya\\_informaciya/vodopodgotovka](http://aqua-r.ru/poleznaya_informaciya/vodopodgotovka)

электронно-библиотечные системы:

«Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;

«Лань» <https://e.lanbook.com/books/>.

#### **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Все виды занятий по дисциплине «Технология водоподготовки» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ (ТУ) 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ (ТУ) 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ (ТУ) 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ (ТУ) 016-2015. КС УКДВ. Порядок организации и проведения зачетов и экзаменов.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

- плановость в организации учебной работы;
- серьезное отношение к изучению материала;
- постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходиться, имея багаж знаний и вопросов по уже изученному материалу.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

### **10.1. Информационные технологии.**

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

- чтение лекций с использованием слайд-презентаций;
- учебные видеоматериалы по водоснабжению и водоотведению с сайта <http://www.know-house.ru/video/>;
- взаимодействие с обучающимися посредством электронной почты.

### **10.2. Программное обеспечение.**

- Microsoft Office;
- пакет прикладных программ MathCad 14.

### **10.3. Информационные справочные системы.**

Справочно-информационная система поиска нормативных документов по строительству <http://gostrf.com/>

## **11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Для ведения лекционных и практических занятий используется аудитория, оборудованная средствами оргтехники, на 16 посадочных мест.

Для проведения практических занятий используется компьютерный класс, оборудованный персональными компьютерами, объединенными в сеть.

## **12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.**

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебный процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014г.

**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации по  
дисциплине «Технология водоподготовки»**

**1. Перечень компетенций и этапов их формирования.**

<b>Компетенции</b>		
<b>Индекс</b>	<b>Формулировка</b>	<b>Этап формирования</b>
<b>ПК-8</b>	<b>владение технологией, методами доводки и освоения технологических процессов</b> строительного производства, эксплуатации, обслуживания зданий, сооружений, инженерных систем, производства строительных материалов, изделий и конструкций, машин и оборудования	Промежуточный
<b>ПК-15</b>	способность составлять отчеты по выполненным работам, участвовать во внедрении результатов исследований и практических разработок	Промежуточный

**Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания.**

Освоение раздела № 1	Знает основные показатели качества воды и требования, предъявляемые к воде различными потребителями. Умеет оценивать качество природной воды. Владеет методами выбора методов ее обработки.	Правильные ответы на вопросы № 1-15 к зачету	ПК-15
Освоение раздела №2	Знает передовые отечественные и зарубежные технологии водоподготовки; современное эффективное оборудование для улучшения качества природной воды. Умеет: составлять отчеты о работе сооружений водоподготовки. Владеет: навыками внедрения результатов исследований и практических разработок в области водоподготовки.	Правильные ответы на вопросы № 16-42 к зачету	ПК-15
Освоение раздела № 3	Знает методы подготовки воды из подземных водоисточников для питьевого и технического водоснабжения. Умеет: составлять отчеты о работе сооружений водоподготовки. Владеет методами расчета и проектирования станций подготовки воды из подземных источников.	Правильные ответы на вопросы № 43-49 к зачету	ПК-15
Освоение раздела №4	Знает основные методы умягчения, опреснения и обессоливания воды. Умеет выбирать способ умягчения, опреснения или обессоливания воды конкретного состава. Владеет методами расчета и проектирования оборудования для методы умягчения, опреснения и обессоливания воды.	Правильные ответы на вопросы № 50-58 к зачету	ПК-8
Освоение раздела № 5	Знает методы очистки природной воды от основных антропогенных загрязнений. Умеет выбирать методы очистки воды от антропогенных соединений азота, ПАВ, гербицидов, пестицидов, радиоактивных веществ. Владеет методами доочистки сточных вод для использования в техническом водоснабжении.	Правильные ответы на вопросы № 59-82 к зачету	ПК-8
Освоение раздела № 6	Знает общие принципы проектирования водоочистных комплексов водоподготовки. Знает принципы компоновки водоочистных комплексов. Умеет выбирать технологические схемы, типовые сооружения и реагенты. Умеет составлять высотные схемы и выполнять планировку водоочистных сооружений.	Правильные ответы на вопросы № 83-85 к зачету	ПК-8

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):  
поскольку по дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачета, то результат оценивания – «зачтено», «не зачтено».

### 3 Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации

#### 3.1 Контрольные работы

##### Контрольная работа № 1

##### Задание 1.1

Рассчитать основные геометрические размеры тонкослойного прямого трубчатого отстойника непрерывного действия с пакетом (блоком) трубок квадратного сечения для очистки от взвешенных веществ  $V$  ( $\text{м}^3/\text{сут}$ ) природной воды, содержащей  $x_n$  ( $\text{кг}/\text{м}^3$ ) твердой фазы, до концентрации  $x_k$  ( $\text{кг}/\text{м}^3$ ). Дисперсный состав твердой фазы:

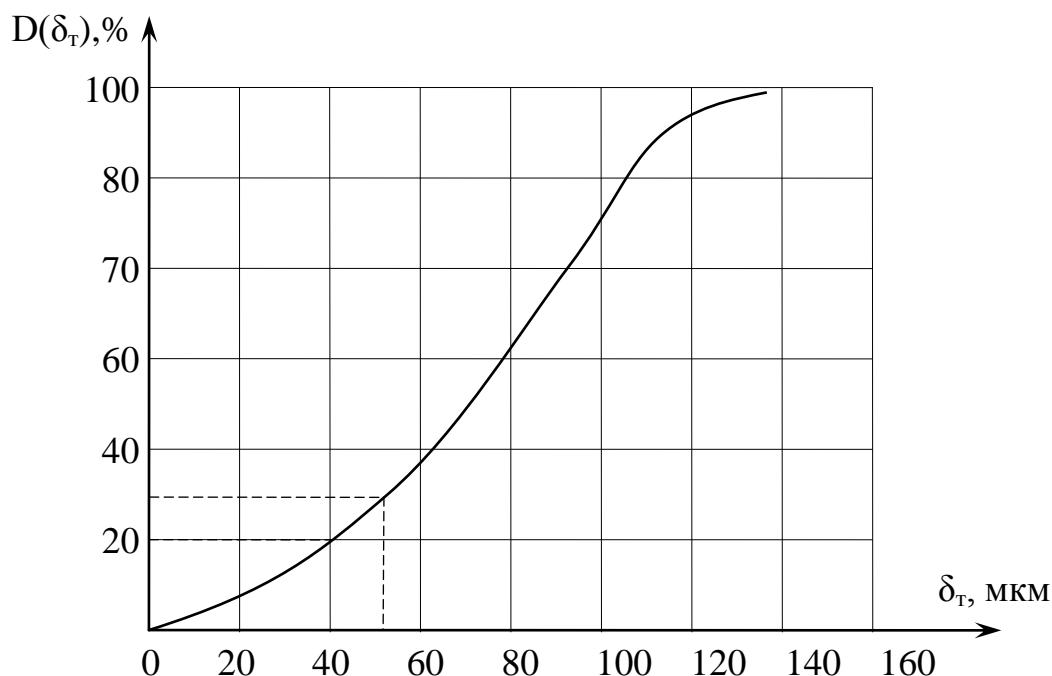
$\delta$ , мкм	25	50	75	100	125	150
$R(\delta)$ , %	90	70	50	30	10	0

Плотность твердой фазы  $\rho_{\text{ТВ}}$   $\text{кг}/\text{м}^3$ . Жидкая фаза – вода при температуре  $20^\circ\text{C}$ . Коэффициент трения скольжения осадка по материалу труб  $k_{\text{тр}}$ . Угол наклона блока трубок к горизонту  $\alpha$ ,  $^\circ$ .

№ варианта	$V$ , $\text{м}^3/\text{сут}$	$x_n$ , $\text{кг}/\text{м}^3$	$x_k$ , $\text{кг}/\text{м}^3$	$\rho_{\text{ТВ}}$ , $\text{кг}/\text{м}^3$	$k_{\text{тр}}$	$\alpha$ , $^\circ$
1	500	0,04	0,012	1500	0,6	60
2	510	0,05	0,015	1600	0,55	45
3	520	0,06	0,02	1700	0,50	60
4	530	0,01	0,003	1800	0,54	45
5	540	0,02	0,007	1900	0,56	60
6	550	0,03	0,008	2000	0,57	45
7	560	0,04	0,012	2100	0,58	60
8	570	0,05	0,014	2200	0,59	45
9	580	0,06	0,018	2300	0,6	60
10	590	0,01	0,004	2400	0,61	45
11	600	0,02	0,006	2500	0,62	60
12	610	0,03	0,009	2600	0,63	45
13	620	0,04	0,012	2500	0,64	60
14	630	0,05	0,015	2400	0,65	45
15	640	0,06	0,019	2300	0,51	60
16	650	0,01	0,003	2200	0,52	45
17	660	0,02	0,006	2100	0,53	60
18	670	0,03	0,01	2000	0,54	45
19	680	0,04	0,012	1900	0,55	60
20	690	0,05	0,016	1800	0,56	45
21	700	0,06	0,02	1700	0,57	60
22	710	0,05	0,016	1600	0,58	45
23	720	0,04	0,012	1500	0,59	60
24	730	0,03	0,009	1400	0,60	45
25	750	0,02	0,006	2500	0,56	60

### Задание 1.2

Определить требуемый диаметр и количество гидроциклонов для очистки  $V$  м<sup>3</sup>/час природной воды, содержащей  $x_H$  кг/м<sup>3</sup> твердых примесей плотностью  $\rho_T$  кг/м<sup>3</sup> до остаточной концентрации твердой фазы  $x_K$  кг/м<sup>3</sup>. Дисперсный состав примесей задан функцией  $D(\delta_T)$ .



№ варианта	$V$ , м <sup>3</sup> /час	$x_H$ , кг/м <sup>3</sup>	$x_K$ , кг/м <sup>3</sup>	$\rho_T$ , кг/м <sup>3</sup>
1	80	0,21	0,06	2500
2	75	0,22	0,065	2600
3	70	0,23	0,07	2700
4	65	0,24	0,072	2400
5	60	0,25	0,075	2300
6	63	0,26	0,078	2200
7	66	0,27	0,08	2250
8	69	0,28	0,085	2350
9	72	0,29	0,088	2450
10	76	0,30	0,09	2550
11	79	0,31	0,093	2650
12	82	0,32	0,096	2280
13	85	0,33	0,099	2320
14	88	0,34	0,1	2360
15	91	0,35	0,105	2410
16	94	0,36	0,108	2440
17	98	0,37	0,11	2470
18	100	0,38	0,115	2510
19	103	0,39	0,118	2540
20	106	0,4	0,12	2580



### Задание 1.3

Рассчитать требуемый диаметр однослойного напорного фильтра с неподвижным слоем зернистой загрузки, время фильтроцикла и необходимый напор обслуживающего его насоса. Загрузка – монодисперсный кварцевый песок с частицами шарообразной формы  $\delta_3$ , мм. Начальная порозность слоя  $\varepsilon_0 = 0,33$ . Объемный расход воды  $V$ , м<sup>3</sup>/час. Рекомендуемая скорость фильтрования  $w_\phi$ , м/час. Высота слоя  $H$ , м. Грязеемкость слоя  $E$ , кг/м<sup>3</sup>. Начальная концентрация взвешенных веществ  $x_n$ , кг/м<sup>3</sup>; требуемая их конечная концентрация  $x_k$ , кг/м<sup>3</sup>. Плотность осадка  $\rho_{ос}$ , кг/м<sup>3</sup>. Суммарное гидравлическое сопротивление распределительной системы и дренажа  $\Sigma\Delta p_{мс}$ , Па.

№ варианта	$V$ , м <sup>3</sup> /ч	$w_\phi$ , м/ч	$H$ , м	$\delta_3$ , мм	$E$ , кг/м <sup>3</sup>	$\rho_{ос}$ , кг/м <sup>3</sup>	$x_n$ , кг/м <sup>3</sup>	$x_k$ , кг/м <sup>3</sup>	$\Sigma\Delta p_{мс}$ , Па
1	10	2	0,8	0,5	125	1105	0,01	0,001	$1,0 \cdot 10^4$
2	15	3	0,85	0,6	150	1050	0,02	0,002	$1,05 \cdot 10^4$
3	20	4	0,9	0,7	175	1100	0,03	0,003	$0,90 \cdot 10^4$
4	25	2	0,95	0,8	200	1200	0,04	0,004	$0,95 \cdot 10^4$
5	5	3	1,0	1,0	100	1100	0,05	0,005	$1,1 \cdot 10^4$
6	10	4	1,05	0,5	125	1050	0,01	0,001	$1,2 \cdot 10^4$
7	15	2	1,1	0,6	150	1075	0,02	0,002	$1,0 \cdot 10^4$
8	20	3	1,15	0,7	175	1100	0,03	0,003	$1,08 \cdot 10^4$
9	25	4	1,2	0,8	200	1080	0,04	0,004	$1,2 \cdot 10^4$
10	5	2	1,25	1,0	100	1150	0,05	0,005	$0,98 \cdot 10^4$
11	10	3	1,3	0,5	125	1120	0,01	0,001	$1,02 \cdot 10^4$
12	15	4	1,2	0,6	150	1110	0,02	0,002	$1,1 \cdot 10^4$
13	20	2	1,1	0,7	175	1090	0,03	0,003	$1,0 \cdot 10^4$
14	25	3	1,0	0,8	200	1105	0,04	0,004	$0,9 \cdot 10^4$
15	5	4	0,9	1,0	100	1100	0,05	0,005	$1,0 \cdot 10^4$
16	10	2	1,0	0,5	125	1090	0,01	0,001	$1,3 \cdot 10^4$
17	15	3	1,1	0,6	150	1150	0,02	0,002	$1,2 \cdot 10^4$
18	20	4	1,0	0,7	175	1120	0,03	0,003	$1,1 \cdot 10^4$
19	5	2	0,9	0,8	200	1080	0,04	0,004	$1,05 \cdot 10^4$
20	12	3	1,15	1,0	100	1100	0,05	0,005	$1,08 \cdot 10^4$

## Контрольная работа № 2

### Задание 2.1

Рассчитать геометрические размеры слоя ионита, потери давления в нем и требуемый расход регенерирующих веществ в ионообменной установке при исходных данных, приведенных в таблице ниже.

Число регенераций в сутки рекомендуется принять равным  $n_{\text{рег}} = 2 \text{сут}^{-1}$ ; время вспомогательных операций  $\Sigma \tau_{\text{всп}} = 2 \text{часа}$ .

$V$  – расход воды, подлежащей очистке,  $\text{м}^3/\text{час}$ ;

$C_{\text{н}}$  – начальная (исходная) концентрация анионов-загрязнителей,  $\text{г}\cdot\text{экв}/\text{м}^3$ ;

$\Sigma C_{\text{к}}$  – суммарная конечная концентрация анионов-загрязнителей,  $\text{г}\cdot\text{экв}/\text{м}^3$ ;

$E_{\text{полн.}}$  – полная обменная емкость анионообменной смолы,  $\text{г}\cdot\text{экв}/\text{м}^3$ ;

$\delta_3$  – средний эквивалентный диаметр зерен анионообменной смолы,  $\text{мм}$ ;

$\varepsilon$  – порозность (объемная доля пустот) слоя анионообменной смолы.

№ варианта	$V, \text{м}^3/\text{ч}$	Исходная концентрация анионов $C_{\text{н}} \cdot 10^2, \text{г}\cdot\text{экв}/\text{м}^3$				$\Sigma C_{\text{к}} \cdot 10^2, \text{г}\cdot\text{экв}/\text{м}^3$	$E_{\text{полн. анионита}}, \text{г}\cdot\text{экв}/\text{м}^3$	$\delta_3, \text{мм}$	$\varepsilon$
		$\text{Cl}^{-1}$	$\text{NO}_3^{-1}$	$\text{NO}_2^{-1}$	$\text{PO}_4^{-3}$				
1	40	5	4,4	6,4	8,1	0,3	1500	0,8	0,36
2	45	3,0	6,2	8,0	5,3	0,4	1600	0,6	0,33
3	50	3,1	6,1	7,5	5,6	0,5	1700	0,5	0,31
4	55	3,8	8,3	3,9	5,0	0,3	1700	0,7	0,38
5	60	5,3	6,2	7,1	4,0	0,4	1600	0,8	0,37
6	65	3,7	4,0	7,3	6,8	0,5	1500	0,7	0,35
7	35	4,3	4,7	5,8	6,9	0,3	1600	0,6	0,35
8	30	4,1	4,9	5,1	6,7	0,4	1400	0,7	0,39
9	25	3,8	7,0	6,9	3,3	0,5	1400	0,65	0,38
10	20	7,2	6,0	5,1	4,3	0,3	1600	0,65	0,39
11	35	7,1	6,3	4,8	4,9	0,4	1700	0,7	0,38
12	40	5,9	5,7	6,0	3,4	0,5	1800	0,6	0,39
13	45	4,3	4,9	4,7	5,0	0,4	1750	0,8	0,35
14	50	5,3	5,9	4,9	5,1	0,5	1700	0,85	0,34
15	55	3,9	5,6	4,8	7,0	0,3	1680	0,7	0,33
16	60	4,1	4,7	4,3	8,2	0,4	1650	0,8	0,35
17	65	4,3	6,1	4,7	3,9	0,3	1670	0,6	0,38
18	70	4,4	6,4	7,1	5,3	0,4	1540	0,7	0,36
19	75	4,8	5,8	5,9	4,2	0,5	1580	0,8	0,34
20	80	7,3	6,2	3,8	3,1	0,4	1500	0,7	0,37

### Задание 2.2

Рассчитать требуемое количество стандартных фильтрующих элементов БТМ 0,5/2 в установке, предназначенной для микрофильтрации  $V$  л/час воды, содержащей  $0,03 \text{кг}/\text{м}^3$  тонкодисперсных взвешенных веществ. Концентрация взвешенных веществ в фильтрате близка к нулю. Предельно допустимое содержание взвешенных веществ в концентрате, при котором возможно перекачивание суспензии, составляет  $30 \text{кг}/\text{м}^3$ . Проницаемость мембран фильтрующих элементов при рабочем давлении  $0,4 \text{МПа}$  равна  $1,4 \cdot 10^{-5} \text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ . Каждый элемент БТМ 0,5/2 с внутренней фильтрующей поверхностью состоит из 7 трубок с внутренним диаметром 13 мм, длиной 2 м. Во избежание отложений твердой фазы на фильтрующей поверхности, скорость жидкости в трубках элемента должна быть не менее 4 м/с. Внутренний диаметр переходников к элементам БТМ

составляет 57 мм, длина переходников 100 мм. Радиус изгиба верхнего калача равен пяти диаметрам трубы, из которой он изготовлен. Определить требуемые производительность и напор циркуляционного насоса, обслуживающего установку. Подобрать соответствующий центробежный насос.

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
V, л/ч	500	560	600	640	680	720	750	800	840	880
№ варианта	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
V, л/ч	900	960	1000	1200	850	760	660	550	480	400

### Задание 2.3

Рассчитать основные геометрические размеры цилиндрического аппарата и инжектора(ов) для дезинфекции  $V$  м<sup>3</sup>/час воды дозой озона  $\gamma$  г/м<sup>3</sup>. Необходимое время контакта воды с озоном  $\tau$  минут. Температура воды  $t_{\text{воды}}, ^\circ\text{C}$ . Температура окружающего воздуха  $t_{\text{возд}}, ^\circ\text{C}$ . Аэродинамическое сопротивление озонатора  $\Delta p_{\text{оз}}$  (мм вод.ст.). Потери давления в аппарате каталитического разложения остаточного озона  $\Delta p_{\text{кд}}$  (мм вод.ст.). Установка обслуживается центробежным насосом с напором  $H_{\text{нас}}$ , м.вод.ст.

№ варианта	V, м <sup>3</sup> /час	$\gamma$ , г/м <sup>3</sup>	$\tau$ , мин	$t_{\text{воды}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{возд}}, ^\circ\text{C}$	$\Delta p_{\text{оз}}$ , мм вод.ст.	$\Delta p_{\text{кд}}$ , мм вод.ст.	$H_{\text{нас}}$ , м вод.ст.
1	100	3	6	25	20	900	400	42
2	200	3	7	22	20	1100	450	45
3	160	3	5	24	20	850	500	46
4	150	4	6	26	20	700	600	40
5	80	4	7	30	20	750	650	44
6	85	3,5	5	32	20	950	700	42
7	70	4,5	6	34	20	1000	800	46
8	140	4	7	36	20	780	500	52
9	145	3,5	5	38	20	850	550	52
10	150	2,5	6	40	20	920	600	48
11	160	3,5	7	35	20	980	650	49
12	180	2,5	5	30	20	1050	700	44
13	300	3,5	6	32	15	800	680	45
14	150	4	7	25	15	900	650	40
15	160	4	5	24	18	1050	630	50
16	175	3,5	6	23	17	1000	600	52
17	180	3,75	7	22	18	980	640	48
18	200	3,3	5	21	20	900	630	50
19	120	2,4	7	20	15	850	500	46
20	210	2,8	6	19	15	800	540	48

### 3.2 Вопросы к зачету

#### а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-13:

1. Природные воды, используемые для централизованного водоснабжения.
2. Классификация природных вод и их санитарная оценка.
3. Антропогенное влияние на состояние природных водоисточников.
4. Зоны санитарной охраны водоисточников.
5. Выбор источника централизованного водоснабжения.
6. Основные виды потребления воды.
7. Нормы хозяйственно-питьевого водопотребления.
8. Характеристики качества воды природных источников и требования, предъявляемые к ним различными потребителями.
9. Основные показатели качества воды.
10. Органолептические показатели качества воды.
11. Физико-химические показатели качества воды.
12. Биологические показатели качества воды.
13. Санитарно-бактериологические показатели качества воды.
14. Требования СанПиН к хозяйственно-питьевой воде.
15. Требования, предъявляемые к воде различными промышленными потребителями.
16. Классификация основных технологических схем улучшения качества воды из поверхностных природных источников.
17. Критерии для выбора технологической схемы и состава сооружений для подготовки питьевой воды.
18. Очистка воды от тонкодисперсных и коллоидных примесей коагуляцией и флокуляцией.
19. Физико-химические основы коагуляции примесей воды. Оптимальные условия коагуляции.
20. Реагенты, применяемые при водоподготовке. Интенсификация процесса конвективной коагуляции примесей воды.
21. Определение оптимальных доз коагулянтов и флокулянтов.
22. Контактная коагуляция.
23. Электрокоагуляция.
24. Реагентное хозяйство. Хранение и складирование реагентов. Аппаратура для приготовления реагентов к дозированию. Способы и устройства для дозирования реагентов.
25. Смешение реагентов с водой. Конструкции смесительных устройств. Камеры хлопьеобразования.
26. Очистка воды от тонкодисперсных и коллоидных примесей флокуляцией. Теоретические основы процесса флокуляции. Флокулянты. Конструкции флокуляторов.
27. Осветление природной воды поверхностных источников гравитационным отстаиванием.
28. Теоретические основы осаждения взвесей. Методы расчета скоростей свободного и стесненного осаждения твердых частиц и всплывания капель маслонефтепродуктов.
29. Типы отстойников и область их применения.
30. Горизонтальные, вертикальные, радиальные емкостные отстойники. Методики расчета габаритных размеров.

31. Отстаивание в тонком слое жидкости. Конструкции тонкослойных отстойников и маслонефтеловушек. Методики их расчета.
32. Осветлители-коагуляторы со взвешенным слоем осадка.
33. Очистка воды фильтрованием. Сущность процесса. Классификация фильтров по принципу действия.
34. Теоретические основы очистки воды фильтрованием через зернистые материалы.
35. Медленные, скорые и сверхскорые фильтры. Оптимизация режима фильтрования.
36. Конструкции и методы расчета фильтров с зернистой загрузкой.
37. Методы обеззараживания (дезинфекции) воды.
38. Хлорирование воды. Достоинства и недостатки метода. Технологические режимы и аппаратное оформление.
39. Электролизные установки для обеззараживания воды.
40. Озонирование воды и его аппаратное оформление.
41. Методика расчета установок для дезинфекции воды озоном.
42. Обеззараживание воды бактерицидными лучами.
43. Методы улучшения качества воды подземных источников.
44. Способы дезодорации воды.
45. Адсорбция токсичных органических и минеральных микрозагрязнений воды.
46. Гигиенические нормативы содержания фтора в питьевой воде. Технологии фторирования и обесфторивания воды.
47. Обезжелезивание питьевой воды.
48. Деманганация воды.
49. Способы дегазации воды.

**б) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-8:**

50. Способы умягчения воды.
51. Технологии и оборудование для опреснения воды.
52. Технологии и оборудование для обессоливания воды.
53. Дистилляционные методы (выпаривание).
54. Ионообменные методы опреснения и обессоливания воды.
55. Мембранные методы умягчения, опреснения и обессоливания воды.
56. Электродиализ.
57. Обратный осмос и нанофильтрация.
58. Технологические схемы мембранных установок.
59. Антропогенные загрязнения воды природных источников.
60. Методы удаления нитритов и нитратов.
61. Методы удаления аммиака и аммония.
62. Удаление из воды бора, брома, бария, селена, стронция, мышьяка.
63. Очистка воды от синтетических поверхностно-активных веществ (ПАВ).
64. Удаление из воды пестицидов, гербицидов, ихтиоцидов и др. веществ.
65. Очистка воды от радиоактивных веществ.
66. Доочистка сточных вод для использования в техническом водоснабжении.
67. Особенности технологии подготовки воды для предприятий промышленности и энергетики.
68. Требования, предъявляемые к воде, подаваемой в контуры теплоэнергетического оборудования.
69. Удаление из воды растворенных газов.
70. Методы умягчения воды при подготовке ее для технических целей.
71. Магнитная обработка воды для борьбы с накипеобразованием.
72. Опреснение и обессоливание воды в технических целях.

73. Оборудование для дистилляции воды.
74. Обессоливание воды методом ионного обмена.
75. Обессоливание воды методом электролиза.
76. Обессоливание воды методом обратного осмоса.
77. Обескремнивание питательной воды для котлов.
78. Стабилизация технической воды.
79. Способы обесцвечивания воды.
80. Борьба с биологическим обрастанием труб и теплообменных аппаратов.
81. Оборудование для обеззараживания воды.
82. Оборудование для финишной доочистки питьевой воды (ультрафильтрация).
83. Проектирование водоочистных комплексов хозяйственно-питьевого водоснабжения. Основы выбора технологической схемы, сооружений и реагентов.
84. Высотная схема и планировка водоочистных сооружений. Принципы компоновки водоочистных комплексов.
85. Повторное использование промывной воды и обработка осадка на водоочистных комплексах.

К зачету допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче зачета, студент получает три вопроса из перечня, приведенного выше.

Время подготовки студента к устному ответу на вопросы – 45 мин.

**4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПб ГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ. Порядок проведения зачетов и экзаменов.