

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Набережночелнинский институт (филиал)  
Отделение информационных технологий и энергетических систем



Утверждаю

Первый заместитель директора  
НЧИ КФУ Симонова Л. А.



\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

## **Программа дисциплины**

Физико-химические основы водоподготовки

Направление подготовки: 13.03.01 - Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки: Промышленная теплоэнергетика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: заочное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
  - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
  - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
- 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) Бударова О.П.

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

<b>Шифр компетенции</b>	<b>Расшифровка приобретаемой компетенции</b>
ПК-10	готовностью к участию в работах по освоению и доводке технологических процессов
ПК-9	способностью обеспечивать соблюдение экологической безопасности на производстве и планировать экозащитные мероприятия и мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на производстве

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- состав оборудования водоподготовительных установок различного вида;
- правила технического обслуживания водоподготовительных установок;
- основные методы очистки воды в ВПУ;
- технологические схемы водоподготовительных установок

Должен уметь:

- определять расчетное количество реагентов для водоподготовительных установок;
- выбирать оборудование и материалы для водоподготовительных установок.

Должен владеть:

навыками творческого обобщения полученных знаний, конкретного и объективного изложения своих знаний в письменной и устной форме.

Должен демонстрировать способность и готовность:

применять полученные знания на практике.

**2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО**

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.1 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 13.03.01 "Теплоэнергетика и теплотехника (Промышленная теплоэнергетика)" и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе в 7 семестре.

**3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) на 144 часа(ов).

Контактная работа - 12 часа(ов), в том числе лекции - 6 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 6 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 128 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 4 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 7 семестре.

#### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

##### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. 1.Физико-химические основы процесса коагуляции. 2. Коагуляция воды в осветлителе.	7	2	0	2	32
2.	Тема 2. 1. Физико-химические основы фильтрования. Контактные осветлители. 2.Снижение щелочности, умягчение и обескремнивание природных вод методом осаждения.	7	2	0	2	32
3.	Тема 3. 1.Обработка природных вод и конденсатов методом ионного обмена. 2.Физико-химические основы метода ионного обмена	7	1	0	1	32
4.	Тема 4. Оборудование ионообменных водоподготовительных установок	7	1	0	1	32
	Итого		6	0	6	128

##### 4.2 Содержание дисциплины (модуля)

###### Тема 1. 1.Физико-химические основы процесса коагуляции. 2. Коагуляция воды в осветлителе.

1. Предварительная очистка воды. Понятие коагуляции. Причины устойчивости коллоидных растворов. Схема строения коллоидной мицеллы. Адсорбционный и диффузионный электрические слои мицеллы. Поверхность скольжения коллоидной частицы в растворе. Силы притяжения и отталкивания между коллоидными частицами. Понятие ?силового барьера?. Условия укрупнения коллоидных частиц. Зависимость процесса коагуляции от значения водородного показателя pH. Понятие изоэлектрической точки коллоидной системы. Виды коагулянтов, применяемых в технологическом процессе коагулирования. Структура хлопьев, образующихся при коагуляции. Химические реакции гидролиза коагулянта и последующего окисления продуктов гидролиза. Оптимальная температура коагулируемой воды, перемешивание. Выбор вида и эксплуатационной дозы коагулянта, а также дозы щелочного реагента и оптимальной величины pH.

2.Принципиальная схема коагуляционной установки с осветлителем. Состав оборудования, принцип действия. Схема осветлителя ЦНИИ-2 для удаления из воды грубодисперсных и коллоидных примесей с применением коагуляции сульфатом алюминия. Устройство осветлителя, принцип его действия. Дозаторы растворов коагулянта и щелочных реагентов. Насос-дозатор плунжерного типа. Его устройство и принцип действия. Схема дозирования раствора коагулянта с помощью насосов ?дозаторов. Основы технического обслуживания осветлителей.

3. Контактные осветлители. График протекания процесса осветления воды по высоте фильтрующего слоя в зависимости от времени после начала фильтрации. Скорость фильтрования. Перепад давления или потеря напора в фильтре. Виды осветлительных фильтров и их классификация. Конструкция однопоточного вертикального осветлительного фильтра. Конструкция напорного осветлительного фильтра. Схема двухкамерного осветлительного фильтра. Преимущество двух- и трехкамерных фильтров по сравнению с однокамерными. Фильтрующие материалы, применяемые на водоподготовительных установках. Крупность и неоднородность фильтрующего материала, его механическая прочность. Эксплуатация осветлительных фильтров. Интенсивность промывки. Удельная грязеемкость фильтрующих материалов.

4. Химические реакции при обработке воды содой, известью, гидроксидом натрия и тринатрийфосфатом. Эффективность обработки воды методами осаждения. Физико-химические основы обработки воды методом осаждения. Снижение щелочности и умягчение воды известкованием. Применение коагуляции для снижения щелочности и удаления грубодисперсных и коллоидных примесей одновременно с известкованием. Обработка вод с большой некарбонатной жесткостью дополнительным введением соды.

### **Тема 2. 1. Физико-химические основы фильтрования. Контактные осветлители. 2. Снижение щелочности, умягчение и обескремнивание природных вод методом осаждения.**

Физико-химические основы фильтрования. Контактные осветлители. График протекания процесса осветления воды по высоте фильтрующего слоя в зависимости от времени после начала фильтрации. Скорость фильтрования. Перепад давления или потеря напора в фильтре. Виды осветлительных фильтров и их классификация. Конструкция однопоточного

вертикального осветлительного фильтра. Конструкция напорного осветлительного фильтра. Схема двухкамерного осветлительного фильтра. Преимущество двух- и трехкамерных фильтров по сравнению с однокамерными. Фильтрующие материалы, применяемые на водоподготовительных установках. Крупность и неоднородность фильтрующего материала, его механическая прочность. Эксплуатация осветлительных фильтров. Интенсивность промывки. Удельная грязеемкость фильтрующих материалов.

### **Тема 3. 1. Обработка природных вод и конденсатов методом ионного обмена. 2. Физико-химические основы метода ионного обмена**

5. Физико-химические основы процесса ионного обмена. Принципиальное отличие обработки воды методом ионного обмена от обработки воды методами осаждения. Катионирование и анионирование, применяемые для умягчения, обессоливания и обескремнивания добавочной питательной воды парогенераторов, загрязненных конденсатов и подпиточной воды тепловых сетей. Восстановление истощенного ионита. Виды ионитов.

Коэффициент набухания ионита. Схема структуры молекулы ионита. Катиониты и их свойства. Химическая и термическая стойкость, рабочая обменная емкость катионитов. Механическая прочность. Аниониты и их свойства. Показатели качества анионитов. Марки анионитов. Выбор расчетной обменной емкости.

### **Тема 4. Оборудование ионообменных водоподготовительных установок**

Конструкция ионитных фильтров. Их классификация. Схемы Н-катионитных фильтров. Схема противоточного катионитного фильтра. Схема ионитного фильтра смешанного действия. Ионитные фильтры с внешней регенерацией и пульсирующего действия. Схема установки для обессоливания конденсата с внешней регенерацией ионитов.

## **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

Мартынова О.И., Петрова Т.И. и др. Расчет водно-химических режимов теплоэнергетических установок. М.: МЭИ, 1998. - 148 с. - search.rsl.ru

Стерман Л.С., Покровский В.Н. Физические и химические методы обработки воды на ТЭС. М.: Энергоатомиздат, 1991. - 328 с. - <http://znaniium.com/bookread.php?book=412279>.

Фрог Б.Н., Левченко А.П. "Водоподготовка"/Учеб. пособие для вузов-М.:изд.МГУ,1996.-680 - proectant.org

## **6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

**6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения**

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
<b>Семестр 7</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
1	Реферат	ПК-9	1. 1.Физико-химические основы процесса коагуляции. 2. Коагуляция воды в осветлителе. 2. 1. Физико-химические основы фильтрования. Контактные осветлители. 2.Снижение щелочности, умягчение и обескремнивание природных вод методом осаждения. 3. 1.Обработка природных вод и конденсатов методом ионного обмена. 2.Физико-химические основы метода ионного обмена
2	Устный опрос	ПК-10	1. 1.Физико-химические основы процесса коагуляции. 2. Коагуляция воды в осветлителе. 2. 1. Физико-химические основы фильтрования. Контактные осветлители. 2.Снижение щелочности, умягчение и обескремнивание природных вод методом осаждения. 3. 1.Обработка природных вод и конденсатов методом ионного обмена. 2.Физико-химические основы метода ионного обмена
3	Лабораторные работы	ПК-9 , ПК-10	4. Оборудование ионообменных водоподготовительных установок
	<b>Зачет</b>	ПК-10, ПК-9	

**6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Семестр 7</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
Реферат	Тема раскрыта полностью. Продемонстрировано превосходное владение материалом. Используются надлежащие источники в нужном количестве. Структура работы соответствует поставленным задачам. Степень самостоятельности работы высокая.	Тема в основном раскрыта. Продемонстрировано хорошее владение материалом. Используются надлежащие источники. Структура работы в основном соответствует поставленным задачам. Степень самостоятельности работы средняя.	Тема раскрыта слабо. Продемонстрировано удовлетворительное владение материалом. Используются источники и структура работы частично соответствуют поставленным задачам. Степень самостоятельности работы низкая.	Тема не раскрыта. Продемонстрировано неудовлетворительное владение материалом. Используются источники недостаточны. Структура работы не соответствует поставленным задачам. Работа несамостоятельна.	1
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	2

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Лабораторные работы	Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы в основном соответствует её целям.	Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.	3
	<b>Зачтено</b>		<b>Не зачтено</b>		
<b>Зачет</b>	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины.		Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.		

**6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**Семестр 7**

**Текущий контроль**

**1. Реферат**

Темы 1, 2, 3

1. Конструкция ионитных фильтров. Их классификация.
2. Схемы Н-катионитных фильтров.
3. Схема противоточного катионитного фильтра.
4. Схема ионитного фильтра смешанного действия.
5. Ионитные фильтры с внешней регенерацией и пульсирующего действия.
6. Схема установки для обессоливания конденсата с внешней регенерацией ионитов.
7. Схема автоматизированного непрерывно противоточного ионообменного процесса. Принцип работы.
8. Физико-химические основы фильтрования.
9. Контактные осветлители.
10. Снижение щелочности, умягчение и обескремнивание природных вод методом осаждения.

**2. Устный опрос**

Темы 1, 2, 3

1. Дать определение процессу коагуляции
2. Как происходит осветление воды в осветлителе?
3. В чем заключаются физико-химические основы фильтрования?
4. Что такое контактные осветлители?
5. Каким образом снижают щелочность природных вод?
6. Как производят умягчение природных вод?
7. Что называют декарбонизацией?
8. Что называют методом ионного обмена?
9. Назовите свойства катионитов
- 10 Назовите свойства анионитов.

**3. Лабораторные работы**

Тема 4

1. Конструкция ионитных фильтров. Их классификация. Схемы Н-катионитных фильтров.
2. Схема противоточного катионитного фильтра. Схема ионитного фильтра смешанного действия.

3. Ионитные фильтры с внешней регенерацией и пульсирующего действия.
4. Схема установки для обессоливания конденсата с внешней регенерацией ионитов.
5. Схема автоматизированного непрерывно противоточного ионообменного процесса. Принцип работы. .
6. Декарбонизация. Задача процесса декарбонизации. Место процесса декарбонизации в технологической цепочке водоподготовительных установок.
7. Мероприятия, предотвращающие коррозию оборудования.
8. Метод аэрации, его сущность.
9. Удаление углекислоты в декарбонизаторах.
10. Принципиальная схема декарбонизатора

### Зачет

Вопросы к зачету:

1. Физико-химические основы процесса коагуляции
2. Схема строения коллоидной мицеллы
3. Зависимость сил отталкивания и притяжения от расстояния между коллоидными частицами
4. Структура хлопьев, образующихся при коагуляции.
5. Виды коагулянтов, применяемых на ВПУ
6. Химические реакции, происходящие в процессе коагуляции.
7. Способ ускорения коагуляции
8. Коагуляция воды в осветлителе.
9. Принципиальная схема коагуляционной установки с осветлителем
10. Схема насоса-дозатора плунжерного типа.
11. Назначение и принцип действия насоса-дозатора плунжерного типа.
12. Принципиальная схема дозирования раствора коагулянта с помощью насосов-дозаторов.
13. Физико-химические основы фильтрования.
14. Ход процесса осветления воды при фильтровании
15. Классификация осветлительных фильтров, применяемых на ВПУ.
16. Принципиальные схемы осветлительных фильтров.
17. Принципиальная схема двухкамерного осветлительного фильтра.
18. Преимущества многокамерных осветлительных фильтров.
19. Фильтрующие материалы, загружаемые в осветлительные фильтры.
20. Эксплуатация осветлительных фильтров
21. Умягчение, снижение щелочности и обескремнивание воды методом осаждения.
22. Процессы, протекающие при обработке воды содой.
23. Процессы, протекающие при обработке воды известью.
24. Процессы, протекающие при обработке воды гидроксидом натрия.
25. Процессы, протекающие при обработке воды тринатрийфосфатом.
26. Физико-химические основы обработки воды методом осаждения.
27. Снижение щелочности и умягчение воды известкованием.
28. Обескремнивание воды магниезиальными реагентами.
29. Эффективность и условия магниезиального обескремнивания.
30. Установки для умягчения и обескремнивания воды методом осаждения.
31. Состав оборудования установок для умягчения и обескремнивания воды.
32. Схема шайбового дозатора известкового молока
33. Физико-химические основы процесса ионного обмена.
34. Промышленные ионообменные материалы.
35. Схема структуры молекулы ионита.
36. Катиониты и их свойства.
37. Аниониты и их свойства.
38. Показатели качества анионитов.
39. Обработка воды путем водород-катионирования.
40. Уравнения реакций водород-катионирования.
41. Рабочая обменная емкость Н-катионитов и ее определение
42. Анионирование. Уравнения реакций при анионировании
43. Конструкции ионитных фильтров. Их классификация.
44. Схема противоточного катионитного фильтра. Принцип работы.
45. Схема ионитного фильтра смешанного действия. Принцип работы.
46. Схема установки для обессоливания конденсата с внешней регенерацией ионитов. Принцип работы.
47. Декарбонизация. Причины снижения рН воды. Метод аэрации.

48. Принципиальная схема декарбонизатора. Состав оборудования и принцип его работы.  
 49. Схемы ионообменных ВПУ для питания парогенераторов  
 50. Эксплуатация ионитного фильтра. Взрыхление, регенерация, отмывка

#### 6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
<b>Семестр 7</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Реферат	Обучающиеся самостоятельно пишут работу на заданную тему и сдают преподавателю в письменном виде. В работе производится обзор материала в определённой тематической области либо предлагается собственное решение определённой теоретической или практической проблемы. Оцениваются проработка источников, изложение материала, формулировка выводов, соблюдение требований к структуре и оформлению работы, своевременность выполнения. В случае публичной защиты реферата оцениваются также ораторские способности.	1	15
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	2	15
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	3	20
<b>Зачет</b>	Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) либо задание (задания) и время на подготовку. Зачёт проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

#### 7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

### 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Мартынова О.И., Петрова Т.И. и др. Расчет водно-химических режимов теплоэнергетических установок. М.: МЭИ, 1998.- 148 с. - [search.rsl.ru](http://search.rsl.ru)

Стерман Л.С., Покровский В.Н. Физические и химические методы обработки воды на ТЭС. М.: Энергоатомиздат, 1991.- 328 с. - <http://connect.misis.ru>

Фрог Б.Н., Левченко А.П. "Водоподготовка"/Учеб.пособие для вузов-М.:изд.МГУ,1996.-680 с. - [proektant.org](http://proektant.org)

### 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Для подготовки к занятиям рекомендуется обращать внимание на проблемные вопросы, затрагиваемые преподавателем в лекции, и группировать информацию вокруг них. Желательно выделять в используемой литературе постановки вопросов, на которые разными авторами могут быть даны различные ответы. На основании постановки таких вопросов следует собирать аргументы в пользу различных вариантов решения поставленных проблем. При работе с терминами необходимо обращаться к словарям, в том числе доступным в Интернете, например на сайте <a href="http://dic.academic.ru">http://dic.academic.ru</a> .
лабораторные работы	Работа на лабораторных занятиях предполагает активное участие в обсуждении выдвинутых в рамках тем вопросов. При подготовке к лабораторным работам Вам может понадобиться материал, изучавшийся ранее, поэтому стоит обращаться к соответствующим источникам (конспектам лекций, учебникам, монографиям, статьям).
самостоятельная работа	Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.
реферат	При написании рефератов в материале следует выделить небольшое количество (не более 5) заинтересовавших Вас проблем и сгруппировать материал вокруг них. Следует добиваться четкого разграничения отдельных проблем и выделения их частных моментов. Написание реферата подразумевает работу с большим перечнем литературных источников, рекомендованных лектором.
устный опрос	При подготовке к устному опросу следует хорошо владеть лекционным материалом, а также источниками, разбиравшимися на лабораторных занятиях. При работе с терминами необходимо обращаться к словарям, в том числе доступным в Интернете, например на сайте <a href="http://dic.academic.ru">http://dic.academic.ru</a> . Кроме того, следует обращаться к учебникам и дополнительной литературе, рекомендованной лектором.
зачет	При подготовке к зачету необходимо опираться, прежде всего, на лекции, а также на источники, которые разбирались на лабораторных работах в течение семестра. Для получения положительных результатов на зачете необходимо набрать более 50% правильных ответов. Зачет нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Зачет проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся дается время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.

#### **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

#### **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

#### **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 13.03.01 "Теплоэнергетика и теплотехника" и профилю подготовки "Промышленная теплоэнергетика".

Приложение 2  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.1 Физико-химические основы водоподготовки

**Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Направление подготовки: 13.03.01 - Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки: Промышленная теплоэнергетика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: заочное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

**Основная литература:**

1. Карелин В.А. Водоподготовка. Физико-химические основы процессов обработки воды: учебное пособие / В.А. Карелин; Томский политехнический университет.- Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012.- 97 с. - Кафедра ВПА - 50 экз.
2. Семенищев В. С. Физико-химические основы процессов очистки воды: Учебное пособие / Никифоров А.Ф., Кутергин А.С., Липунов И.Н., - 2-е изд., стер. - М.:Флинта, Изд-во Урал. ун-та, 2017. - 164 с. ISBN 978-5-9765-3187-1
3. Водоподготовка и водоотведение : учеб. пособие / Б.С. Ксенофонтов. ? м. : ид 'Форум' : инфра-м, 2018. ? 298 с. ? (Высшее образование: Магистратура). ? [www.dx.doi.org/10.12737/textbook\\_59914dc6f26908.18972228](http://www.dx.doi.org/10.12737/textbook_59914dc6f26908.18972228).

**Дополнительная литература:**

1. Копылов А.С., Лавыгин В.М., Очков В.Ф. Водоподготовка в энергетике: Учебное пособие для вузов.- 2 изд. стереот.- М.: Издательский дом МЭИ, 2006.- 309 с. - кафедра ВПА(в электр.виде )
2. Пискунов Владимир Маркович. Водоподготовка: учебное пособие / Пискунов В.М., Муратов О.Э. - М.:ИЦ РИОР, НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 96 с.- кафедра ВПА (в электр. виде)
3. Белан Ф.И. Водоподготовка: расчеты, примеры, задачи. М.: Энергия, 1980.- 256 с. - кафедра ВПА(в электр.виде)

Приложение 3  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.1 Физико-химические основы водоподготовки

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 13.03.01 - Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки: Промышленная теплоэнергетика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: заочное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.