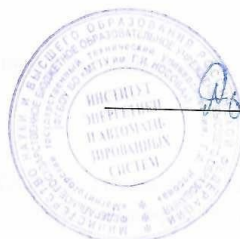




МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЭиАС  
С.И. Лукьянов

26.02.2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ФИЗИКО – ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВОДОПОДГОТОВКИ***

Направление подготовки (специальность)  
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность (профиль/специализация) программы  
Энергообеспечение предприятий

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Теплотехнических и энергетических систем
Курс	3
Семестр	6

Магнитогорск  
2020 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 143)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры  
Теплотехнических и энергетических систем  
11.02.2020, протокол № 4

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Е.Б. Агапитов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС  
26.02.2020 г. протокол № 5

Председатель \_\_\_\_\_ С.И. Лукьянов

Рабочая программа составлена:  
ст. преподаватель кафедры ТиЭС

\_\_\_\_\_ М.С. Соколова

Рецензент:  
зам.начальника ЦЭСТ ПАО "ММК" , канд. техн.наук

\_\_\_\_\_ В.Н. Михайловский



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЭиАС  
С.И. Лукьянов

г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВОДОПОДГОТОВКИ***

Направление подготовки (специальность)  
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность (профиль/специализация) программы  
Энергообеспечение предприятий

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Теплотехнических и энергетических систем
Курс	3
Семестр	6

Магнитогорск  
2020 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 143)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем, протокол №

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Е.Б. Агапитов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС г. протокол №

Председатель \_\_\_\_\_ С.И. Лукьянов

Рабочая программа составлена:

Рецензент:

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Е.Б. Агапитов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Е.Б. Агапитов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Е.Б. Агапитов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Теплотехнических и энергетических систем

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Е.Б. Агапитов

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целями освоения дисциплины «Физико-химические основы водоподготовки» являются изучение систем водоподготовки энергообъектов промышленных предприятий; изучение методов расчета систем водоподготовки на стадиях проектирования; изучение методов подготовки добавочной и подпиточной воды; изучение методов обработки охлаждающей воды оборотных систем водоснабжения; приобретение знаний по организации и обеспечению требуемых водно-химических режимов объектов промышленной теплоэнергетики; изучение методов обработки воды для различных условий работы теплоэнергетического оборудования; изучение общих схем технологического процесса при применении различных методов обработки воды для котельных и тепловых электростанций.

### **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Физико-химические основы водоподготовки входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Гидрогазодинамика

Физика

Химия

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Источники и системы теплоснабжения

Технологические энергоносители предприятий

Тепловые электрические станции

Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях

### **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Физико-химические основы водоподготовки» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-1	Способен участвовать в оценке технического состояния, поддержания и восстановления работоспособности тепломеханического оборудования промышленных ТЭС
ПК-1.2	Проводит учет и анализ технико-экономических показателей работы тепломеханического оборудования
ПК-1.1	Оценивает уровень технических решений направленных на повышение эффективности работы тепломеханического оборудования

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 51,95 акад. часов;
- аудиторная – 51 акад. часов;
- внеаудиторная – 0,95 акад. часов
- самостоятельная работа – 56,05 акад. часов;

Форма аттестации - зачет с оценкой

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Раздел 1. Источники загрязнения пароводяного тракта ТЭС.								
1.1 Технологические показатели качества воды.	6	2	2	2	9	Проработка лекционного материала; подготовка к выполнению лабораторной работы. Приложение 1.	Наличие конспектов лекций; сдача отчета по лабораторной работе.	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		2	2	2	9			
2. Раздел 2. Предварительная очистка воды на ВПУ.								
2.1 Методы осаждения: коагуляция, известкование.	6	1	1	1	7	Проработка лекционного материала; подготовка к выполнению лабораторной работы. Решение курсовой работы. Приложение 1.	Наличие конспектов лекций; сдача отчета по лабораторной работе; проверка выполнения курсовой работы.	ПК-1.1, ПК-1.2
2.2 Очистка от взвешенных примесей методом фильтрования.		2	2	2/2И	7	Проработка лекционного материала; подготовка к выполнению лабораторной работы. Решение курсовой работы. Приложение 1.	Наличие конспектов лекций; сдача отчета по лабораторной работе; проверка выполнения курсовой работы.	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		3	3	3/2И	14			
3. Раздел 3. Обработка воды методами ионного обмена.								

3.1 Ионообменные материалы. На-катионирование, Н-катионирование, технология, регенерация фильтров.	6	2	2/2И	2	9	Проработка лекционного материала; подготовка к выполнению лабораторной работы. Приложение 1.	Наличие конспектов лекций; сдача отчета по лабораторной работе.	ПК-1.1, ПК-1.2
3.2 Анионирование воды. Оборудование, технологические схемы и умягчения химического обессоливания.		2	2	2/2И	9	Проработка лекционного материала; подготовка к выполнению лабораторной работы. Приложение 1.	Наличие конспектов лекций; сдача отчета по лабораторной работе.	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		4	4/2И	4/2И	18			
4. Раздел 4. Удаление из воды растворенных газов.								
4.1 Методы удаления растворенных газов из воды.	6	2	2/2И	2	6	Проработка лекционного материала; подготовка к выполнению лабораторной работы. Приложение 1. Решение курсовой работы.	Наличие конспектов лекций; сдача отчета по лабораторной работе; проверка выполнения курсовой работы.	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		2	2/2И	2	6			
5. Раздел 5. Безреагентные методы подготовки воды в схемах ВПУ.								
5.1 Термическое обессоливание воды в испарителях.	6	2	2	2	7	Проработка лекционного материала; подготовка к выполнению лабораторной работы. Решение курсовой работы. Приложение 1.	Наличие конспектов лекций; сдача отчета по лабораторной работе; проверка выполнения курсовой работы.	ПК-1.1, ПК-1.2
5.2 Мембранные методы обработки воды, обратный осмос.		2	2	2/2И		Проработка лекционного материала; Решение курсовой работы. Приложение 1.	Наличие конспектов лекций; проверка выполнения курсовой работы.	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		4	4	4/2И	7			
6. Раздел 6. Обработка охлаждающей воды оборотных систем								
6.1 Методы обработки охлаждающей воды в оборотных системах водоснабжения.	6	2	2/2И	2	2,05	Проработка лекционного материала; Решение курсовой работы. Приложение 1.	Наличие конспектов лекций; проверка выполнения курсовой работы.	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		2	2/2И	2	2,05			
Итого за семестр		17	17/6И	17/6И	56,05		зао	



Итого по дисциплине	17	17/6И	17/6И	56,05		зачет с оценкой	
---------------------	----	-------	-------	-------	--	-----------------	--

## 5 Образовательные технологии

Для решения предусмотренных видов учебной работы при изучении дисциплины «Физико-химические основы водоподготовки» в качестве образовательных технологий используются как традиционные, так и модульно-компетентностные технологии.

Целями образовательных и информационных технологий являются:

- активизирование мышления обучающихся;
- формирование интереса к изучаемому материалу;
- развитие интеллекта и творческих способностей обучающихся.

Лекционный материал закрепляется на лабораторных работах, где применяется совместная деятельность студентов в группе, направленная на решение общей задачи путем сложения результатов индивидуальной работы членов группы. Для развития и совершенствования коммуникативных способностей студентов организуются практические занятия в виде дискуссий, анализа реальных проблемных ситуаций и междисциплинарных связей из различных областей в контексте решаемой задачи. Передача необходимых теоретических знаний и формирование представлений по курсу происходит с применением мультимедийного оборудования. На занятиях внедряются такие информационные технологии, как использование электронных изданий (чтение лекций с использованием слайд-презентаций, электронно-го курса лекций, графических объектов, видео- аудио- материалов (через Интернет). Самостоятельная работа стимулирует студентов к самостоятельной проработке тем в процессе на-писания рефератов, подготовки к дискуссиям, к контрольным работам и тестированию. Этапы познавательной деятельности студентов предполагают последовательно постановку интересующей их проблемы, выдвижение гипотез при ее решении, выражение решения гипотезы научным языком, а также реализация продукта в виде публичного выступления, доклада или презентации. Корректировки образовательного процесса проходят с использованием об-ратной связи между преподавателем и обучающимися на консультациях, а также при текущем и промежуточном контроле.

## 6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

## 7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

## 8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### а) Основная литература:

1. Фрог, Б.Н. Водоподготовка: Учеб. для вузов / Фрог Б.Н., Первов А.Г. М.: Издательство АСВ, 2015. 512 с. ISBN 978-5-93093-974-3 Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента»: [сайт]. URL:

<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930939743.html>

Режим доступа: по подписке.

2. Первов, А.Г. Технологии очистки природных вод: Учебное издание / Первов А.Г. М.: Издательство АСВ, 2016. 600 с. ISBN 978-5-4323-0149-9 Текст: электронный // ЭБС «Консультант студента»: [сайт]. URL:

<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432301499.html>

Режим доступа: по подписке.

### б) Дополнительная литература:

1. Толмачева, В.Ф. Физико-химические способы водоподготовки: конспект лекций: учебное пособие / В.Ф. Толмачева. Магнитогорск: МГТУ, 2013. 1 электрон.

опт. диск (CD-ROM). Загл. с титул. экрана. URL:

<https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=922.pdf&show=dcatalogues/1/1118918/922.pdf&view=true>

Макрообъект. Текст: электронный. Сведения доступны также на CD-ROM.

2. Григорьева, Л.С. Физико-химическая оценка качества и водоподготовка природных вод / Григорьева Л.С. М.: Издательство АСВ, 2011. 152 с. ISBN 978-5-93093-802 Текст: электронный // ЭБС «Консультант студента»: [сайт]. - URL:

<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN978593093802.html>

Режим доступа : по подписке.

#### **в) Методические указания:**

1. Толмачева, В.Ф. Физико-химические способы водоподготовки: методические указания для студентов по подготовке к практическим работам / В.Ф. Толмачева. Магнитогорск: МГТУ, 2013. 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). Загл. с титул. экрана. URL:

<https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=1534.pdf&show=dcatalogues/1/1124300/1534.pdf&view=true>

(дата обращения: 1.09.2020). Макрообъект. Текст: электронный. Сведения доступны также на CD-ROM.

2. Соколова, М.С. Определение показателей качества воды: методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Физико-химические основы водоподготовки». – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2019. – 17 с.

#### **г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

##### **Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно
MS Windows 10 Professional (для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
FAR Manager	свободно распространяемое	бессрочно
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
Linux Calculate	свободно распространяемое	бессрочно

##### **Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>

Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Российская Государственная библиотека. Каталоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp">http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp</a>
Университетская информационная система РОССИЯ	<a href="https://uisrussia.msu.ru">https://uisrussia.msu.ru</a>
Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science»	<a href="http://webofscience.com">http://webofscience.com</a>
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных	<a href="http://scopus.com">http://scopus.com</a>
Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a>
Международная коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний	<a href="http://www.springerprotocols.com/">http://www.springerprotocols.com/</a>
Международная база научных материалов в области физических наук и инжиниринга	<a href="http://materials.springer.com/">http://materials.springer.com/</a>
Международная база справочных изданий по всем отраслям знаний SpringerReference	<a href="http://www.springer.com/references">http://www.springer.com/references</a>
Международная реферативная база данных по чистой и прикладной математике	<a href="http://zbmath.org/">http://zbmath.org/</a>
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Springer Nature»	<a href="https://www.nature.com/siteindex">https://www.nature.com/siteindex</a>
Архив научных журналов «Национальный электронно-информационный конкорциум» (НП НЭИКОН)	<a href="https://archive.neicon.ru/xmlui/">https://archive.neicon.ru/xmlui/</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>

### **9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа: мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ ( лаборатория топлива и химводоподготовки): комплекс лабораторных установок по изучению свойств воды; комплекс лабораторных установок по изучению физических и химических свойств веществ; вытяжной шкаф; печь; весы электронные, микроскоп.

Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: доска, мел.

Учебные аудитории для выполнения курсового проектирования, помещения для самостоятельной работы обучающихся: персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования, инструменты для ремонта лабораторного оборудования.



**Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Самостоятельная работа стимулирует студентов к проработке тем в процессе подготовки к лабораторным и практическим занятиям и осуществляется:

- во время аудиторных практических занятий;
- под контролем преподавателя в форме плановых консультаций, творческих контактов.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам усвоения дисциплины включают в себя:

- тесты для самопроверки;

**Перечень вопросов для тестирования и текущего контроля**

1	<b>Процесс подготовки теплоносителя у источника теплоты состоит из трех последовательных операций:</b>
A	1) механическая очистка; 2) деаэрация; 3) известкование
B	1) метод осаждения; 2) осветление; 3) деаэрация
C	1) механическая очистка; 2) химическая обработка; 3) деаэрация
D	1) подпитка; 2) периодическая продувка; 3) деаэрация

2	<b>Удаление газов из питательной или подпиточной воды называют:</b>
A	Десорбцией
B	Деаэрацией
C	Декарбонизацией
D	Диссоциацией

3	<b>Величина подпитки закрытых систем теплоснабжения принимается равной:</b>
A	0,25 % в час от объема воды в системе теплоснабжения
B	0,25 % в час от объема воды в котлоагрегатах
C	0,25 % в час от объема деаэраторного бака
D	0,75 % в час от объема воды в трубопроводах

4	<b>При каком значении pH происходит смена окраски индикатора ФФ (фенолфталеина), при определении щелочности воды Щф по ФФ:</b>
A	при pH ~ 4,0
B	при pH ~ 5,5
C	при pH ~ 7,0
D	при pH ~ 8,3

5	<b>При каком значении pH происходит смена окраски индикатора МО (метилоранж), при определении щелочности воды Щм по МО:</b>
A	при pH ~ 4,0
B	при pH ~ 5,5
C	при pH ~ 7,0
D	при pH ~ 8,3

6	<b>Жесткостью воды называют:</b>
A	Суммарное количество содержащихся в воде ионов $\text{OH}^-$ и $\text{HCO}_3^-$ , выраженное в миллиграмм-эквивалентах в килограмме или литре

B	Суммарное количество содержащихся в воде катионов $H^+$ и $Na^+$ , выраженное в миллиграмм-эквивалентах в килограмме или литре
C	Суммарное количество содержащихся в воде катионов $Ca^{2+}$ и $Mg^{2+}$ , выраженное в миллиграмм-эквивалентах в килограмме или литре
D	Суммарное количество содержащихся в воде ионов $H^+$ и $OH^-$ , выраженное в миллиграмм-эквивалентах в килограмме или литре

7	<b>Временной жесткостью называют</b>
A	Карбонатную жесткость
B	Некарбонатную жесткость
C	Сульфатную жесткость
D	Кальциевую жесткость

8	<b>Процесс определения жесткости воды заключается</b>
A	В постепенном добавлении к отмеренной порции воды 0,1 н. или 0,01 н. раствора $NaCl$
B	В постепенном добавлении к отмеренной порции воды 0,1 н. или 0,01 н. раствора аммиачно-буферной смеси
C	В постепенном добавлении к отмеренной порции воды 0,1 н. или 0,01 н. раствора трилона Б
D	В постепенном добавлении к отмеренной порции воды 0,1 н. или 0,01 н. раствора кислоты

9	<b>Процесс определения щелочности воды заключается...</b>
A	В постепенном добавлении к отмеренной порции воды 0,1 н. или 0,01 н. раствора $NaCl$
B	В постепенном добавлении к отмеренной порции воды 0,1 н. или 0,01 н. раствора аммиачно-буферной смеси
C	В постепенном добавлении к отмеренной порции воды 0,1 н. или 0,01 н. раствора трилона Б
D	В постепенном добавлении к отмеренной порции воды 0,1 н. или 0,01 н. раствора кислоты

10	<b>Что не используется в качестве коагулянта в осветлителе ВТИ?</b>
A	$Al_2(SO_4)_3$
B	$NaCl$
C	$Ca(OH)_2$
D	$FeSO_4$

11	<b>Известкование воды применяют в случаях:</b>
A	Когда необходимо снизить щелочность исходной воды
B	Когда необходимо увеличить щелочность исходной воды
C	Когда необходимо снизить некарбонатную жесткость исходной воды
D	Когда необходимо увеличить карбонатную жесткость исходной воды

12	<b>Na–катионитовые фильтры служат:</b>
A	Для фильтрации воды через ионы натрия
B	Для умягчения воды путем катионного обмена
C	Для растворения $NaCl$ в слое катионита
D	Для продления срока службы котлоагрегатов

13	<b>Процесс натрий-катионирования в котельных используется</b>
----	---

A	Для удаления из воды катионов $\text{Na}^+$
B	Для удаления из воды растворенных газов $\text{CO}_2$
C	Для удаления из воды ионов $\text{OH}^-$ и $\text{HCO}_3^-$
D	Для удаления из воды катионов $\text{Ca}^{2+}$ и $\text{Mg}^{2+}$

14	<b>Что используется в качестве реагента для приготовления регенерационного раствора для Na-катионитового фильтра?</b>
A	$\text{NaOH}$
B	$\text{NaCl}$
C	$\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$
D	$\text{Na}_2\text{CO}_3$

15	<b>Технологический цикл Na-катионитового фильтра состоит из...</b>
A	Фильтрации, регенерации, отмывки фильтра от продуктов регенерации, взрыхления
B	Скорости фильтрации, регенерации, отмывки фильтра от продуктов регенерации, и снова скорости фильтрации
C	Умягчения, взрыхления катионита, регенерации, отмывки фильтра от продуктов регенерации, и снова умягчения
D	Взрыхления, регенерации, отмывки фильтра от продуктов регенерации, и снова взрыхления

16	<b>Ухудшение гидродинамической характеристики слоя катионита обуславливает</b>
A	Снижение скорости фильтрации
B	Снижение высоты загрузки катионита в фильтр
C	Снижение степени использования ДОЕ (динамической обменной емкости)
D	Снижение удельного расхода воды через фильтр

17	<b>Наиболее экономичный температурный режим работы источника теплоты по расходу теплоносителя на подпитку теплосети</b>
A	95/70
B	105/70
C	130/70
D	150/70

18	<b>Температура воды после химводоочистки, на входе в деаэратор должна быть</b>
A	$\sim 50^\circ \text{C}$
B	$\sim 55^\circ \text{C}$
C	$\sim 60^\circ \text{C}$
D	$\sim 65^\circ \text{C}$

19	<b>Общая жесткость воды для котлов с естественной циркуляцией не должна превышать</b>
A	1 мкг-экв/кг
B	10 мкг-экв/кг
C	100 мкг-экв/кг
D	1 мг-экв/кг

20	<b>Значение pH воды для котлов с естественной циркуляцией не должно превышать</b>
----	---



A	pH = 5,5 ± 0,1
B	pH = 7,0 ± 0,1
C	pH = 8,3 ± 0,1
D	pH = 9,1 ± 0,1

21	<b>Содержание растворенного кислорода в воде после деаэрата для котлов с естественной циркуляцией не должно превышать</b>
A	0,1 мкг/кг
B	1,0 мкг/кг
C	10,0 мкг/кг
D	100 мкг/кг

22	<b>Значение pH воды для подпитки тепловых сетей при закрытой системе теплоснабжения</b>
A	pH = 5,5 ± 0,1
B	pH = 7,0 ± 0,1
C	pH = 8,3 ± 0,1
D	pH = 9,0 ± 0,1

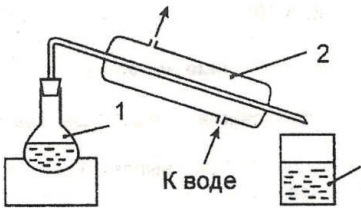
#### **Перечень вопросов для подготовки к зачету с оценкой**

1. Источники и характеристика загрязнений пароводяного тракта ТЭС.
2. Основные требования к качеству питательной воды паровых котлов и подпиточной воды тепловых сетей.
3. Классификация и характеристика примесей природных вод.
4. Технологические показатели качества воды.
5. Технологические схемы предварительной очистки воды.
6. Физико-химические основы коагуляции воды.
7. Известкование воды.
8. Магнезиальное обескремнивание воды.
9. Конструкции осветлителей.
10. Физико-химические основы фильтрования в фильтрах насыпного типа.
11. Фильтрующие материалы осветлительных фильтров.
12. Классификация и конструкции осветлительных фильтров.
13. Технология осветления воды в фильтрах.
14. Ионообменные материалы, строение, структура.
15. Технологические свойства ионообменных материалов.
16. Физико-химические основы ионного обмена.
17. Технология Na-катионирования воды.
18. Регенерация Na-катионитных фильтров.
19. Двухступенчатое Na-катионирование воды.
20. Технология H-катионирования воды.
21. Регенерация H-катионитных фильтров.
22. Анионирование воды.
23. Конструкции и эксплуатация ионитных фильтров.
24. Схема параллельного H-Na-катионирования.
25. Схема последовательного H-Na-катионирования.
26. Схема последовательного H-Na-катионирования с «голодной» регенерацией H-катионитных фильтров.
27. Схемы химического обессоливания воды.
28. Теоретические основы термической деаэрации.
29. Конструкции термических деаэраторов.
30. Декарбонизация воды.
31. Химические методы удаления газов из воды.

32. Термическое обессоливание воды. Схема одноступенчатой испарительной установки.
33. Схема многоступенчатой испарительной установки.
34. Конструкции испарителей (кипящего типа, мгновенного вскипания).
35. Причины загрязнения пара и способы уменьшения загрязнения.
36. Физические методы уменьшения накипеобразования в испарителях.
37. Химические методы уменьшения накипеобразования в испарителях.
38. Физико-химические методы уменьшения накипеобразования в испарителях.
39. Обработка охлаждающей воды. Рекарбонизация.
40. Методы уменьшения биологических отложений на поверхностях теплообменников и трубопроводов.
41. Мембранные методы обработки воды.
42. Сущность метода обратного осмоса и его применение.

## 7 Оценочные средства проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
<b>ПК-1 – Способен участвовать в оценке технического состояния, поддержания и восстановления работоспособности тепломеханического оборудования промышленных ТЭС</b>		
ПК-1.1	Оценивает уровень технических решений направленных на повышение эффективности работы тепломеханического оборудования	<p><i>Применение комплексных методов решения экологических задач.</i></p> <p>Например, произвести термическое обессоливание воды: 200-300 мл воды подвергнуть на лабораторной испарительной установке (рис. 3) термическому обессоливаю. Дистиллят собрать в сборник. В дистилляте определить жесткость и солесодержание.</p>  <p>Рис. 3. Схема лабораторной испарительной установки: 1 - колба с исходной водой; 2 - холодильник; 3 - сборник дистиллята</p>
ПК-1.2	Проводит учет и анализ технико-экономических показателей работы тепломеханического оборудования	<p><i>Экспериментальное определение показателей качества воды на лабораторных установках.</i></p> <p>Перед началом проведения лабораторных работ обучающиеся получают исследуемую воду и определяют ее прозрачность и содержание взвешенных веществ. Затем отфильтровывают часть воды и в фильтрате определяют щелочность (кислотность), жесткость, содержание хлоридов, окисляемость, стабильность, солесодержание, наличие в воде железа, <math>O_2</math> и <math>CO_2</math>.</p> <p>После проведения этих анализов исследуемую воду подвергают следующим видам обработки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• известкованию;</li> </ul>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• коагуляции;</li> <li>• термическому газоудалению;</li> <li>• термическому обессоливанию;</li> <li>• <math>H^{+i}</math>, <math>Na^{+i}</math>-катионированию.</li> </ul> <p>После каждого вида обработки проверяют, как изменились показатели качества воды.</p> <p>После известкования определяют:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• жесткость;</li> <li>• щелочность;</li> <li>• солесодержание;</li> <li>• окисляемость;</li> <li>• стабильность.</li> </ul> <p>После коагуляции необходимо проверить окисляемость.</p> <p>После термического газоудаления необходимо проверить содержание <math>O_2</math> и <math>CO_2</math>.</p> <p>После термического обессоливания необходимо проверить жесткость и солесодержание.</p> <p>После <math>H^{+i}</math>-катионирования необходимо проверить жесткость, щелочность и солесодержание.</p> <p>После <math>Na^{+i}</math>-катионирования необходимо проверить жесткость, щелочность и солесодержание.</p>

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания (зачет с оценкой).**

Критерии оценки (в соответствии с формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения):

Промежуточная аттестация по дисциплине «Физико-химические основы водоподготовки» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета с оценкой.

Зачет с оценкой по данной дисциплине проводится в устной форме:

Показатели и критерии оценивания зачета с оценкой:

– на оценку «отлично» (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку «хорошо» (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку «удовлетворительно» (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку «неудовлетворительно» (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку «неудовлетворительно» (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.