



КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИАТЭ \_\_\_\_\_

*Наименование института*

\_\_\_\_\_ С.О. Гапоненко

«17» \_\_\_\_\_ 03 \_\_\_\_\_ 2026 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Обработка воды на ТЭС и АЭС

*(Код и наименование дисциплины в соответствии с РУП)*

Направление подготовки

13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность(и)\*  
(профиль(и))

Технология производства электрической и тепловой энергии на тепловых и атомных электростанциях

Квалификация

магистр

г. Казань, 2026

Программу разработал:

Наименование кафедры	Должность, уч. степень, уч. звание	ФИО разработчика
АТЭС	Старший преподаватель, к.т.н	Шагиева Гузель Камилевна

Согласование	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
Одобрена	Атомные и тепловые электрические станции	18.02.2026	8-25/26	_____ Зав.кафедрой, д.х.н., профессор Н.Д. Чичирова
Согласована	Атомные и тепловые электрические станции	18.02.2026	8-25/26	_____ Зав.кафедрой, д.х.н., профессор Н.Д. Чичирова
Согласована	Учебно-методический совет института ИАТЭ	17.03.2026	7	_____ Директор ИАТЭ, доцент, к.т.н С.О. Гапоненко
Одобрена	Ученый совет института ИАТЭ	17.03.2026	8	_____ Директор ИАТЭ, доцент, к.т.н С.О. Гапоненко

## 1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

(Цель и задачи освоения дисциплины, соответствующие цели ОП)

Целью освоения дисциплины «Обработка воды на ТЭС и АЭС» является изучение методов обработки воды, технологических схем водоподготовки и водоочистки на тепловых и атомных электрических станциях.

Задачами освоения дисциплины являются:

- изучение показателей качества воды, технологических схем водоподготовки и водоочистки на ТЭС и АЭС.

- освоение принципов действия, способов расчета основных установок, включенных в схемы предварительных очисток, ионитного обессоливания воды и мембранных технологий.

- получение практических навыков контроля за параметрами работы и навыков эксплуатации оборудования химических цехов ТЭС и АЭС (в различных технологических режимах) на компьютерных тренажерах симулятора.

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ПК-3 Способен управлять технологическими процессами и поддерживать эффективную эксплуатацию ТЭС и АЭС, в том числе с использованием современных цифровых технологий	ПК-3.4 Способен управлять системами обработки воды на ТЭС и АЭС и поддерживать требуемое качество различных водных сред

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.

- ТЭС и АЭС;

- Вспомогательное оборудование и трубопроводы ТЭС и АЭС;

- АСУТП ТЭС и АЭС

Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.

- Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

## 3. Структура и содержание дисциплины

### 3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр(ы)		
					3
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	3	108			108
КОНТАКТНАЯ РАБОТА*	1,05	38			38
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	0,66	24			24
Лекции	0,44	16			16
Практические (семинарские) занятия					

Лабораторные работы	0,22	8			8
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	2,3	84			84
Проработка учебного материала	1,33	48			48
Курсовой проект	0	0			0
Курсовая работа	0	0			0
Подготовка к промежуточной аттестации	1	36			36
Промежуточная аттестация:					Э

### 3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Всего часов	Распределение трудоемкости по видам учебной работы				Формы и вид контроля	Индексы индикаторов формируемых компетенций
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
Раздел 1. Примеси природных и контурных вод. Показатели качества воды.	16	4			12	ТК1	ПК-3.4
Раздел 2. Предварительная очистка воды методами коагуляции и осаждения. Осветление воды фильтрованием.	16	4	4		8	ТК2	ПК-3.4
Раздел 3. Обработка воды методами ионного обмена.	24	4	4		16	ТК3	ПК-3.4
Раздел 4. Мембранные технологии водоподготовки.	16	4			12	ТК4	ПК-3.4
Экзамен	36				36	ОМ	ПК-3.4
<b>Итого за 2 семестр</b>	<b>108</b>	<b>16</b>	<b>8</b>		<b>84</b>		
<b>ИТОГО</b>	<b>108</b>	<b>16</b>	<b>8</b>		<b>84</b>		

### 3.3. Содержание дисциплины

Раздел 1. Примеси природных и контурных вод. Показатели качества воды.  
Тема 1.1. Классификация и характеристика примесей природных вод. Характеристика качества контурных вод.  
Тема 1.2. Показатели качества воды. Выбор источника и производительности водоподготовки.

Раздел 2. Предварительная очистка воды методами коагуляции и осаждения. Осветление воды фильтрованием.

Тема 2.1. Коагуляция коллоидных взвесей. Обработка воды реагентами-осадителями. Оборудование предварительной очистки с осветлителями. Эксплуатация установок с осветлителями.

Тема 2.2. Осветление воды фильтрованием.

Раздел 3. Обработка воды методами ионного обмена.

Тема 3.1. Технологические характеристики ионитов. Технология ионного обмена. Оборудование ионитной части ВПУ.

Тема 3.2. Технологические схемы ионитных установок. Эксплуатация ионитных фильтров. Регенерация ионитных фильтров.

Раздел 4. Мембранные технологии водоподготовки.

Тема 4.1. Общая характеристика баромембранных процессов. Ультрафильтрация и микрофильтрация. Технология обратного осмоса и нанофильтрации.

Тема 4.2. Технология электродиализа. Электродеионизации.

### 3.4. Тематический план практических занятий

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом

### 3.5. Тематический план лабораторных работ

Пуск и останов осветлителя, включение механического фильтра в работу на компьютерном тренажере-симуляторе химического цеха, 4 час.

Пуск в работу и регенерация ионитных фильтров на компьютерном тренажере-симуляторе химического цеха, 4 час.

### 3.6. Курсовой проект /курсовая работа

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом

## 4. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено		не зачтено	
ПК-3	ПК-3.4	знать:				

		<p>1. схемы, конструкции и особенности эксплуатации водоподготовительных установок, систем химоводоочистки в разных режимах</p>	<p>Знает схемы, конструкции и особенности эксплуатации водоподготовительных установок, систем химоводоочистки в разных режимах, при ответе не допускает ошибок</p>	<p>Знает схемы, конструкции и особенности эксплуатации водоподготовительных установок, систем химоводоочистки в разных режимах, при ответе допускает несколько негрубых ошибок</p>	<p>Плохо знает схемы, конструкции и особенности эксплуатации водоподготовительных установок, систем химоводоочистки в разных режимах, при ответе допускает множество негрубых ошибок.</p>	<p>Уровень знаний ниже минимальных требований, при ответе допускает грубые ошибки.</p>
		<p>2. правила и инструкции по эксплуатации оборудования водоподготовки и контроля качества воды</p>	<p>Знает правила и инструкции по эксплуатации оборудования водоподготовки и контроля качества воды, при ответе не допускает ошибок</p>	<p>Знает правила и инструкции по эксплуатации оборудования водоподготовки и контроля качества воды, при ответе допускает несколько негрубых ошибок</p>	<p>Плохо знает правила и инструкции по эксплуатации оборудования водоподготовки и контроля качества воды, при ответе допускает множество негрубых ошибок.</p>	<p>Уровень знаний ниже минимальных требований, при ответе допускает грубые ошибки.</p>
		<p>3. принципы работы КИП, сигнализаций, блокировок и защит водоподготовки, места установки и зоны действия КИП, автоматике, блокировок в системах водоподготовки</p>	<p>Знает принципы работы КИП, сигнализаций, блокировок и защит водоподготовки, места установки и зоны действия КИП, автоматике, блокировок</p>	<p>Знает принципы работы КИП, сигнализаций, блокировок и защит водоподготовки, места установки и зоны действия КИП, автоматик</p>	<p>Плохо знает принципы работы КИП, сигнализаций, блокировок и защит водоподготовки, места установки и зоны действия КИП, автоматик</p>	<p>Уровень знаний ниже минимальных требований, при ответе допускает грубые ошибки.</p>

			в системах водоподготовки, при ответе не допускает ошибок	и, блокировано в системах водоподготовки, при ответе допускает несколько негрубых ошибок	и, блокировано в системах водоподготовки, при ответе допускает множество негрубых ошибок.	
уметь:						
	осуществлять контроль качества воды, дозирования реагентов, очистки теплоэнергетического оборудования от отложений	Демонстрирует умение контролировать качество воды, дозирования реагентов, очистки теплоэнергетического оборудования от отложений, не допускает ошибок.	Демонстрирует контролировать качество воды, дозирования реагентов, очистки теплоэнергетического оборудования от отложений, допускает несколько негрубых ошибок.	Демонстрирует контролировать качество воды, дозирования реагентов, очистки теплоэнергетического оборудования от отложений, допускает множество негрубых ошибок.	Демонстрирует контролировать качество воды, дозирования реагентов, очистки теплоэнергетического оборудования от отложений, допускает множество негрубых ошибок.	Не умеет контролировать качество воды, дозирования реагентов, очистки теплоэнергетического оборудования от отложений
	проводить пусконаладочные работы водоподготовительных установок, химводоочистки	Демонстрирует умение проводить пусконаладочные работы водоподготовительных установок, химводоочистки, не допускает ошибок.	Демонстрирует проводить пусконаладочные работы водоподготовительных установок, химводоочистки, допускает несколько негрубых ошибок.	Демонстрирует проводить пусконаладочные работы водоподготовительных установок, химводоочистки, допускает множество негрубых ошибок.	Демонстрирует проводить пусконаладочные работы водоподготовительных установок, химводоочистки, допускает множество негрубых ошибок.	Не умеет проводить пусконаладочные работы водоподготовительных установок, химводоочистки
владеть:						
	Навыками нормальной эксплуатации водоподготовительных установок, систем химводоочистки и ТЭС и АЭС	Может без ошибок и недочетов продемонстрировать навыки нормальной эксплуатации	При демонстрации навыков нормальной эксплуатации водоподго	Демонстрирует минимальный набор навыков нормальной эксплуатации	Демонстрирует минимальный набор навыков нормальной эксплуатации	Не владеет навыками нормальной эксплуатации водоподготовительных

			водоподготовительных установок, систем химоводоочистки ТЭС и АЭС	товительных установок, систем химоводоочистки ТЭС и АЭС допускает несколько негрубых ошибок	водоподготовительных установок, систем химоводоочистки ТЭС и АЭС	ых установок, систем химоводоочистки ТЭС и АЭС
		Навыками анализа качества воды (жёсткость, рН, содержание примесей), корректировки водных режимов на ТЭС и АЭС	Может без ошибок и недочетов продемонстрировать навыки анализа качества воды (жёсткость, рН, содержание примесей), корректировки водных режимов на ТЭС и АЭС	При демонстрации навыков анализа качества воды (жёсткость, рН, содержание примесей), корректировки водных режимов на ТЭС и АЭС допускает несколько негрубых ошибок	Демонстрирует минимальный набор навыков анализа качества воды (жёсткость, рН, содержание примесей), корректировки водных режимов на ТЭС и АЭС	При проведении и анализа качества воды (жёсткость, рН, содержание примесей), корректировки водных режимов на ТЭС и АЭС допускает грубые ошибки.

Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины.

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 5.1. Учебно-методическое обеспечение

#### 5.1.1. Основная литература

1. Водоподготовка в энергетике : учебник / С. Л. Громов, Е. К. Долгов, К. А. Орлов, В. Ф. Очков. — Москва : НИУ МЭИ, 2021. — 576 с. — ISBN 978-5-7046-2439-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/362513>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Баромембранные технологии в энергетике : монография / Н. Д. Чичирова, С. М. Власов. - Казань : КГЭУ, 2011. - 272 с. - 4200. - ISBN 9785898733452. - Текст : непосредственный.

#### 5.1.2. Дополнительная литература

1. Михайлова, И. Ю. Водоподготовка ионообменным, баромембранным и электродиализным методами: учебно-методическое пособие / И. Ю. Михайлова, С. В. Шишкина. — Киров : ВятГУ, 2018. — 40 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/339917>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Водоподготовка в энергетике: учебное пособие для вузов / А. С. Копылов, В. М. Лавыгин, В. Ф. Очков. - 2-е изд., стер. - Москва : МЭИ, 2006. - 309 с. : ил. - ISBN 5-903072-45-3. - Текст : непосредственный.

3. Водоподготовка на тепловых электрических станциях: учебное пособие / Л. Р. Гайнуллина, Н. Д. Чичирова. - Казань : КГЭУ, 2008. - 117 с. - 3324. - Текст : непосредственный.

4. Водоподготовка и водный режим на атомных электрических станциях: практикум / сост. А. Ю. Власова. - Казань : КГЭУ, 2021. - 39 с. - URL: <https://lib.kgeu.ru>. - Текст : электронный.

5. Водно-химические режимы ТЭС и АЭС : учебное пособие / В. Н. Воронов, Т. И. Петрова ; под ред. А. П. Пильщикова. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2017. - 240 с. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011294.html>. - ISBN 978-5-383-01129-4. - Текст : электронный.

6. Химико-технологические режимы АЭС с водо-водяными энергетическими реакторами : учебное пособие / В. Н. Воронов, Б. М. Ларин, В. А. Сенина. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2019. - 390 с. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011379.html>. - ISBN 978-5-383-01137-9. - Текст : электронный.

## 5.2. Информационное обеспечение

№ п/п	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Ссылка
1	Электронно-библиотечная система «Лань»	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
2	Электронно-библиотечная система «ibooks.ru»	<a href="https://ibooks.ru/">https://ibooks.ru/</a>

### 5.2.1. Профессиональные базы данных

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
1	Официальный сайт Министерства энергетики Российской Федерации	<a href="https://minenergo.gov.ru/opendata">https://minenergo.gov.ru/opendata</a>	Свободный доступ
2	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	Требуется регистрация
3	Техническая библиотека	<a href="http://techlibrary.ru">http://techlibrary.ru</a>	Требуется регистрация

### 5.2.2. Информационно-справочные системы

№ п/п	Наименование информационно-справочных систем	Адрес	Режим доступа
1	«Гарант»	<a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a>	Требуется регистрация, бесплатные материалы выдаются ограниченно, есть платный контент
2	«Консультант плюс»	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>	Требуется регистрация, бесплатные материалы выдаются ограниченно, есть платный контент

### 5.2.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Описание	Реквизиты подтверждающих документов
1	Windows 7 Профессиональная (Starter)	Пользовательская операционная система	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2011.25486 от 28.11.2011 Неискл. право. Бессрочно
2	Браузер Chrome	Система поиска информации в сети интернет	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно
3	Adobe Acrobat	Пакет программ для создания и просмотра файлов формата PDF	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно

4	Компьютерный тренажер для обучения персонала химического цеха АЭС	Тренажер, разработанный на базе современных IT-технологий, реализует искусственное воспроизведение условий и факторов, аналогичных тем, которые имеют место в процессе эксплуатации реального объекта – оборудования водоподготовительных установок и реагентного хозяйства.	Акционерное общество «Тренажеры электрических станций и сетей» Договор №134/2025 от 11.08.25г. (простая неисключительная лицензия для использования в учебных целях (без коммерческого применения))
---	---	--	---

### 6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Вид учебной работы	Наименование специальных помещений и помещений для СРС	Оснащенность специальных помещений и помещений для СРС
1	Лекционные занятия	Учебная аудитория	интерактивная доска
2	Лабораторные занятия	Учебная аудитория	интерактивная доска, компьютер в комплекте с двумя мониторами (10 шт.), моноблок (1шт.), компьютерный тренажер для обучения персонала химического цеха АЭС (10 шт.)
3	Самостоятельная работа	Учебная аудитория	интерактивная доска, компьютер в комплекте с двумя мониторами (10 шт.), моноблок (1шт.), компьютерный тренажер для обучения персонала химического цеха АЭС (10 шт.)
		Читальный зал библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, экран, мультимедийный проектор,

## **7. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета [www//kgeu.ru](http://www//kgeu.ru). Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);

- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);

- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;

- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;

- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;

- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;

- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;

- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18

пунктов), тотально озвучивается;

- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;
- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

## **8. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися.**

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из определяющих факторов высокого качества образования. Преподаватель вуза, демонстрируя высокий профессионализм, эрудицию, четкую гражданскую позицию, самодисциплину, творческий подход в решении профессиональных задач, в ходе образовательного процесса способствует формированию гармоничной личности.

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);

- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);

- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

*Гражданское и патриотическое воспитание:*

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;

- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;

- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и

интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;

- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

*Духовно-нравственное воспитание:*

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;

- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;

- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;

- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

*Культурно-просветительское воспитание:*

- формирование эстетической картины мира;

- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;

- повышение познавательной активности обучающихся.

*Научно-образовательное воспитание:*

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;

- формирование умения получать знания;

- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

**Вносимые изменения и утверждения на новый учебный год**

№ П/П	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. каф. реализующей дисциплину	«Согласовано» председатель УМК института (факультета), в состав которого входит выпускающая
1	2	3	4	5	6
1					
2					
3					



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
по дисциплине**

**Обработка воды на ТЭС и АЭС**

*(Наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)*

Направление подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность(и)\*  
(профиль(и)) Технология производства электрической и  
тепловой энергии на тепловых и атомных  
электростанциях

Квалификация магистр

Оценочные материалы по дисциплине «Обработка воды на ТЭС и АЭС», предназначены для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенций.

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля (ТК) и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

## 1. Технологическая карта

### Семестр 3

Наименование раздела	Формы и вид контроля	Рейтинговые показатели						Итого	Промежуточная аттестация
		I текущий контроль	Доп. баллы к ТК1	II текущий контроль	Доп. баллы к ТК2	III текущий контроль	Доп. баллы к ТК3		
<b>Раздел 1.</b> <b>Примеси природных и контурных вод.</b> <b>Показатели качества воды.</b>	<b>ТК1</b>	<b>15</b>						<b>0-15</b>	<b>0-15</b>
Письменный опрос		15							
<b>Раздел 2.</b> <b>Предварительная очистка воды</b> <b>методами коагуляции и осаждения.</b> <b>Осветление воды фильтрованием.</b>	<b>ТК2</b>			<b>15</b>				<b>0-15</b>	<b>0-15</b>
Письменный опрос				5					
Подготовка и защита отчетов по лабораторным работам				10					
<b>Раздел 3.</b> <b>Обработка воды методами ионного обмена.</b>	<b>ТК3</b>			<b>15</b>				<b>0-15</b>	<b>0-15</b>
Письменный опрос				5					
Подготовка и защита отчетов по лабораторным работам				10					
<b>Раздел 4.</b> <b>Мембранные технологии водоподготовки.</b>	<b>ТК4</b>						<b>15</b>	<b>0-15</b>	<b>0-15</b>
Письменный опрос							15		
<b>Промежуточная аттестация (экзамен)</b>	<b>ОМ</b>								<b>0-40</b>
В письменной форме по билетам									<b>0-40</b>

## 2. Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

3 семестр

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий

		дисциплине	от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено			не зачтено
ПК-3	ПК-3.4	знать:				
		1. схемы, конструкции и особенности эксплуатации водоподготовительных установок, систем химводоочистки в разных режимах	Знает схемы, конструкции и особенности эксплуатации водоподготовительных установок, систем химводоочистки в разных режимах, при ответе не допускает ошибок	Знает схемы, конструкции и особенности эксплуатации водоподготовительных установок, систем химводоочистки в разных режимах, при ответе допускает несколько негрубых ошибок	Плохо знает схемы, конструкции и особенности эксплуатации водоподготовительных установок, систем химводоочистки в разных режимах, при ответе допускает множество негрубых ошибок.	Уровень знаний ниже минимальных требований, при ответе допускает грубые ошибки.
		2. правила и инструкции по эксплуатации оборудования водоподготовки и контроля качества воды	Знает правила и инструкции по эксплуатации оборудования водоподготовки и контроля качества воды, при ответе не допускает ошибок	Знает правила и инструкции по эксплуатации оборудования водоподготовки и контроля качества воды, при ответе допускает несколько негрубых ошибок	Плохо правила и инструкции по эксплуатации оборудования водоподготовки и контроля качества воды, при ответе допускает множество негрубых ошибок.	Уровень знаний ниже минимальных требований, при ответе допускает грубые ошибки.
		3. принципы работы КИП, сигнализаций, блокировок и защит водоподготовки, места установки и	Знает принципы работы КИП, сигнализаций, блокировок	Знает принципы работы КИП, сигнализаций, блокировок	Плохо принципы работы КИП, сигнализаций, блокировок	Уровень знаний ниже минимальных требований, при

	зоны действия КИП, автоматики, блокировок в системах водоподготовки	и защит водоподготовки, места установки и зоны действия КИП, автоматики, блокировок в системах водоподготовки, при ответе не допускает ошибок	к и защит водоподготовки, места установки и зоны действия КИП, автоматики, блокировок в системах водоподготовки, при ответе допускает несколько негрубых ошибок	к и защит водоподготовки, места установки и зоны действия КИП, автоматики, блокировок в системах водоподготовки, при ответе допускает множество негрубых ошибок.	ответе допускает грубые ошибки.
уметь:					
	осуществлять контроль качества воды, дозирования реагентов, очистки теплоэнергетического оборудования от отложений	Демонстрирует умение контролировать качество воды, дозирование реагентов, очистки теплоэнергетического оборудования от отложений, не допускает ошибок.	Демонстрирует контролировать качество воды, дозирование реагентов, очистки теплоэнергетического оборудования от отложений, допускает несколько негрубых ошибок.	Демонстрирует контролировать качество воды, дозирование реагентов, очистки теплоэнергетического оборудования от отложений, допускает множество негрубых ошибок.	Не умеет контролировать качество воды, дозирование реагентов, очистки теплоэнергетического оборудования от отложений
	проводить пусконаладочные работы водоподготовительных установок, химводоочистки	Демонстрирует умение проводить пусконаладочные работы водоподготовительных установок, химводоочистки, не допускает ошибок.	Демонстрирует проводить пусконаладочные работы водоподготовительных установок, химводоочистки, допускает несколько негрубых ошибок.	Демонстрирует проводить пусконаладочные работы водоподготовительных установок, химводоочистки, допускает множество негрубых ошибок.	Не умеет проводить пусконаладочные работы водоподготовительных установок, химводоочистки
владеть:					

		Навыками нормальной эксплуатации водоподготовительных установок, систем химводоочистки и ТЭС и АЭС	Может без ошибок и недочетов продемонстрировать навыки нормальной эксплуатации водоподготовительных установок, систем химводоочистки ТЭС и АЭС	При демонстрации навыков нормальной эксплуатации водоподготовительных установок, систем химводоочистки ТЭС и АЭС допускает несколько негрубых ошибок	Демонстрирует минимальный набор навыков нормальной эксплуатации водоподготовительных установок, систем химводоочистки ТЭС и АЭС	Не владеет навыками нормальной эксплуатации водоподготовительных установок, систем химводоочистки ТЭС и АЭС
		Навыками анализа качества воды (жёсткость, рН, содержание примесей), корректировки водных режимов на ТЭС и АЭС	Может без ошибок и недочетов продемонстрировать навыки анализа качества воды (жёсткость, рН, содержание примесей), корректировки водных режимов на ТЭС и АЭС	При демонстрации навыков анализа качества воды (жёсткость, рН, содержание примесей), корректировки водных режимов на ТЭС и АЭС допускает несколько негрубых ошибок	Демонстрирует минимальный набор навыков анализа качества воды (жёсткость, рН, содержание примесей), корректировки водных режимов на ТЭС и АЭС	При проведении и анализа качества воды (жёсткость, рН, содержание примесей), корректировки водных режимов на ТЭС и АЭС допускает грубые ошибки.

Оценка **«отлично»** выставляется по сумме баллов БРС за письменные ответы на задания экзаменационного билета; успешное выполнение контрольных работ ТК1, ТК2, ТК3, ТК4; выполнение лабораторных работ в семестре; подготовку отчетов по итогам выполнения лабораторных работ; защиту отчетов лабораторных работ; ответы на дополнительные вопросы в формате собеседования.

Оценка **«хорошо»** выставляется по сумме баллов БРС за письменные ответы на задания экзаменационного билета в которых имеет место неточности

при ответе, не грубые ошибки; выполнение контрольных работ ТК1, ТК2, ТК3, ТК4; выполнение лабораторных работ в семестре; подготовку отчетов по итогам выполнения лабораторных работ; защиту отчетов лабораторных работ; ответы на дополнительные вопросы в формате собеседования.

Оценка «удовлетворительно» выставляется по сумме баллов БРС за письменные ответы на задания экзаменационного билета в которых имеет место ошибки при ответе; выполнение контрольных работ ТК1, ТК2, ТК3, ТК4 в ходе которых обучающийся демонстрирует средние показатели; выполнение лабораторных работ в семестре; подготовку отчетов по итогам выполнения лабораторных работ; защиту отчетов лабораторных работ.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется за слабое и неполное выполнение заданий экзаменационного билета.

### 3. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Оценочные материалы
Опрос по разделам дисциплины	Знание основных понятий по разделам дисциплины	Вопросы по разделам дисциплины
Подготовка отчета о выполнении лабораторной работы. Защита отчета выполнении лабораторной работы	Задание выполняется на тренажере-симуляторе химического цеха электростанции. За некорректные действия оператора (обучающегося) при выполнении пусковых операций программой тренажера выносятся штрафы в виде баллов. Результаты оценки оформляются программой тренажера в виде протокола. По итогам выполнения лабораторной работы обучающийся готовит письменный отчет, включающий описание алгоритма выполнения лабораторной работы, ответы на контрольные вопросы лабораторной работы. Защита отчета о выполнении лабораторной работы предусматривает устные ответы на дополнительные вопросы в формате собеседования.	Компьютерная программа / отчет о лабораторной работе

#### **4. Перечень контрольных заданий или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины**

*Пример задания*

**Для текущего контроля ТК1:**

Проверяемая компетенция: ПК-3.4 Способен управлять системами обработки воды на ТЭС и АЭС и поддерживать требуемое качество различных водных сред.

**Вопросы к комплексному заданию ТК1**

1. К какому классу по преобладающему аниону относятся пресные воды?
2. Классификация примесей природных вод по степени дисперсности.
3. Классификация примесей природных вод по химическому составу.
4. Важнейшие, определяющие возможность использования в теплоэнергетике, ионы в природных водах.
5. Примеси в турбинном конденсате, за счет чего появляются?
6. Как называется процесс удаления из воды ионов кальция и магния?
7. Физико-химические показатели воды.
8. Технологические показатели воды.
9. Выбор источника и производительности водоподготовки при проектировании электростанции.
10. Характеристики источников и типов загрязнений ТЭС и АЭС.

**Для текущего контроля ТК2:**

Проверяемая компетенция: ПК-3.4 Способен управлять системами обработки воды на ТЭС и АЭС и поддерживать требуемое качество различных водных сред.

**Вопросы к комплексному заданию ТК2**

1. Основные технологические процессы предварительной очистки воды.
2. Что такое коагуляция?
3. Основные типы коагулянтов вы знаете?
4. Условия реализации процессов коагуляции в зависимости от типа коагулянта.
5. Обработка воды реагентами-осадителями.
6. Известкование, технология реализации процесса.
7. Основные технологические стадии процесса известкования.
8. Насыпные фильтры.
9. Намывные фильтры
10. Патронные фильтры.

**Для текущего контроля ТК3:**

Проверяемая компетенция: ПК-3.4 Способен управлять системами обработки воды на ТЭС и АЭС и поддерживать требуемое качество различных водных сред.

**Вопросы к комплексному заданию ТК3**

1. Технологии водоподготовки на основе методов ионного обмена.
2. Иониты: катиониты, аниониты, структура и свойства.
3. Схема ионообменного процесса в ионитном фильтре.
4. Технологические характеристики ионитов.
5. Обменная емкость ионитов: полная и рабочая.
6. Технология процесса Na-катионирования.
7. Технология процессов H-катионирования.
8. Процесс регенерации Na- и H-катионитных фильтров.
9. Технология процессов анионирования.
10. Принципиальная схема двухступенчатого химического обессоливания.
11. Принципы работы фильтра смешанного действия.
12. Фильтр смешанного действия с наружной регенерацией.
13. Фильтр смешанного действия с внутренней регенерацией.

#### **Для текущего контроля ТК4:**

Проверяемая компетенция: ПК-3.4 Способен управлять системами обработки воды на ТЭС и АЭС и поддерживать требуемое качество различных водных сред.

#### **Вопросы к комплексному заданию ТК4**

1. Основные виды и характеристики мембранных технологий водоподготовки.
2. Принципиальные особенности тупиковой фильтрации.
3. Принципиальные особенности тангенциальной фильтрации.
4. Ультрафильтрация.
5. Микрофильтрация.
6. Общий алгоритм работы системы ультрафильтрации.
7. Технологии обратного осмоса.
8. Технологии нанофильтрации.
9. Основные принципы электродиализных технологий водоподготовки.
10. Схема организации процесса электродеионизации.

#### **Подготовка и защита отчетов по лабораторным работам**

Все обучающиеся выполняют ряд одинаковых заданий на компьютерном тренажере-симуляторе химического цеха электростанции. Отчеты о проделанных работах оформляются в тетради.

Отчёт должен содержать:

- а) титульный лист с названием работы;
- б) цель и задачи работы;
- в) краткое описание алгоритма лабораторной работы.
- г) развёрнутые ответы на контрольные вопросы, приведенные в конце методических указаний к выполнению лабораторной работы;
- д) выводы.

#### **Для промежуточной аттестации:**

Экзаменационный билет включает 2 теоретических вопроса по

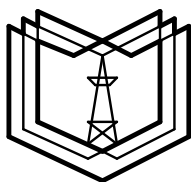
различным темам дисциплины.

Развернутые, правильные ответы на все задания экзаменационного билета – 40 баллов;

Наличие неточностей, негрубых ошибок снижают оценку.

Минимальное количество баллов за экзамен – 20.

### Пример экзаменационных билетов



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования

«Казанский государственный энергетический университет»

ИНСТИТУТ АТОМНОЙ И ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

КАФЕДРА АТОМНЫХ И ТЕПЛОВЫХ

ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ

*Дисциплина «Обработка воды на ТЭС и АЭС»*

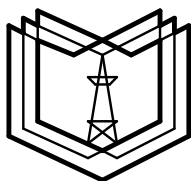
#### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 6

1. Источники загрязнений теплоносителя в пароводяных трактах ТЭС и АЭС.
2. Процесс регенерации Na- и H-катионитных фильтров.

Утверждаю:

Зав. кафедрой АТЭС

\_\_\_\_\_ Н. Д. Чичирова  
" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования

«Казанский государственный энергетический университет»

ИНСТИТУТ АТОМНОЙ И ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

КАФЕДРА АТОМНЫХ И ТЕПЛОВЫХ

ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ

*Дисциплина « Обработка воды на ТЭС и АЭС »*

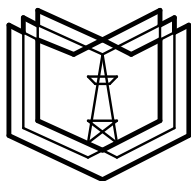
#### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 8

1. Основные типы природных вод. Важнейшие, определяющие возможность использования в теплоэнергетике, ионы в природных водах.

2. Принципиальная схема двухступенчатого химического обессоливания.

Утверждаю:  
Зав. кафедрой АТЭС

\_\_\_\_\_ Н. Д. Чичирова  
" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.



**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
**Федеральное государственное бюджетное**  
**образовательное учреждение высшего**  
**образования**  
**«Казанский государственный энергетический университет»**

**ИНСТИТУТ АТОМНОЙ И ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ**  
**КАФЕДРА АТОМНЫХ И ТЕПЛОВЫХ**  
**ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ**  
*Дисциплина « Обработка воды на ТЭС и АЭС »*

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 14**

1. Технологические показатели воды.
2. Технологическая схема полного химического обессоливания на основе ионообменных технологий.

Утверждаю:  
Зав. кафедрой АТЭС

\_\_\_\_\_ Н. Д. Чичирова  
" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.