



К Г Э У

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

9 28.04.2026

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИТЭ
Наименование института

С.О. Гапоненко

«30» мая 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Технологии обработки воды на ТЭС и АЭС

(Код и наименование дисциплины в соответствии с РУП)

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
(Код и наименование направления подготовки)

Направленность(и) *
(профиль(и)) Тепловые электрические станции
(Наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация Бакалавр
(Бакалавр / Магистр)

* Наименование направленности (профиля) указывается только для дисциплин специализированного модуля 2

г. Казань, 2023

Программу разработал(и):

Наименование кафедры	Должность, уч.степень, уч.звание	ФИО разработчика
АТЭС	Доцент, к.т.н.	Власова А.Ю.

Согласование	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
Одобрена	кафедры АТЭС	18.05.2023	№23	_____ Зав.каф., д.х.н., профессор Чичирова Н.Д.
Согласована	кафедры АТЭС	18.05.2023	№23	_____ Зав.каф., д.х.н., профессор Чичирова Н.Д.
Согласована	Учебно-методический совет института	30.05.2023	№9	_____ Директор ИТЭ, к.т.н., доцент Гапоненко С.О.
Одобрена	Ученый совет института	30.05.2023	№9	_____ Директор ИТЭ, к.т.н., доцент Гапоненко С.О.

Рецензия на рабочую программу и оценочные материалы по дисциплине «Технология обработки воды на ТЭС и АЭС»

Содержание РПД и ОМ соответствует требованиям федерального государственного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» и учебному плану.

(Код и наименование направления подготовки)

РПД и ОМ соответствуют требованиям, предъявляемым к структуре, содержанию РПД и ОМ по дисциплине, а именно:

1. Перечень формируемых компетенций, которыми должен овладеть обучающийся в результате освоения дисциплины, соответствует ФГОС ВО и профстандарту, будущей профессиональной деятельности выпускника.

2. Структура и содержание дисциплины соответствует учебному плану.

3. РПД содержит информацию об учебно-методическом, информационном и материально-техническом обеспечении дисциплины; об особенностях организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов и методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися.

4. Показатели и критерии оценивания компетенций в ОМ, а также шкалы оценивания обеспечивают возможность проведения всесторонней оценки результатов обучения, уровней сформированности компетенций.

5. Контрольные задания и иные материалы оценки результатов освоения разработаны на основе принципов оценивания: валидности, определённости, однозначности, надёжности, а также соответствуют требованиям к составу и взаимосвязи оценочных средств, полноте по количественному составу оценочных средств и позволяют объективно оценить результаты обучения, уровни сформированности компетенций.

6. Направленность РПД и ОМ по дисциплине соответствует целям ОП по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», профстандартам.

Заключение. На основании проведенной экспертизы можно сделать заключение, что РПД и ОМ по дисциплине соответствует требованиям ФГОС ВО, профессионального стандарта, современным требованиям рынка труда и рекомендуются для использования в учебном процессе.

Рецензент

Кожарин Н.Ю. начальник ПТО филиала АО «Татэнерго» Казанская ТЭЦ-1

(Фамилия И.О., место работы, должность, ученая степень) личная подпись

Дата 05.06.2023

1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины Технологии обработки воды на ТЭС и АЭС является изучение основных методов подготовки воды на тепловых и атомных электрических станциях, а так же процессов очистки сточных вод на данных предприятиях.

Задачами дисциплины являются:

- способность демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин и готовностью использовать основные законы в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

- готовность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и способность привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат;

- способность и готовность анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования;

- готовностью участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования элементов оборудования и объектов деятельности в целом с использованием нормативной документации и современных методов поиска и обработки информации;

- способностью к организации рабочих мест, их технического оснащения, размещению технологического оборудования в соответствии с технологией производства, нормами техники безопасности и производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда;

- способность использовать знания фундаментальных разделов естественнонаучного и профессионального циклов дисциплин для понимания физической сущности процессов, протекающих в объектах основного и вспомогательного оборудования тепловых и атомных электростанций;

- способностью применять природоохранные технологии на тепловых и атомных электростанциях.

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ПК-1 Способен проводить расчеты по типовым методикам, участвовать в проектировании технологического оборудования котельных, центральных тепловых пунктов, тепловых электростанций	ПК-1.2 Принимает участие в разработке производственных инструкций на проектную документацию котельных, центральных тепловых пунктов, тепловых электростанций
	ПК-1.3 Выбирает оборудование, трубопроводы и арматуру котельных, центральных тепловых пунктов, тепловых электростанций
ПК-2 Способен разрабатывать регламенты деятельности по эксплуатации тепломеханического оборудования ТЭС	ПК-2.1 Принимает участие в разработке производственных инструкций

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.: подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы; производственная практика (преддипломная практика).

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр(ы)
			7
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	4	144	144
КОНТАКТНАЯ РАБОТА*	1,48	65	65
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	1,8	50	50
Лекции	0,5	18	18
Практические (семинарские) занятия	0,44	16	16
Лабораторные работы	0,44	16	16
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	2,61	94	94
Проработка учебного материала	1,61	58	58
Курсовой проект	0	0	0
Курсовая работа	0	0	0
Подготовка к промежуточной аттестации	1	36	36
Промежуточная аттестация:			Э

Для заочной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр(ы)
			7
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	4	144	144
КОНТАКТНАЯ РАБОТА	0,89	32	32
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	0,61	22	22
Лекции	0,33	12	12
Практические (семинарские) занятия	0,28	10	10
Лабораторные работы	0	0	0
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	3,39	122	122
Проработка учебного материала	3,14	113	113
Курсовой проект	0	0	0
Курсовая работа	0	0	0
Подготовка к промежуточной аттестации	0,25	9	9
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	20	2	4	2			ПК-1.2 З, ПК-1.3 У
Раздел 2	16	2		2			ПК-1.3 З ПК-1.3 ТД
Раздел 3	16	2	4	2	30	ТК-1	ПК-1.2 З П-1.3 ТД ПК-1.3 З, ПК-1.3 У
Раздел 4	20	2		2			ПК-2.1 З ПК-1.2 У
Раздел 5	14	2		2			ПК-1.2 ТД
Раздел 6	18	2	4	2	30	ТК-2	ПК-2.1 З ПК-1.2 У ПК-1.2 ТД
Раздел 7	14	2		2			ПК-2.1 У, ПК-2.1 ТД
Раздел 8	12	2		2			ПК-1.2 У
Раздел 9	16	2	4	2	34	ТК-3	ПК-2.1 У, ПК-2.1 ТД ПК-1.2 У
Экзамен	0					ОМ 1	ПК-1.2 З, ПК-1.2 У, ПК-1.2 ТД, ПК-1.3 З, ПК-1.3 У, ПК-1.3 ТД, ПК-2.1 З, ПК-2.1 У, ПК-2.1 ТД.
ИТОГО	144	18	16	16	94		

3.3. Содержание дисциплины

Раздел 1. Значение водоподготовки на тепловых и атомных электрических станциях.

Тема 1.1. Введение. Значение водоподготовки.

Тема 1.2. Технологии обработки воды на тепловых и атомных электрических станциях.

Раздел 2. Примеси природных вод и технологические показатели

Тема 2.1. Примеси природных вод. Их характеристика

Тема 2.2. Генезис примесей. Объем влияния.

Раздел 3. Удаление из воды грубодисперсных и коллоидных примесей

Тема 3.1. Методы предварительной очистки воды

Тема 3.2. Реагентная обработка, характеристики, эффективность.

Раздел 4 Известкование и магниезиальное обескремнивание воды

Тема 4.2. Характеристика процессов, описание.

Тема 4.1. Характеристики применяемого оборудования для проведения дополнительных очистных мероприятий на стадии предварительной очистке.

Раздел 5. Физико-химические основы ионного обмена

Тема 5.1. Ионообменные фильтры.

Тема 5.2. Характеристика ионообменных материалов. Эксплуатационные требования.

Раздел 6. Технология ионообменной очистки воды

Тема 6.1. Технологические схемы ионного обмена

Тема 6.2. Особенности применения ионообменных установок, способы регенерации.

Раздел 7. Удаление из воды растворенных газов.

Тема 7.1. Методы удаления газов из воды.

Тема 7.2. Характеристики оборудования и проведения процесса.

Раздел 8. Очистка сточных вод на тепловых электростанциях

Тема 8.1. Способы образования сточных вод на ТЭС и АЭС. Их характеристики.

Тема 8.2. Способы очистки сточных вод.

Раздел 9. Мембранные методы очистки воды в энергетике.

Тема 9.1. Мембранные материалы. Условия использования.

3.4. Тематический план практических занятий

Тема 1. Определение производительности ВПУ на ТЭС и АЭС.

Тема 2. Графический способ определения ионного состава воды.

Тема 3. Расчет дозы химических реагентов для предварительной очистки воды.

Тема 4. Расчет концентрации и расхода известкового молока по известным параметрам исходной природной воды в водоисточнике

Тема 5. Расчет ионообменного фильтра.

Тема 6. Расчет установки обессоливания с учетом производительности ВПУ.

Тема 7. Расчет деаэрационной установки.

Тема 8. Расчет установки очистки сточных вод.

Тема 9. Расчет установки ультрафильтрации

3.5. Тематический план лабораторных работ

Тема 1. Определение водородного показателя растворов различными способами

Тема 2. Определение жесткости воды титриметрическим способом

Тема 3. Определение щелочности воды

Тема 4. Определение перманганатной окисляемости природной воды

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-1	ПК-1.2	знать:				
		Правила выполнения и оформления проектной документации в соответствии с требованиями нормативно-технических документов на проектную документацию	Уровень знаний в объеме, соответствует программ е подготовки, без ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствует программ е, имеет место несколько негрубых ошибок	Минимально допустим ый уровень знаний, имеет место много не грубых ошибок	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место
		уметь:				
		Определять необходимые данные для выполнения гидравлических расчетов, расчетов тепловых схем при проектировании и технологических решений котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектростанций	Уровень знаний в объеме, соответствует программ е подготовки, без ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствует программ е, имеет место несколько негрубых ошибок	Минимально допустим ый уровень знаний, имеет место много не грубых ошибок	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место
		владеть:				
		Оформление результатов гидравлических расчетов при проектировании и технологических решений котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектростанций и составление	Уровень знаний в объеме, соответствует программ е подготовки, без ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствует программ е, имеет место несколько негрубых ошибок	Минимально допустим ый уровень знаний, имеет место много не грубых ошибок	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место

		пояснительной записки				
	ПК-1.3	знать:				
		Номенклатура современных изделий, оборудования и материалов, а также технологии производства работ	Уровень знаний в объеме, соответствует вую щем программе подготовки, и, без ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствует вую щем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много не грубых ошибок	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место
		уметь:				
		выбирать оборудование водоподготовки и ТЭС и АЭС для бесперебойной работы тепловой станции.	Уровень знаний в объеме, соответствует вую щем программе подготовки, и, без ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствует вую щем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много не грубых ошибок	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место
	ПК-1.3	владеть:				
		Выбор оборудования и арматуры для проектирования технологических решений котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектростанций	Уровень знаний в объеме, соответствует вую щем программе подготовки, и, без ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствует вую щем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много не грубых ошибок	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место
ПК-2	ПК-2.1	знать:				
		Технологические схемы обслуживаемых объектов	Уровень знаний в объеме, соответствует вую щем программе подготовки, и, без ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствует вую щем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много не грубых ошибок	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место
		уметь:				

		Выполнять чертежи и читать тепловые, электрические и другие технологические схемы	Уровень знаний в объеме, соответствует программе подготовки, без ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствует программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много не грубых ошибок	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место
	владеть:					
		Внесение изменений в производственные инструкции по указанию руководителя или инженера более высокой квалификации	Уровень знаний в объеме, соответствует программе подготовки, без ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствует программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много не грубых ошибок	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место

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

Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре разработчика.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Учебно-методическое обеспечение

5.1.1. Основная литература

1. Водоподготовка в энергетике : учебное пособие / А. С. Копылов, В. М. Лавыгин, В. Ф. Очков. - М. : Издательский дом МЭИ, 2017. - 310 с. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011157.html>. - ISBN 978-5-383-01115-7. - Текст : электронный.

2. Очистка сточных вод тепловых электростанций : производственно-практическое издание / В. Н. Покровский, Е. П. Аракчеев. - М. : Энергия, 1980. - 256 с. : ил. - Текст : непосредственный.

3. Водоподготовка и водно-химические режимы ТЭС и АЭС : учебное пособие / В. А. Чиж, Н. Б. Карницкий, А. В. Нерезько. - Минск : Вышэйшая школа, 2010. - 352 с. - URL: <https://ibooks.ru/bookshelf/338917>. - ISBN 978-985-06-1877-1. - Текст : электронный.

4. Химический анализ в теплоэнергетике : титриметрический и гравиметрический методы анализа : производственно - практическое издание / В. Н. Кулешов, Ю. А. Морыганова, В. Л. Меньшикова [и др.] ; под ред. В. Ф.

Очкова. - М. : МЭИ, 2004. - 128 с. : ил. - ISBN 5-7046-1171-0. - Текст : непосредственный.

5. Водоподготовка в энергетике : учебное пособие / А. С. Копылов, В. М. Лавыгин, В. Ф. Очков. - М. : Издательский дом МЭИ, 2017. - 310 с. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011157.html>. - ISBN 978-5-383-01115-7. - Текст : электронный.

6. Водоподготовка: процессы и аппараты : учебное пособие для вузов / А. А. Громогласов, А. С. Копылов, А. П. Пильщиков; под ред. О. И. Мартыновой. - М. : Энергоатомиздат, 1990. - 272 с. : ил. - ISBN 5-283-00082-6. - Текст : непосредственный.

7. Водоподготовка : учебное пособие для вузов / Б. Н. Фрог, А. П. Левченко. - М. : АСВ, 2007. - 656 с. - ISBN 978-5-93093-496-0. - Текст : непосредственный.

8. Водоподготовка : учебник для техникумов / Ф. И. Белан. - 3-е изд., перераб. - М. : Энергия, 1979. - 208 с. : ил. - Текст : непосредственный.

5.1.2. Дополнительная литература

1. Теоретические основы химико-технологических процессов в теплоэнергетике : учебное пособие / А. А. Чичиров, Н. Д. Чичирова, Д. Ф. Гайнутдинова. - Казань : КГЭУ, 2004. - 150 с. - Текст : непосредственный.

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

3. Адсорбционная очистка промышленных сточных вод модифицированным карбонатным шламом : монография / Л. А. Николаева. - Казань : КГЭУ, 2019. - 196 с. - URL: https://lib.kgeu.ru/irbis64r_plus/index.html. - ISBN 978-5-89873-541-8 : Б. ц. - Текст : электронный.

5.2. Информационное обеспечение

5.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

1. Электронно-библиотечная система «Лань», <https://e.lanbook.com>.

5.2.2. Профессиональные базы данных / Информационно-справочные системы

1. Российская национальная библиотека <http://nlr.ru/>.

2. Web of Science, <https://webofknowledge.com/>

3. Scopus <https://www.scopus.com> <https://www.scopus.com>.

4. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru>

5. Электронная библиотека диссертаций (РГБ) diss.rsl.ru, diss.rsl.ru.

5.2.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

1. Windows 7 Профессиональная (Starter) №2011.25486 от 28.11.2011.

2. Exchange Standard CAL 2013 Russian OLP NL AcademicEditionDevice

CAL, ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2014.0310 от 05.11.2014.

3. Браузер Chrome , <https://www.google.com/intl/ru/chrome/>

4. LMS Moodle, <https://download.moodle.org/releases/latest/>

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование вида учебной работы	Наименование учебной аудитории, специализированной лаборатории	Перечень необходимого оборудования и технических средств обучения
Лекции	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: 38 посадочных мест, доска аудиторная. проектор, моноблок (13 шт). камера IP, микрофон, подключение к сети "Интернет", доступ в электронную информационно-образовательную среду.
Практические занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран) и др.
Лабораторные работы	Учебная лаборатория «Г-312», Лаборатория спецводоочистки и контроля теплоносителя на атомных электрических станциях.	Специализированное лабораторное оборудование по профилю лаборатории:

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. 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					

*Приложение к рабочей
программе дисциплины*



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

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
по дисциплине**

Технологии обработки воды на ТЭС и АЭС

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Квалификация Бакалавр
(Бакалавр / Магистр)

г. Казань, 2023

Оценочные материалы по дисциплине Б1.В.ДЭ 01.04.02. «Технологии обработки 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 7

Наименование раздела	Формы и вид контроля	Рейтинговые показатели							
		I текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК1	II текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК2	III текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК3	Итого	Промежуточная аттестация
Раздел 3. «Удаление из воды грубодисперсных и коллоидных примесей»	ТК1	15	0-15					15-30	15-30
письменный опрос		7							
Защита лабораторной работы		4							
Отчет по самостоятельной работе		4	0-15						
Раздел 6. «Технология ионообменной очистки воды»	ТК2			15	0-15			15-30	15-30
Тест или письменный опрос				7					
Защита лабораторной работы				4					
Выполнение индивидуальных заданий (рефератов)				4	0-15				
Раздел 9. « Мембранные методы в энергетике »	ТК3					25	0-15	25-40	25-40
Тест или письменный опрос						7			
Защита лабораторной работы						4			
Отчет по самостоятельной работе						14	0-15		
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен, КП, КР)	ОМ								0-45
Задание промежуточной аттестации									0-15
В письменной форме по билетам									0-30

2. Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации

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-1	ПК-1.2	знать:				
		Правила выполнения и оформления проектной документации в соответствии с требованиями нормативно-технических документов на проектную документацию	Уровень знаний в объеме, соответствует программе подготовки, без ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствует программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место
		уметь:				
		Определять необходимые данные для выполнения гидравлических расчетов, расчетов тепловых схем при проектировании и технологических решений котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектростанций	Уровень знаний в объеме, соответствует программе подготовки, без ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствует программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место
владеть:						
		Оформление результатов гидравлических расчетов при проектировании и технологических решений	Уровень знаний в объеме, соответствует программе подготовки	Уровень знаний в объеме, соответствует программе, имеет место	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют

		котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектростанций и составление пояснительной записки	и, без ошибок	несколько негрубых ошибок	много не грубых ошибок	место
	ПК-1.3	знать:				
		Номенклатура современных изделий, оборудования и материалов, а также технологии производства работ	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, и, без ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много не грубых ошибок	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место
		уметь:				
		выбирать оборудование водоподготовки и ТЭС и АЭС для бесперебойной работы тепловой станции.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, и, без ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много не грубых ошибок	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место
		владеть:				
		Выбор оборудования и арматуры для проектирования технологических решений котельных, центральных тепловых пунктов, малых теплоэлектростанций	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, и, без ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много не грубых ошибок	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место
ПК-2	ПК-2.1	знать:				
		Технологические схемы обслуживаемых объектов	Уровень знаний в объеме, соответствующем	Уровень знаний в объеме, соответствующем	Минимально допустимый уровень	Уровень знаний ниже минимальных

			программ е подготовк и, без ошибок	программ е, имеет место несколько негрубых ошибок	знаний, имеет место много не грубых ошибок	требован ий, имеют место
		уметь:				
		Выполнять чертежи и читать тепловые, электрические и другие технологически е схемы	Уровень знаний в объеме, соответст вую щем программ е подготовк и, без ошибок	Уровень знаний в объеме, соответст вую щем программ е, имеет место несколько негрубых ошибок	Минимал ьно допустим ый уровень знаний, имеет место много не грубых ошибок	Уровень знаний ниже минимал ьных требован ий, имеют место
		владеть:				
		Внесение изменений в производствен ные инструкции по указанию руководителя или инженера более высокой квалификации	Уровень знаний в объеме, соответст вую щем программ е подготовк и, без ошибок	Уровень знаний в объеме, соответст вую щем программ е, имеет место несколько негрубых ошибок	Минимал ьно допустим ый уровень знаний, имеет место много не грубых ошибок	Уровень знаний ниже минимал ьных требован ий, имеют место

Оценка **«отлично»** выставляется за выполнение *контрольных работ в семестре; глубокое понимание технологических методов подготовки воды и расчета оборудования, применяемого для обессоливания воды, полные и содержательные ответы на вопросы билета;*

Оценка **«хорошо»** выставляется за выполнение *выполнение контрольных работ в семестре; глубокое понимание технологических методов подготовки воды и расчета оборудования, применяемого для обессоливания воды, ответы на вопросы билета;*

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется за выполнение *контрольных работ в семестре, ответ на один вопрос билета;*

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется за слабое и неполное выполнение *контрольных работ в семестре и отсутствие ответа на билет.*

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	Описание оценочного средства
Контрольная работа (КнТР)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
Отчет по лабораторной работе (ОЛР)	Выполнение лабораторной работы, обработка результатов испытаний, измерений, эксперимента. Оформление отчета, защита результатов лабораторной работы по отчету	Перечень заданий и вопросов для защиты лабораторной работы, перечень требований к отчету
Собеседование (Сбс)	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по разделам дисциплины

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-1.2 , ПК-1.3

Тест

<i>Вопрос</i>	<i>Варианты ответа</i>
<i>Добавочная вода это</i>	<i>выводится из парогенератора на очистку или в дренаж для поддержания в котловой воде заданного количества примесей</i>
	<i>направляется в контур для восполнения потерь пара и конденсата после обработки с применением физико-химических методов очистки</i>
	<i>подается в тепловые сети для восполнения потерь циркулирующей в них воды возвращается от внешних потребителей пара и используется после очистки от внесенных загрязнений</i>
	<i>используется в конденсаторах паровых турбин для конденсации отработавшего пара</i>
<i>Продувочная вода –</i>	<i>выводится из парогенератора на очистку или в дренаж для поддержания в котловой воде заданного количества примесей</i>
	<i>направляется в контур для восполнения потерь пара и конденсата после обработки с применением физико-химических методов очистки</i>
	<i>подается в тепловые сети для восполнения потерь циркулирующей в них воды возвращается от внешних потребителей пара и используется после очистки от внесенных загрязнений</i>
	<i>используется в конденсаторах паровых турбин для конденсации отработавшего пара</i>
<i>Возвратный конденсат –</i>	<i>выводится из парогенератора на очистку или в дренаж для</i>

	<i>поддержания в котловой воде заданного количества примесей</i>
	<i>направляется в контур для восполнения потерь пара и конденсата после обработки с применением физико-химических методов очистки</i>
	<i>подается в тепловые сети для восполнения потерь циркулирующей в них воды возвращается от внешних потребителей пара и используется после очистки от внесенных загрязнений</i>
	<i>используется в конденсаторах паровых турбин для конденсации отработавшего пара</i>

Вопросы к комплексному заданию ТК1

1. Какое оборудование входит в состав блока обессоливания воды.
2. Какое оборудование применяется для блока предварительной очистки воды
3. Какие коагулянты применяются для предварительной очистки воды
4. Какие флокулянты используют для очистки воды. Механизм действия.

Типовые задачи:

1. Определить производительность ВПУ если установлены (4* К-500 и 5*К-300), станция работает на твердом топливе. Удельный расход пара составляет 2,46 т/МВт.

2. Определить производительность ВПУ в период работы на резервном топливе (мазут), если суммарная паропроизводительность котлов 2256 т/ч, продувка котлов составляет 2,5%, сжигается 350 т/ч мазута. На ближайший завод передается 50 т/ч пара без возврата.

3. Рассчитать производительность ВПУ если:

а.) установлено 4 котла, производительность каждого барабанного котла 740 т/ч

б.) станция работает на газе, в качестве резервного топлива используется мазут в объеме 200 тонн

в.) продувка одного котла 1,5%

г.) на производство передается 15 тонн пара, а возвращается только 70% конденсата

4. Рассчитать производительность ВПУ если:

а.) установлено 6 котлов, производительность каждого барабанного котла 220 т/ч

б.) станция работает на газе в зимний период, в летний (3 месяца) станция работает на мазуте расход которого 178 т/ч

в.) продувка одного котла 2,5%

г.) на производство передается 78 тонн пара, а возвращается только 65% конденсата

Добор баллов обучающимися осуществляется в виде устного опроса по пройденным разделам: ответ на 1 вопрос -5 баллов. Количество вопросов 3. Примеры вопросов для устного ответа:

1. Перечислите основные химические реагенты, применяемые на стадии предварительной очистки воды.
2. Принцип работы осветлительного фильтра тонкой очистки.
3. Перечислите основных производителей флокулянтов в РФ.

Для текущего контроля ТК2:

Проверяемая компетенция: ПК-1.2 , ПК-1.3, ПК-2.1

Тест

Вопрос	Варианты ответа
Расход известкового молока	$V_{изв} = QK / C_{изв}$
	$V_{изв} = QK / V_{изв}$
	$C_{изв} = QK / C_{изв}$
	$C_{изв} = I$
Удаление из турбинного конденсата ферромагнитных продуктов коррозии осуществляется на	Na-катионитных фильтрах
	H-катионитных фильтрах
	OH-анионитных фильтрах
	H-OH-ионитных фильтрах
Дополните: В технологии водоподготовки удаление из воды катионов называют ..	катионированием
	анионированием
	умягчением
	бессоливанием

Вопросы к комплексному заданию ТК2

1. Какие требования предъявляются к ионообменным материалам.
2. Технологические особенности регенерации ионообменных смол
3. Особенности расчета ионообменного фильтра
4. Схемы ионообменных технологий на ТЭС и АЭС

Типовые задачи:

1. Определить водородный показатель раствора NaNO_3 0.01 М.
2. Определить водородный показатель раствора H_2SO_4 0.01 М
3. Определить водородный показатель раствора HCl 0,02 М
4. Определить водородный показатель раствора H_3PO_4 0,05 М

Добор баллов обучающимися осуществляется в виде устного опроса по пройденным разделам: ответ на 1 вопрос -5 баллов. Количество вопросов 3. Примеры вопросов для устного ответа:

1. Технология подготовки воды с учетом высокого показателя жесткости в водоемном источнике.
2. Принцип оптимизации системы подготовки воды в кратковременное ухудшение показателей качества воды.
3. Принцип работы деаэратора.

Для текущего контроля ТК3:

Проверяемая компетенция: ПК-1.2 , ПК-1.3, ПК-2.1

Тест

Вопрос	Варианты ответа
Дайте расшифровку насыщенного ионитного фильтра ФИПа I	Фильтры ионитные параллельно-точные первой ступени
	Фильтры ионитные противоточные
	Фильтры ионитные двухпоточно-противоточные
	Фильтры ионитные смешанного действия с наружной регенерацией
В условных обозначениях типоразмеров фильтров первое число после	Диаметр фильтра
	Условное давление
	Номер установки

<i>буквенных означает:</i>	<i>Производительность</i>
<i>Присосы охлаждающей воды содержат –</i>	<i>в зависимости от схемы очистки в различных концентрациях соли натрия и аммония, соединения железа, органические вещества, растворенные газы</i>
	<i>все примеси природных вод в количестве, соответствующем удельному значению присоса</i>
	<i>оксиды железа, нефтепродукты, ионы кальция и магния, специфические загрязнения, определяемые типом париспользующего предприятия</i>
	<i>радионуклиды различных типов, аммиак, пероксид водорода</i>

Вопросы к комплексному заданию ТКЗ

1. Какие материалы используют для обратноосмотических мембран.
2. Какие материалы используют для микрофльтрационных мембран
3. Расшифруйте мембрану МФФК
4. По какой схеме работает ВПУ ТЭЦ.

Типовые задачи:

1. Определить ионную силу раствора

Катионы

$$C_{Ca} = 197 \text{ мг/л}$$

$$C_{Fe} = 56 \text{ мг/л}$$

$$C_{Na} = 141,9 \text{ мг/л}$$

Анионы

$$C_{PO_4} = 59,4 \text{ мг/л}$$

$$C_{Cl} = 123,5 \text{ мг/л}$$

$$C_{CO_3} = 98,7 \text{ мг/л}$$

2. Определить ионную силу раствора

Катионы

$$C_{Ca} = 102 \text{ мг/л}$$

$$C_{Fe} = 34 \text{ мг/л}$$

$$C_{Mg} = 324 \text{ мг/л}$$

Анионы

$$C_{PO_4} = 512 \text{ мг/л}$$

$$C_{Cl} = 230 \text{ мг/л}$$

$$C_{NO_3} = 120 \text{ мг/л}$$

3. Определить ионную силу раствора

Катионы

$$C_{Na} = 370 \text{ мг/л}$$

$$C_{Fe} = 46 \text{ мг/л}$$

$$C_{Ca} = 230 \text{ мг/л}$$

Анионы

$$C_{PO_4} = 159,4 \text{ мг/л}$$

$$C_{Cl} = 123,5 \text{ мг/л}$$

$$C_{CO_3} = 198,7 \text{ мг/л}$$

Добор баллов обучающимися осуществляется в виде устного опроса по пройденным разделам: ответ на 1 вопрос -5 баллов. Количество вопросов 3. Примеры вопросов для устного ответа:

1. Опишите принцип работы обратноосмотической установки
2. Виды мембран и их характеристики
3. Какие модернизационные мероприятия применяются для технологий подготовки воды.

Для промежуточной аттестации:

№ 1 «Значение водоподготовки тепловых электростанций»

№ 2 «Методы обработки воды на тепловых электростанциях»

№ 3 «Типы тепловых электростанций»

№ 4 «Потери пара и конденсата»

№ 5 «Выбор водоисточника и производительности ВПУ»

№ 6 «Природные воды. Показатели качества природных вод». «Примеси природных вод»

№ 7 «Характеристика примесей природных вод»

№ 8 «Показатели качества воды»

№ 9 «Физико-химические основы и технологические схемы коагуляции воды».

«Предварительная очистка воды»

№ 10 «Коагуляция коллоидных примесей»

№ 11 «Известкование, магниезальное обескремнивание и содирование воды»

№ 12 «Фильтрование воды»

№ 13 «Обработка воды методом ионного обмена»

№ 14 «Ионообменные материалы и их характеристики»

№ 15 «Технология ионного обмена»

№ 16 «Оборудование ионообменной части ВПУ»

№ 17 «Схемы ионообменной части ВПУ»

№ 18 «Эксплуатация ионообменных установок»

№ 20 «Десорбция газов из воды»

№ 21 «Химические методы удаления газов из воды»

№ 22 «Метод термического обессоливания воды». «Термическое обессоливание в испарителях кипящего типа»

№ 23 «Получение дистиллята в испарителях мгновенного вскипания»

№ 24 «Качество дистиллята испарителей»

№ 25 «Схемы испарительных и паропреобразовательных установок»

№ 26 «Водный режим испарительных установок»

№ 27 «Методы предотвращения накипеобразования в испарителях»

№ 28 «Безреагентные методы подготовки воды в схемах ВПУ». «Общие положения»

№ 29 «Физико-химический основы баромембранных методов»

«Обратный осмос и ультрафильтрации и нанофильтрация»

№ 30 «Развитие и производство баромембранных материалов»

№ 31 «Баромембранные аппараты»

№ 32 «Применение баромембранных методов очистки воды на ТЭС»

№ 33 «Расчет технологических схем обратноосмотических установок»

№ 34 «Опыт внедрения баромембранных установок на тепловых электрических станциях»

№ 35 «Применение баромембранных методов на Новокуйбышевской Тэц-2»

№ 36 «Отложение и очистка мембранных модулей». «Причина загрязнений и деструкции мембран»

№ 37 «Физико-механическое воздействие на мембраны»

№ 38 «Химическая и биологическая деструкция мембран»

№ 39 «Загрязнение мембран при их эксплуатации»

№ 40 «Природа и химический состав загрязнений»

№ 41 «Влияние гидродинамических условий в обратноосмотических

аппаратах на загрязнение поверхности мембран»

№ 42 «Способы предотвращения загрязнения мембран»

№ 43 «Физико-механические методы»

№ 44 «Химические методы»

№ 45 «Теоретические основы электромембранной технологии»

№ 46 «Принцип электродиализа и деминерализация воды»

№ 47 «Электромембранное разделение смесей веществ»

№ 48 «Электрохимические реакции при электродиализе»

№ 49 «Электродеионизация»

№ 50 «Ионнообменные мембраны»

№ 51 «Перспективы применения электромембранных модулей в схемах ВПУ ТЭС»

№ 52 «Обработка охлаждающей воды на ТЭС». «Системы охлаждения и стабильность охлаждающей воды»

№ 53 «Предотвращение образования минеральных отложений»

№ 54 «Обработка охлаждающей воды в магнитном и акустическом полях»

№ 55 «Предотвращение биологических обрастаний системы охлаждения»