



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**

*Режимы работы и эксплуатация ТЭС и АЭС*  
*(Код и наименование дисциплины в соответствии с РУП)*

Направление подготовки \_\_\_\_\_ 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника \_\_\_\_\_  
*(Код и наименование направления подготовк (специальности))*

Направленность(и) \* \_\_\_\_\_ Технология производства электрической и тепловой  
(профиль(и)) \_\_\_\_\_ энергии на тепловых и атомных электростанциях\_  
*(Наименование направленности (профиля) образовательной программы)*

Квалификация \_\_\_\_\_ Магистр \_\_\_\_\_  
*(Бакалавр / Магистр)*

г. Казань, 2026

Программу разработал(и):

Наименование кафедры	Должность, уч.степень, уч.звание	ФИО разработчика
АТЭС	доц.,к.т.н.	Абасев Ю.В.
АТЭС	доц.,к.т.н.	Сайтов С.Р.

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

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

(Цель и задачи освоения дисциплины, соответствующие цели ОП)

Целью освоения дисциплины «Режимы работы и эксплуатация ТЭС и АЭС» является изучение режимов работы тепловых и атомных электрических станций и правил обеспечения надежной, безопасной и экономичной работы оборудования ТЭС и АЭС.

Задачами дисциплины являются: получение знаний, сформировать умения и навыки, позволяющие успешно пройти итоговую государственную аттестацию.

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
Способен управлять технологическими процессами и поддерживать эффективную эксплуатацию ТЭС и АЭС, в том числе с использованием современных цифровых технологий	ПК-3.1 Способен управлять и поддерживать эффективную эксплуатацию энергоблоков ТЭС и АЭС, в том числе с использованием современных цифровых технологий

Формулировки компетенций и индикаторов следует брать из описания ОП. Следует включать в таблицу не все индикаторы соответствующей компетенции, а только те, к которым относятся результаты обучения (знания, умения, владения) по данной дисциплине.

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.: ТЭС и АЭС, Вспомогательное оборудование и трубопроводы ТЭС и АЭС, Турбины ТЭС и АЭС (во 2 сем).

Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др. Теплотехнические испытания оборудования паротурбинных установок ТЭС и АЭС, Производственная практика (эксплуатация ТЭС и АЭС).

## 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	6	216	216
КОНТАКТНАЯ РАБОТА*	-	71	71
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	1,3	48	48
Лекции	0,7	24	24
Практические (семинарские) занятия	0,2	8	8
Лабораторные работы	0,4	16	16
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	4,7	168	168
Проработка учебного материала	3,7	132	132
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	38	10			28	ТК1	ПК-3.1
Раздел 2	75	4	16		55	ТК2	ПК-3.1
Раздел 3	67	10		8	49	ТК3	ПК-3.1
Экзамен	36				36	<b>ОМ</b>	ПК-3.1
<b>ИТОГО</b>	<b>216</b>	<b>24</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>168</b>		

### 3.3. Содержание дисциплины

Раздел 1. Режимы нормальной эксплуатации АЭС.

Тема 1.1. Классификация режимов АЭС

Общие подходы к ядерной безопасности АС. Проектная классификация режимов эксплуатации

Тема 1.2. Пределы и условия эксплуатации

Пределы безопасной эксплуатации. Условия безопасной эксплуатации. Эксплуатационные пределы по технологическим параметрам. Эксплуатационные пределы по радиационным параметрам. Допустимые технологические параметры в стационарном состоянии в базовом режиме. Ограничения по условиям нагружения оборудования. Поддержание водно-химического режима.

Тема 1.3. Состояния энергоблока при нормальной эксплуатации

Состояния нормальной эксплуатации. Границы между состояниями нормальной эксплуатации. Переходные режимы реактора. Проверка плотности и гидравлические испытания 1 контура. Ввод в работу систем ТО. Разогрев до номинальных параметров. Выход на МКУ. Включение энергоблока в сеть. Подъем мощности.

Тема 1.4. Пуск энергоблока

Заполнение 1 контура. Разогрев 1 контура до температуры проверки плотности при рабочем давлении и до температуры гидравлических испытаний. Проверка плотности и гидравлические испытания 1 контура. Проверка плотности и гидравлические испытания 2 контура.

Тема 1.5. Работа на мощности

Организация эксплуатации. Эксплуатация энергоблока в состоянии «работа на мощности». Маневренные режимы энергоблока. Алгоритмы управления мощностью и распределением энерговыделением при работе на мощности

Тема 1.6. Снижение мощности и останов энергоблока

Снижение мощности энергоблока. Проверки в процессе снижения мощности, перевод ЭБ на МКУ. Расхолаживание энергоблока

Тема 1.7. Проверки и испытания при эксплуатации

Проверки и испытания СБ. Испытания и проверки СНЭ важных для безопасности.

Раздел 2. Аварийные и переходные режимы на АЭС

Тема 2.1. Режимы, влияющие на изменение реактивности

Неуправляемое извлечение группы органов регулирования. Выброс органа регулирования СУЗ при разрыве чехла привода. Нарушение в системе борного регулирования или ошибка оператора, приводящие к увеличению объема теплоносителя или снижению концентрации бора в первом контуре. Режим включения ГЦН ранее неработавшей петли. Возможности несанкционированного выхода реактора в критическое состояние

Тема 2.2. Динамика режимов с разуплотнением первого контура

Разрыв трубопроводов первого контура с образованием «малой» течи. Режимы с

уменьшением запаса теплоносителя в реакторе. Режимы «большой» течи.

#### **Тема 2.3. Режимы с нарушением расхода теплоносителя**

Заклинивание одного ГЦН. Обесточивание одного ГЦН. Обесточивание всех ГЦН. Полное обесточивание собственных нужд АЭС

#### **Тема 2.4. Режимы с нарушением условий охлаждения реакторной установки со стороны второго контура**

Режим закрытия стопорных клапанов турбогенератора или потеря внешней электрической нагрузки. Режим закрытия отсечных клапанов парогенераторов. Режим потери нормального расхода питательной воды, включая полное прекращение. Режим отключения подогревателя высокого давления

#### **Тема 2.5. Режимы с разуплотнением второго контура**

Режим разрыва паропровода внутри и вне защитной оболочки (включая случай разрыва сборного коллектора пара). Режим не посадки ИПУ ПГ. Режим не посадки клапанов устройств сброса пара (БРУ-А и БРУ-К). Режим разрыва трубопровода питательной воды ПГ

### **Раздел 3. Режимы работы и эксплуатация ТЭС**

**Тема 3.1. Классификация режимов, основные термины и определения**  
Стационарные режимы. Нормативные характеристики основного теплоэнергетического оборудования.

#### **Тема 3.2. Переменные режимы работы ТЭС**

Работа основного и вспомогательного оборудования ТЭС на частичных нагрузках. Работа оборудования ТЭС в переходных режимах. Маневренность и мобильность ТЭС

#### **Тема 3.3. Пуско-остановочные режимы работы оборудования ТЭС**

Пусковые режимы работы оборудования ТЭС. Остановочные режимы работы оборудования ТЭС

#### **Тема 3.4. Эксплуатация оборудования ТЭС**

Предотвращение повреждаемости оборудования ТЭС. Эксплуатация общестанционного оборудования

### **3.4. Тематический план практических занятий**

Расчет тепловых схем конденсационных электростанций при частичных нагрузках (8 ч)..

### **3.5. Тематический план лабораторных работ**

Лабораторная работа № 1. Отключение главного циркуляционного насоса с отказом на срабатывание РОМ и ПЗ-1.

Лабораторная работа № 2. Неуправляемое падение одного органа регулирования системы управления и защиты при работе на мощности.

Лабораторная работа № 3. Разрыв главного парового коллектора

Лабораторная работа № 4. Потеря собственных нужд АЭС с несрабатыванием аварийной защиты реактора..

### **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-3.1	знать:				
		технико-экономические показатели и особенности эксплуатации всего тепломеханического комплекса в различных режимах	безошибочно знает технико-экономические показатели и особенности эксплуатации всего тепломеханического комплекса в различных режимах	знает технико-экономические показатели и особенности эксплуатации всего тепломеханического комплекса в различных режимах, допускает несколько не-грубых ошибок при опросе	знает технико-экономические показатели и особенности эксплуатации всего тепломеханического комплекса в различных режимах, допускает много не-грубых ошибок при опросе	плохо знает технико-экономические показатели и особенности эксплуатации всего тепломеханического комплекса в различных режимах, допускает много грубых ошибок при опросе
		организационно распорядительные документы по оперативному управлению энергоблоками (инструкции, регламенты, графики)	безошибочно знает организационно распорядительные документы по оперативному управлению энергоблоками (инструкции, регламенты, графики)	знает организационно распорядительные документы по оперативному управлению энергоблоками (инструкции, регламенты, графики), допускает несколько не-грубых ошибок при опросе	знает организационно распорядительные документы по оперативному управлению энергоблоками (инструкции, регламенты, графики), допускает много не-грубых ошибок при опросе	плохо знает организационно распорядительные документы по оперативному управлению энергоблоками (инструкции, регламенты, графики), допускает много грубых ошибок при опросе
		порядок действий при авариях, послеаварий	Уровень знаний порядка действий при	Уровень знаний порядка действий	Минимально допустимый уровень	Уровень знаний порядка действий

		ных режимах, нарушениях технологического процесса	авариях, послеаварийных режимах, нарушениях технологического процесса в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок	при авариях, послеаварийных режимах, нарушениях технологического процесса в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько не-грубых ошибок	знаний порядок действий при авариях, послеаварийных режимах, нарушениях технологического процесса, имеет место много негрубых ошибок	при авариях, послеаварийных режимах, нарушениях технологического процесса ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки
		уметь:				
		осуществляют контроль и регулирование нагрузки турбогенераторов в соответствии с диспетчерским графиком	Продемонстрированы умения осуществлять контроль и регулирование нагрузки турбогенераторов в соответствии с диспетчерским графиком, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы умения осуществлять контроль и регулирование нагрузки турбогенераторов в соответствии с диспетчерским графиком, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы умения осуществлять контроль и регулирование нагрузки турбогенераторов в соответствии с диспетчерским графиком, выполнены все задания, но не в полном объеме	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения осуществлять контроль и регулирование нагрузки турбогенераторов в соответствии с диспетчерским графиком, имеют место грубые ошибки
		выполнять действия при авариях (снижение нагрузки, аварийный останов, локализация нарушений)	Продемонстрированы умения выполнять действия при авариях (снижение нагрузки, аварийный останов, локализация нарушений),	Продемонстрированы умения выполнять действия при авариях (снижение нагрузки, аварийный останов, локализации	Продемонстрированы умения выполнять действия при авариях (снижение нагрузки, аварийный останов, локализации	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения выполнять действия при авариях

			выполнены все задания в полном объеме	я нарушений), выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	я нарушений), выполнены все задания, но не в полном объеме	(снижение нагрузки, аварийный останов, локализация нарушений), имеют место грубые ошибки
	вести оперативную и отчетную документацию по режимам работы	Продемонстрированы все основные умения вести оперативную и отчетную документацию по режимам работы, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения вести оперативную и отчетную документацию по режимам работы, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы основные умения вести оперативную и отчетную документацию по режимам работы, выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы основные умения вести оперативную и отчетную документацию по режимам работы, выполнены все задания, но не в полном объеме	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения вести оперативную и отчетную документацию по режимам работы, имеют место грубые ошибки
	использовать измерительные комплексы и ПО для обработки данных испытаний	Продемонстрированы все основные умения использовать измерительные комплексы и ПО для обработки данных испытаний, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения использовать измерительные комплексы и ПО для обработки данных испытаний, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы основные умения использовать измерительные комплексы и ПО для обработки данных испытаний, выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы основные умения использовать измерительные комплексы и ПО для обработки данных испытаний, выполнены все задания, но не в полном объеме	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения использовать измерительные комплексы и ПО для обработки данных испытаний, имеют место грубые ошибки
	владеть:					
	Навыками обеспечения безопасной и	Продемонстрированы навыки	Продемонстрированы базовые	Имеется минимальный набор	При решении стандартных	

		экономичной эксплуатации и основного и вспомогательного оборудования в заданных режимах	обеспечения безопасной и экономичной эксплуатации основного и вспомогательного оборудования в заданных режимах при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	навыки обеспечения безопасной и экономичной эксплуатации основного и вспомогательного оборудования в заданных режимах при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	навыков обеспечения безопасной и экономичной эксплуатации основного и вспомогательного оборудования в заданных режимах для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	х задач не продемонстрированы базовые навыки обеспечения безопасной и экономичной эксплуатации основного и вспомогательного оборудования в заданных режимах, имеют место грубые ошибки
--	--	-----------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

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. Баклушин, Р. П. Эксплуатация АЭС : учебное пособие / Р. П. Баклушин. - Москва : НИЯУ МИФИ, - Часть 1,2 - 2011. - 304 с. — ISBN 978-5-7262-1441-2. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/75744>. - Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Аракелян, Э. К. Режимы работы и эксплуатация ТЭС: учебник / Э. К. Аракелян, Е. Т. Ильин, Н. Д. Рогалев. — Москва: НИУ МЭИ, 2021. — 520 с. — ISBN 978-5-7046-2454-7. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/276863>.

2. Зорин, В. М. Атомные электростанции : учебное пособие / Зорин В. М. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01178-2. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011782.html>. - Режим доступа : по подписке.

#### 5.1.2.Дополнительная литература

1. Стационарные, переменные и пусковые режимы энергоблоков ТЭС : [производственно-практическое издание] / А. Г. Прокопенко, И. С. Мысак. - М.: Энергоатомиздат, 1990. - 317 с.

2. Аварийные режимы ядерного энергоблока с реактором ВВЭР-1200: практикум / сост. С. Р. Сайтов. - Казань: КГЭУ, 2024. - 48 с. - URL: <https://lib.kgeu.ru/>.

3. Эксплуатация атомных электростанций : учебное пособие / А. М. Грибков, Н. Д. Чичирова. - Казань : КГЭУ, 2024. - 238 с. - URL: <https://lib.kgeu.ru/>.

4. Методы расчетов тепловых систем ТЭС : учебно-методическое пособие / сост.: Ю. В. Абасев, Р. Е. Безруков. - Казань : КГЭУ, 2017. - 29 с. - URL: <https://lib.kgeu.ru/>.

*Приводится перечень дополнительной литературы*

## **5.2. Информационное обеспечение**

### 5.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

1. <https://www.atomic-energy.ru/> - Информационный портал «Атомная энергия 2.0»

2. <https://rosatom.ru/> - официальный сайт корпорации Росатом.

### 5.2.2. Профессиональные базы данных / Информационно-справочные системы

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

<http://pravo.gov.ru> - Официальный интернет-портал правовой информации

<http://consultant.ru> - справочная правовая система «Консультант Плюс»

<http://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека

<http://www.rsl.ru> - Российская государственная библиотека

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

1. Windows 10 домашняя для одного языка, тип лицензии - предустановленная, срок действия лицензии - бессрочно.

2. Office Standard 2007 Russian OLP NL AcademicEdition+: договор №21/2010 от 04.05.2010, лицензиар - ЗАО «Софт Лайн Трейд», тип (вид) лицензии - неискл. право, срок действия лицензии - бессрочно.

3. Программно-технический моделирующий комплекс «Аналитический тренажер энергоблока с реактором ВВЭР-1200 для обучения студентов вузов» (договор №173/2021/864/415-Д от 17.12.2021 АО "ИТЦ "ДЖЭТ")

## **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 (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), демонстрационное оборудование, учебно-наглядные пособия
Практические занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Проектор с экраном, моноблок (1 шт.), доска аудиторная, наглядные пособия
Лабораторные работы	Учебная аудитория для лабораторных занятий	Компьютер в комплекте с 2 мониторами (12 шт.), телевизор (3 шт.), стойка с сенсорными экранами (8 шт.), МФУ (1 шт.)
Самостоятельная работа	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение
	Читальный зал библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, экран, мультимедийный проектор, программное обеспечение

## **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.

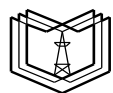
*Научно-образовательное воспитание:*

- 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	«Согласовано» председатель УМК института (факультета), в состав которого входит выпускающая
1	2	3	4	5	6
1					
2					
3					



**КГУ**

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

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
по дисциплине**

*Режимы работы и эксплуатация ТЭС и АЭС*  
*(Наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)*

---

Направление подготовки

13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

*(Код и наименование направления подготовки)*

Направленность(и) \*  
(профиль(и))

Технология производства электрической и тепловой  
энергии на тепловых и атомных электростанциях  
*(Наименование направленности (профиля) образовательной программы)*

Квалификация

Магистр

*(Бакалавр / Магистр)*

Оценочные материалы по дисциплине «Режимы работы и эксплуатация 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							Промежуточная аттестация
		I текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК1	II текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК2	III текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК3	Итого	
<b>Раздел 1</b>	<b>ТК1</b>	<b>15</b>	<b>0-15</b>					<b>15-30</b>	<b>15-30</b>
КНР		15							
<b>Раздел 2.</b>	<b>ТК2</b>			<b>25</b>	<b>0-15</b>			<b>25-40</b>	<b>25-40</b>
КНР				15					
Защита лабораторной работы				10					
<b>Раздел 3</b>	<b>ТК3</b>					<b>20</b>	<b>0-10</b>	<b>20-30</b>	<b>20-30</b>
КНР						15			
Практическое задание						5			
Промежуточная аттестация (экзамен)	<b>ОМ</b>								<b>0-40</b>
Задание промежуточной аттестации									0-10
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-3	ПК-3.1	знать:				
		технико-экономические показатели и особенности эксплуатации и всего тепломеханического комплекса в различных режимах	безошибочно знает технико-экономические показатели и особенности эксплуатации всего тепломеханического комплекса в различных режимах	знает технико-экономические показатели и особенности эксплуатации и всего тепломеханического комплекса в различных режимах, допускает несколько не-грубых ошибок при опросе	знает технико-экономические показатели и особенности эксплуатации и всего тепломеханического комплекса в различных режимах, допускает много не-грубых ошибок при опросе	плохо знает технико-экономические показатели и особенности эксплуатации и всего тепломеханического комплекса в различных режимах, допускает много грубых ошибок при опросе
		организационно распорядительные документы по оперативному управлению энергоблоками (инструкции, регламенты, графики)	безошибочно знает организационно распорядительные документы по оперативному управлению энергоблоками (инструкции, регламенты, графики)	знает организационно распорядительные документы по оперативному управлению энергоблоками (инструкции, регламенты, графики), допускает несколько не-грубых ошибок при опросе	знает организационно распорядительные документы по оперативному управлению энергоблоками (инструкции, регламенты, графики), допускает много не-грубых ошибок при опросе	плохо знает организационно распорядительные документы по оперативному управлению энергоблоками (инструкции, регламенты, графики), допускает много грубых ошибок при опросе
порядок действий при авариях, послеаварийных режимах, нарушениях технологического процесса	Уровень знаний порядка действий при авариях, послеаварийных режимах, нарушениях технологического процесса в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок	Уровень знаний порядка действий при авариях, послеаварийных режимах, нарушениях технологического процесса в объеме, соответствующем	Минимально допустимый уровень знаний порядка действий при авариях, послеаварийных режимах, нарушениях технологического процесса,	Уровень знаний порядка действий при авариях, послеаварийных режимах, нарушениях технологического процесса ниже минимальных требований		

			программе, имеет место несколько не-грубых ошибок	имеет место много негрубых ошибок	бований, имеют место грубые ошибки
уметь:					
	осуществляют контроль и регулирование нагрузки турбогенераторов в соответствии с диспетчерским графиком	Продемонстрированы умения осуществлять контроль и регулирование нагрузки турбогенераторов в соответствии с диспетчерским графиком, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы умения осуществлять контроль и регулирование нагрузки турбогенераторов в соответствии с диспетчерским графиком, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы умения осуществлять контроль и регулирование нагрузки турбогенераторов в соответствии с диспетчерским графиком, выполнены все задания, но не в полном объеме	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения осуществлять контроль и регулирование нагрузки турбогенераторов в соответствии с диспетчерским графиком, имеют место грубые ошибки
	выполнять действия при авариях (снижение нагрузки, аварийный останов, локализация нарушений)	Продемонстрированы умения выполнять действия при авариях (снижение нагрузки, аварийный останов, локализация нарушений), выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы умения выполнять действия при авариях (снижение нагрузки, аварийный останов, локализация нарушений), выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы умения выполнять действия при авариях (снижение нагрузки, аварийный останов, локализация нарушений), выполнены все задания, но не в полном объеме	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения выполнять действия при авариях (снижение нагрузки, аварийный останов, локализация нарушений), имеют место грубые ошибки
	вести оперативную	Продемонстрированы все	Продемонстрированы	Продемонстрированы	При решении

		и отчётную документацию по режимам работы	основные умения вести оперативную и отчётную документацию по режимам работы, выполнены все задания в полном объеме	все основные умения вести оперативную и отчётную документацию по режимам работы, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	основные умения вести оперативную и отчётную документацию по режимам работы, выполнены все задания, но не в полном объеме	стандартных задач не продемонстрированы основные умения вести оперативную и отчётную документацию по режимам работы, имеют место грубые ошибки
		использовать измерительные комплексы и ПО для обработки данных испытаний	Продемонстрированы все основные умения использовать измерительные комплексы и ПО для обработки данных испытаний, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения использовать измерительные комплексы и ПО для обработки данных испытаний, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы основные умения использовать измерительные комплексы и ПО для обработки данных испытаний, выполнены все задания, но не в полном объеме	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения использовать измерительные комплексы и ПО для обработки данных испытаний, имеют место грубые ошибки
		владеть:				
		Навыками обеспечения безопасной и экономичной эксплуатации и основного и вспомогательного оборудования в заданных режимах	Продемонстрированы навыки обеспечения безопасной и экономичной эксплуатации основного и вспомогательного оборудования в заданных режимах при решении нестандартных задач без	Продемонстрированы базовые навыки обеспечения безопасной и экономичной эксплуатации и основного и вспомогательного	Имеется минимальный набор навыков обеспечения безопасной и экономичной эксплуатации и основного и вспомогательного	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки обеспечения безопасной и экономичной эксплуатации

			ошибок и недочетов	оборудования в заданных режимах при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	оборудования в заданных режимах для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	и основного и вспомогательного оборудования в заданных режимах, имеют место грубые ошибки
--	--	--	--------------------	---------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------

Оценка **«отлично»** выставляется за выполнение контрольных работ; решение практических заданий; защит лабораторных работ; глубокое понимание режимов работы тепловых и атомных электрических станций и правил обеспечения надежной, безопасной и экономичной работы оборудования ТЭС и АЭС, полные и содержательные ответы на вопросы билета (теоретическое и практическое задание);

Оценка **«хорошо»** выставляется за выполнение контрольных работ; решение практических заданий; защит лабораторных работ; понимание режимов работы тепловых электрических станций и правил обеспечения надежной, безопасной и экономичной работы оборудования ТЭС и АЭС, ответы на вопросы билета (теоретическое или практическое задание);

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется за выполнение контрольных работ; решение практических заданий; защит лабораторных работ; глубокое понимание режимов работы тепловых и атомных электрических станций и правил обеспечения надежной, безопасной и экономичной работы оборудования ТЭС и АЭС;

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется за слабое и неполное выполнение контрольных работ работ.

### 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
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
Практическое задание (ПЗ)	Средство оценки умения применять полученные теоретические знания в практической ситуации. Задание направлено на оценивание компетенций по дисциплине, содержит четкую инструкцию по выполнению или алгоритм действий	Комплект задач и заданий

Контрольная работа (КнТР)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
---------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------

**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-3.1

**Контрольные вопросы**

Что является базисом для безопасного развития атомной энергетики в РФ?

Что такое «безопасность АС» в соответствии с российскими нормами?

Что понимается под «ядерной аварией» по НП 001 15?

Что такое «запроектная авария»?

Какова фундаментальная цель безопасности АС?

Что такое пределы безопасной эксплуатации АС.

Какой принцип безопасности лежит в основе технологии защиты АС?

Что относится к уровню 1 глубокоэшелонированной защиты?

Что такое «ядерная безопасность» (ЯБ) согласно НП 082 07?

Что означает термин «СЦР» в контексте ядерной безопасности?

Что является источником всех специфических опасностей на АЭС?

Что включает радиологическая цель безопасности?

Что относится к техническим принципам безопасности АС?

Почему важно поддерживать работоспособность всех физических барьеров при нормальной эксплуатации?

*Пример задания*

**Для текущего контроля ТК2:**

Проверяемая компетенция: ПК-3.1

**Контрольные вопросы**

Перечислите четыре основных режима с нарушением условий охлаждения со стороны второго контура

Укажите два ключевых признака, по которым формируется сигнал на срабатывание аварийной защиты (АЗ) при закрытии стопорных клапанов турбогенератора, и приведите соответствующие числовые уставки

Каково максимальное давление в первом контуре (в МПа) при закрытии стопорных клапанов турбогенератора без наложения обесточивания?

Какое минимальное значение коэффициента запаса до кризиса теплообмена зафиксировано при потере нормального расхода питательной воды с обесточиванием АЭС?

Перечислите три системы/устройства, которые обеспечивают поддержание давления и отвод пара во втором контуре при закрытии стопорных клапанов турбогенератора. Укажите их функции в аварийной ситуации.

Опишите два основных последствия обесточивания АЭС в режиме потери

нормального расхода питательной воды. Укажите, через какое время после обесточивания начинается подача питательной воды от АПЭН.

Каково максимальное давление во втором контуре (в МПа) при закрытии стопорных клапанов ТГ с наложением обесточивания АЭС?

Какое отношение максимального давления в первом контуре к расчётному (17,6 МПа) зафиксировано при потере нормального расхода питательной воды с обесточиванием АЭС?

Перечислите четыре режима, относящихся к категориям с разуплотнением второго контура. Кратко укажите ключевую особенность каждого режима.

Опишите два ключевых признака, по которым можно идентифицировать аварию не посадки ИПУ ПГ, БРУ А или БРУ К. Укажите одно действие системы безопасности, срабатывающее при этих признаках.

Каково максимальное давление во втором контуре (в МПа) при не посадке клапана БРУ К (без обесточивания)?

Какой сигнал инициирует закрытие БЗОК на паропроводе аварийного ПГ при разрыве паропровода?

Опишите два последствия для первого контура, возникающие после опорожнения неотсечённого от течи парогенератора при разрыве паропровода. Укажите одно действие оператора, необходимое для стабилизации параметров.

Каково минимальное значение запаса до кризиса теплообмена (безразмерная величина), зафиксированное в расчётах для режима разрыва паропровода?

Какой параметр служит уставкой для закрытия запорной арматуры и отключения ГЦН в петле с аварийным ПГ при разрыве паропровода?

### **Примеры контрольных вопросов по лабораторным работам**

Что произойдёт, если РОМ и ПЗ-1 штатно отработают при отключении одного из трех ГЦНА?

В чем разница между нейтронной и тепловой мощностью реактора? Какими средствами фиксируются эти параметры? Укажите видеокдры СВБУ, на которых можно найти эти параметры.

Почему при закрытии СК главный паровой коллектор переводится на БРУ-К?

Почему необходимо контролировать работу ВПУ при остановке турбины? Что должен сделать оператор ТЦ в случае несрабатывания ВПУ?

Объясните, почему при разрыве ГПК происходит снижение температуры и давления в первом контуре.

Почему при разгерметизации ГЦН включились в работу все ПЭН, включая ВПЭН?

Назовите причину и цель подключения системы JNB к ПГ.

Расскажите, с чем связано падение уровня в КД.

*Пример задания*

**Для текущего контроля ТКЗ:**

Проверяемая компетенция: ПК-3.1

### **Контрольные вопросы**

1. От чего зависит экономичность блоков на частичных нагрузках?
2. Как влияет нагрузка турбины на параметры пара и воды в тепловой схеме турбоустановки?
3. Почему при снижении нагрузки уменьшаются значения недогревов до температуры насыщения в поверхностных подогревателях?
4. Как определяются давления пара в отборах конденсационной турбины при поверочном расчете?
5. Как определяются давления пара в отборах теплофикационной турбины при поверочном расчете?
6. Каким образом определяется давление в нижнем теплофикационном отборе?
7. Как строится процесс расширения пара в  $h,s$ -диаграмме в зависимости от способа регулирования мощности энергоблока?
8. Как рассчитывается тепловая схема конденсационной турбоустановки при частичной нагрузке?
9. Как рассчитывается тепловая схема теплофикационной турбоустановки при различных нагрузках?
10. Какие преимущества и недостатки существующих способов регулирования мощности энергоблоков?

### **Практическое задание**

1. Определить давления пара в отборах турбины К-800-240 при частичной нагрузке при 50%-ном расходе пара (от номинального) без учета протечек пара с постоянным начальным давлением пара.
2. Построить процесс расширения пара в турбине К-800-240 в  $h, s$ -диаграмме для условий задачи 1.
3. Определить параметры пара, воды и дренажа в регенеративных подогревателях для условий задачи 1.
4. Рассчитать внутреннюю мощность цилиндров высокого и среднего давления турбины К-800-240 для условий задачи 1.
5. Рассчитать показатели тепловой экономичности турбины К-800-240 при частичной нагрузке при 50%-ном расходе пара (от номинального) без учета протечек пара с постоянным начальным давлением пара.

### **Дополнительные баллы к ТК**

Для получения дополнительных баллов необходимо ответить на дополнительные баллы из основного списка вопросов.

### **Для промежуточной аттестации:**

1. Общие подходы к ядерной безопасности АС.
2. Проектная классификация режимов эксплуатации
3. Пределы безопасной эксплуатации.
4. Условия безопасной эксплуатации.
5. Эксплуатационные пределы по технологическим параметрам.
6. Эксплуатационные пределы по радиационным параметрам.
7. Допустимые технологические параметры в стационарном состоянии в базовом режиме.

8. Ограничения по условиям нагружения оборудования.
9. Поддержание водно-химического режима.
10. Состояния нормальной эксплуатации.
11. Границы между состояниями нормальной эксплуатации.
12. Переходные режимы реактора.
13. Проверка плотности и гидравлические испытания 1 контура.
14. Ввод в работу систем ТО.
15. Разогрев до номинальных параметров.
16. Выход на МКУ.
17. Включение энергоблока в сеть.
18. Подъем мощности.
19. Заполнение 1 контура.
20. Разогрев 1 контура до температуры проверки плотности при рабочем давлении и до температуры гидравлических испытаний.
21. Проверка плотности и гидравлические испытания 1 контура.
22. Проверка плотности и гидравлические испытания 2 контура.
23. Организация эксплуатации.
24. Эксплуатация энергоблока в состоянии «работа на мощности».
25. Маневренные режимы энергоблока.
26. Алгоритмы управления мощностью и распределением энерговыделением при работе на мощности
27. Снижение мощности энергоблока.
28. Проверки в процессе снижения мощности, перевод ЭБ на МКУ.
29. Расхолаживание энергоблока
30. Проверки и испытания СБ.
31. Испытания и проверки СНЭ важных для безопасности.
32. Неуправляемое извлечение группы органов регулирования.
33. Выброс органа регулирования СУЗ при разрыве чехла привода.
34. Нарушение в системе борного регулирования или ошибка оператора, приводящие к увеличению объема теплоносителя или снижению концентрации бора в первом контуре.
35. Режим включения ГЦН ранее неработавшей петли.
36. Возможности несанкционированного выхода реактора в критическое состояние
37. Разрыв трубопроводов первого контура с образованием «малой» течи.
38. Режимы с уменьшением запаса теплоносителя в реакторе.
39. Режимы «большой» течи.
40. Заклинивание одного ГЦН.
41. Обесточивание одного ГЦН.
42. Обесточивание всех ГЦН.
43. Полное обесточивание собственных нужд АЭС
44. Режим закрытия стопорных клапанов турбогенератора или потеря внешней электрической нагрузки.
45. Режим закрытия отсечных клапанов парогенераторов.
46. Режим потери нормального расхода питательной воды, включая полное прекращение.
47. Режим отключения подогревателя высокого давления
48. Режим разрыва паропровода внутри и вне защитной оболочки (включая случай разрыва сборного коллектора пара).

- 49.Режим непосадки ИПУ ПГ.
- 50.Режим непосадки клапанов устройств сброса пара (БРУ-А и БРУ-К).
- 51.Режим разрыва трубопровода питательной воды ПГ
- 52.Стационарные режимы.
- 53.Нормативные характеристики основного теплоэнергетического оборудования.
- 54.Работа основного и вспомогательного оборудования ТЭС на частичных нагрузках.
- 55.Работа оборудования ТЭС в переходных режимах.
- 56.Маневренность и мобильность ТЭС
- 57.Пусковые режимы работы оборудования ТЭС.
- 58.Остановочные режимы работы оборудования ТЭС
- 59.Предотвращение повреждаемости оборудования ТЭС.
- 60.Эксплуатация общестанционного оборудования