



КГУУ

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

9 28.04.2026

УТВЕРЖДАЮ

Директор

Института теплоэнергетики

_____ С.О.Гапоненко

« 23 » _____ 01 _____ 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДЭ.01.01.02 Расчет и конструирование паровых турбин

Направление
подготовки

13.03.03 Энергетическое машиностроение

Направленность(и)*
(профиль(и))

Производство и эксплуатация газовых и паровых
турбин

Квалификация

Бакалавр

г. Казань, 2024

Программу разработал(и):

Наименование кафедры	Должность, уч. степень, уч. звание	ФИО разработчика
ЭМС	Доцент, к.т.н., доцент	Титов А.В.

Согласование	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
Одобрена	ЭМС	12.01.2024	6	_____ Зав.каф., д.т.н., доц. Мингалеева Г. Р.
Согласована	ЭМС	12.01.2024	6	_____ Зав.каф., д.т.н., доц. Мингалеева Г. Р.
Согласована	Учебно-методический совет ИТЭ	23.01.2024	5	_____ Директор, к.т.н., доц. Гапоненко С.О.
Одобрена	Ученый совет ИТЭ	23.01.2024	5	_____ Директор, к.т.н., доц. Гапоненко С.О.

1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Расчет и конструирование паровых турбин» является формирование знаний о процессах преобразования энергии в паротурбинной установке и ее элементах, особенностях течения пара в проточной части турбины, методах расчета и оптимизации элементов паротурбинных установок, принципах их конструирования

Задачами дисциплины являются: формирование практических навыков тепловых и газодинамических расчетов паротурбинных установок и их элементов, использования программного обеспечения расчетов, качественного и количественного анализа при проектировании, переменных режимах, реконструкции и модернизации турбоустановок.

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ПК-1 Способен к проектированию газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей	ПК-1.4 Проводит комплекс расчетов элементов газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей с применением специализированного ПО

2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.: «Физика», «Материаловедение и технология конструкционных материалов», «Теоретические основы теплотехники», «Энергетические установки и двигатели», «Теория горения топлив».

Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.: «Парогазовые установки», «Режимы работы парогазовых установок», «Производственная практика (преддипломная)».

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр(ы)	
			7	8
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	10	360	144	216
КОНТАКТНАЯ РАБОТА*	-	178	66	112
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	3	110	50	60
Лекции	1,5	58	34	24
Практические (семинарские) занятия	1,5	52	16	36
Лабораторные работы	-	-	-	-
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	7	250	88	162
Проработка учебного материала	4	142	70	72
Курсовой проект	2	72	0	72

Курсовая работа	-	-	-	-
Подготовка к промежуточной аттестации	1	36	18	18
Промежуточная аттестация:			Э	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		12		4	15	ТК1	ПК-1.4
Раздел 2		10		4	15	ТК2	ПК-1.4
Раздел 3		12		6	20	ТК3	ПК-1.4
Экзамен					36	ОМ 1	
Итого за 7 семестр	144	34		16	88		
Раздел 4		12		16	35	ТК4	ПК-1.4
Раздел 5		12		20	35	ТК5	ПК-1.4
Курсовой проект	72				72	ОМкр	
Экзамен	36				36	ОМ 2	
Итого за 8 семестр	216	24		36	162		
ИТОГО	360	58		52	250		

3.3. Содержание дисциплины

7 семестр

1. Энергетические машины и двигатели. Виды и классификация двигателей. Основные понятия. Классификация двигателей. Системы солнечного теплоснабжения. Солнечные электростанции. Геотермальная энергетика. Ветроэнергетика. Электростанции с МГД-установками.

Электростанции и их назначение. Комбинированная и отдельная выработка электрической и тепловой энергии. Типы электростанций. Схемы конденсационных электростанций на органическом и ядерном топливе. Схемы теплоэлектроцентралей на органическом и ядерном топливе. Маркировка паровых турбин.

2. Устройство котлоагрегатов. Компоновка котельных агрегатов. Устройство котлоагрегатов с естественной циркуляцией. Устройство прямоточных котлоагрегатов. Схемы водяного тракта котлов. Схемы подготовки к сжиганию твердого топлива в котле. Схемы подготовки к сжиганию жидкого топлива в котле. Схемы подготовки к сжиганию газообразного топлива в котле.

Энергетические показатели электростанций. Показатели тепловой экономичности КЭС. Показатели тепловой экономичности ТЭЦ. Влияние начальных параметров на тепловую экономичность цикла. Промежуточный

перегрев пара на КЭС. Влияние конечного давления на тепловую экономичность цикла.

3. Регенеративный подогрев питательной воды и конденсата. Регенеративный подогрев питательной воды. Регенеративный подогрев воды на КЭС. Регенеративный подогрев воды на ТЭЦ. Регенеративный подогрев воды на АЭС. Схемы включения регенеративных подогревателей. Регенеративные подогреватели. Маркировка. Регенеративные подогреватели высокого давления. Регенеративные подогреватели низкого давления поверхностного типа. Регенеративные подогреватели низкого давления смешивающего типа. Деаэраторы, принцип работы, типы, конструкции. Схемы включения деаэраторов в тепловую схему турбоустановки. Питательные насосные установки, схемы, достоинства и недостатки. Привод питательных насосов, достоинства и недостатки. Схемы включения турбопривода в тепловую схему турбоустановки. Системы технического водоснабжения. Конденсационная установка. Конструкция конденсатора. Воздухоотсасывающие устройства. Испарители.

Отпуск теплоты с электростанции тепловому потребителю. Тепловые нагрузки электростанций. Подогрев сетевой воды на КЭС. Подогрев сетевой воды на ТЭЦ. Сетевые подогреватели.

8 семестр

4. Преобразование энергии в турбинной ступени. Основные уравнения для потока сжимаемой жидкости. Основные характеристики и параметры потоков в каналах. Преобразование энергии в турбинной ступени. Относительный лопаточный КПД ступени. Двухвенечная ступень. Радиальные и радиально-осевые ступени. Геометрические и газодинамические характеристики решеток турбинных ступеней. Турбинные решетки при переменном режиме работы. Расширение в косом срезе решетки.

Определение размеров турбинных ступеней. Внутренний относительный КПД. Ступени турбомашин, их типы, характеристики и методы расчета. Определение размеров сопловых и рабочих лопаток для одновенечных и двухвенечных ступеней. Внутренний относительный КПД ступени. Дополнительные потери. Пример расчета одновенечной ступени. Пример расчета двухвенечной ступени. Ступени с длинными лопатками. Конструктивное выполнение сопловых и рабочих лопаток.

Многоступенчатые паровые турбины. Основные узлы и конструкция паровой турбины. Многоступенчатые турбины; расчет и оптимизация группы ступеней. Тепловой процесс в многоступенчатой паровой турбине. Коэффициент возврата теплоты. Конструкция уплотнений. Эрозия деталей паровых турбин. Сепарация влаги в турбине. Осевые усилия, действующие на ротор турбины. Основы выбора конструкции проточной части многоступенчатых турбин. Предельная мощность однопоточной конденсационной турбины. Приближенная оценка процесса течения пара в проточной части турбины. Оценка диаметров, числа ступеней и распределение теплоперепадов по ступеням турбины. Особенности детального расчета

проточной части турбины. Особенности влажно-паровых турбин АЭС. Конструкции турбин различных типов. Выбор основных элементов конструкций: частоты вращения, числа валов и цилиндров, типа парораспределения и числа ступеней. Технология изготовления основных деталей.

5. Работа турбины при переменном режиме. Работа ступени при нерасчетном режиме. Распределение давлений и тепловых перепадов по ступеням турбины при переменном расходе пара. Тепловой процесс турбины при переменном расходе пара и различных способах парораспределения. Выбор системы парораспределения. Регулирование мощности турбины способом скользящего давления. Влияние отклонения начальных параметров пара и температуры промежуточного перегрева на мощность турбины. Влияние конечного давления пара на мощность турбины.

Турбины для комбинированной выработки теплоты и электрической энергии. Турбины с противодавлением. Турбины с промежуточным регулируемым отбором пара. Турбины с противодавлением и регулируемым отбором пара. Турбины с двумя регулируемыми отборами пара. Турбины с двумя отопительными отборами пара. Применение встроенных пучков в конденсаторах теплофикационных турбин. Диаграммы режимов.

3.4. Тематический план практических занятий

№ п/п	Тема практических (семинарских) занятий	Семестр
1	2	3
1	Тепловые схемы ПТУ, определение параметров воды на выходе из регенеративных подогревателей	7
2	Определение параметров пара в отборах на регенеративные подогреватели.	7
3	Определение расходов пара на регенеративные подогреватели и турбопривод.	7
4	Определение энергетических характеристики турбоустановки	7
5	Выездное занятие. Тема: «ТЭС их основное и вспомогательное оборудование»	7
6	Определение размеров сопловых и рабочих лопаток для одновенечных ступеней.	8
7	Определение размеров сопловых и рабочих лопаток для двухвенечных ступеней.	8
8	Определение расхода пара на турбину	8
9	Расчет регулирующей ступени	8
10	Распределение теплоперепадов по ступеням и определение их количества	8
11	Расчет не регулируемых ступеней	7

3.5. Тематический план лабораторных работ

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом.

3.6. Курсовой проект /курсовая работа

1	Способ паровпуска и его влияние на процесс течения пара в турбине
2	Переменные режимы работы конденсационных паротурбинных установок
3	Переменные режимы работы теплофикационных паротурбинных установок

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-1.5 Обосновывает технические решения при проектировании объектов энергетического машиностроения	<p>знать:</p> <p>-основные виды и порядок подготовки конструкторских документов при разработке новых конструкций паровых турбин; -принципы конструирования паротурбинных установок основные процессы преобразования энергии, происходящие в паровых турбинах; - термодинамичес</p>	Студент самостоятельно извлекает новые знания по темам дисциплины. Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Студент демонстрирует уверенно аналитические знания. Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию. Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки

		<p>кие свойства водяного пара при режимных параметрах работы паровых турбин основные конструктивные элементы паровых турбин; наилучшие доступные технологии в области теплоэнергетики и турбостроения; -схемы паротурбинных и парогазовых установок с различными типами паровых турбин</p>				
		<p>уметь:</p>				
		<p>обосновывать выбор типа и параметров паровой турбины для включения в паротурбинную или парогазовую установку рассчитывать конструктивные элементы паровых турбин в зависимости от заданных режимных параметров -рассчитывать основные параметры термодинамических процессов в паровых турбинах</p>	<p>Студент умеет самостоятельно творчески выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном</p>	<p>Студент умеет самостоятельно выполнять действия по решению нестандартных задач. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами</p>	<p>Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции. Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме</p>	<p>При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки</p>

		объеме				
		владеть:				
	навыками описания и исследования процессов, происходящих в паровых турбинах навыками конструирования проточной части паровой турбины и ее оптимизации с использованием специализированного ПО -навыками расчета паровых турбин в составе паротурбинных и парогазовых установок	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетам и	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторым и недочетам и	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, 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. Тепловые электрические станции: учебник / В. Д. Буров, Е. П. Дорохов, Д. П. Елизаров. - 2-е изд., перераб. и доп. М.: Издательский дом МЭИ, 2020. – 466 с. URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383014202.html>. - ISBN 978-5-383-01420-2. Текст: электронный.
2. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций: учебное пособие / С. В. Цанев, В. Д. Буров, А. Н. Ремезов; под ред. С. В. Цанева. - 3-е изд., стер. Москва: Издательский дом МЭИ, 2020. 573 с. URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383014240.html>. - ISBN 978-5-383-01424-0. Текст: электронный.
3. Паровые турбины учебно-методическое пособие / В. И. Субботин, О. Н. Махов, Л. И. Тимошин. Иваново ИГЭУ, 2012. 100 с. URL: <https://elib.ispu.ru/node/7998> . Текст: электронный.
4. Паровые турбины: Теория теплового процесса и конструкции турбин: учебник для вузов / А. В. Щегляев. 5-е изд., доп. / подгот. к печати Б. М. Трояновским. М.: Энергия, 1976. 368 с.: ил. Текст: непосредственный.

5.1.2.Дополнительная литература

1. Паровые турбины и газотурбинные установки для электростанций учебник для вузов / А. Г. Костюк, А. Е. Булкин, А. Д. Трухний; под ред. А. Д. Трухния. Москва: Издательский дом МЭИ, 2019. - 688 с. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/ru/book/ISBN9785383014004.html>. - ISBN 978-5-383-01400-4; Б. ц. Текст электронный.
2. Расчет проточной части паровой турбины: методические рекомендации для выполнения курсовой работы / сост. Д. А. Усков. Казань КГЭУ, 2017. – 122 с.
3. Расчёт проточной части паровых турбин атомных электрических станций: учебно-методическое пособие / И. В. Евгеньев. Казань: КГЭУ, 2021. - 83 с. - URL: <https://lib.kgeu.ru>. - Текст: электронный.
4. Парогазовые установки: учебное пособие / О. В. Борущ, О. К. Григорьева. - Новосибирск Издательство НГТУ, 2016. - 64 с. URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778230743.html>. ISBN 978-5-7782-3074-3. - Текст: электронный.

5.2. Информационное обеспечение

5.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

№ п/п	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Ссылка
1	Электронно-библиотечная система «Лань»	https://e.lanbook.com/
2	Электронно-библиотечная система «ibooks.ru»	https://ibooks.ru/
3	Электронно-библиотечная система «book.ru»	https://www.book.ru/
4	Энциклопедии, словари, справочники	http://www.rubricon.com
5	Портал "Открытое образование"	http://npoed.ru
6	Единое окно доступа к образовательным ресурсам	http://window.edu.ru
7	Научно-технический центр «АПМ»	https://apm.ru/

5.2.2. Профессиональные базы данных / Информационно-справочные системы

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
1	Российская национальная библиотека	http://nlr.ru/	http://nlr.ru/
2	Платформа SpringerLink	www.link.springer.com	www.link.springer.com
3	КиберЛенинка	https://cyberleninka.ru/	https://cyberleninka.ru/
4	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	http://elibrary.ru	http://elibrary.ru
5	Национальная электронная библиотека (НЭБ)	https://rusneb.ru/	https://rusneb.ru/
6	Техническая библиотека	http://techlibrary.ru	http://techlibrary.ru
7	eLIBRARY.RU	www.elibrary.ru	www.elibrary.ru
8	SpringerLink	www.link.springer.com	www.link.springer.com
9	Единое окно доступа к образовательным ресурсам	http://window.edu.ru/	http://window.edu.ru/
10	Физика твёрдого тела	journals.ioffe.ru	journals.ioffe.ru
11	«Консультант плюс»	http://www.consultant.ru/	http://www.consultant.ru/

5.2.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Описание	Реквизиты подтверждающих документов
1	Windows 7 Профессиональная (Starter)	Пользовательская операционная система	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2011.25486 от 28.11.2011 Неискл. право. Бессрочно

2	Office Standard 2007 Russian OLP NL AcademicEdition+	Пакет программных продуктов содержащий в себе необходимые офисные программы	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №21/2010 от 04.05.2010 Неискл. право. Бессрочно
3	LMS Moodle	ПО для эффективного онлайн-взаимодействия преподавателя и студента	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно
4	Браузер Chrome	Система поиска информации в сети интернет	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно
5	Компас-3D V13 Модуль APM FEM	Программное обеспечение для трёхмерного моделирования, дополнительный модуль с применением МКЭ в механических задачах	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №33659/KZN12 от 04.05.2012 Неискл. право. Бессрочно
6	APM WinMachine	ПО для проведения расчета и проектирования механического оборудования и конструкций в области машиностроения, в том числе с применением МКЭ.	ООО "НТЦ "АПМ" №2018.53027 от 15.10.2018 Неискл. право. Бессрочно
7	ANSYS	ПО для анализа напряженно-деформированного состояния элементов конструкций методом конечных элементов и прогнозирования остаточного ресурса	лицензия

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 Д-517	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 Д-514	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения (доска аудиторная (2 шт.), компьютеры в комплекте с монитором (21 шт.), учебные плакаты с изображениями деталей и узлов) и др., лицензионное программное обеспечение
Самостоятельная	Компьютерный класс с	Специализированная учебная мебель на 30

работа	выходом в Интернет В-600а	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. 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 «КГУ»)**

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
по дисциплине**

Б1.В.ДЭ.01.01.02 Расчет и конструирование паровых турбин

(Наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)

Направление подготовки

13.03.03 Энергетическое машиностроение

(Код и наименование направления подготовки)

Квалификация

Бакалавр

(Бакалавр / Магистр)

г. Казань, 2024

Оценочные материалы по дисциплине «Расчет и конструирование паровых турбин» 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 1. «Энергетические машины и двигатели »	ТК1	15	0-15					15-30	15-30
Тест или письменный опрос		7							
Защита практической работы		4							
Отчет по самостоятельной работе		4							
Раздел 2. «Электростанции и их назначение»	ТК2			15	0-15			15-30	15-30
Тест или письменный опрос				7					
Защита лабораторной работы				4					
Выполнение индивидуальных заданий (рефератов)				4					
Раздел 3. «Регенеративный подогрев питательной воды и конденсата.»	ТК3					25	0-15	25-40	25-40
Тест или письменный опрос						7			
Защита практической работы						4			
Отчет по самостоятельной работе						14			
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен, КП, КР)	ОМ 1								0-45
Задание промежуточной аттестации									0-15
В письменной форме по билетам									0-30

Семестр 8_

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 4. «Преобразование энергии в турбинной ступени»	ТК4	15	0-15					15-30	15-30
Тест или письменный опрос		7							
Защита практической работы		4							
Отчет по самостоятельной работе		4							
Раздел 5 « Работа турбины при переменном режиме»	ТК5			15	0-15			15-30	15-30
Тест или письменный опрос				7					
Защита практической работы				4					
Тест или письменный опрос						7			
Защита лабораторной работы						4			
Отчет по самостоятельной работе						14			
Курсовой проект				4					
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен, КП, КР)	ОМ 2								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-1.5 Обосновыва	знать:				
		-основные виды	Студент	Студент	Студент	Уровень знаний

	ет технические решения при проектирова нии объектов энергетичес кого машиностро ения	и порядок подготовки конструкторских документов при разработке новых конструкций паровых турбин; -принципы конструирования паротурбинных установок основные процессы преобразования энергии, происходящие в паровых турбинах; - термодинамичес кие свойства водяного пара при режимных параметрах работы паровых турбин основные конструктивные элементы паровых турбин; наилучшие доступные технологии в области теплоэнергетики и турбостроения; -схемы паротурбинных и парогазовых установок с различными типами паровых турбин	самостояте льно извлекает новые знания по темам дисциплин ы. Уровень знаний в объеме, соответств ующем программе подготовк и, без ошибок .	демонстри рует уверенно аналитиче ские знания. Уровень знаний в объеме, соответств ующем программе , имеет место несколько негрубых ошибок	демонстри рует знание- знакомств о, знание- копию. Минималь но допустимы й уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	ниже минималь ных требовани й, имеют место грубые ошибки
		уметь: обосновывать выбор типа и параметров паровой турбины для включения в паротурбинную или парогазовую установку рассчитывать конструктивные элементы	Студент умеет самостояте льно творчески выполнять действия, связанные с решением исследоват	Студент умеет самостояте льно выполнять действия по решению нестандарт ных задач. Продемонс	Студент умеет корректно выполнять предписан ные действия по инструкци и. Продемонс	При решении стандартн ых задач не продемон стрирован ы основные умения, имеют место

	паровых турбин в зависимости от заданных режимных параметров -рассчитывать основные параметры термодинамических процессов в паровых турбинах	ельских задач. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельным и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	трированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	трированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	грубые ошибки
	владеть:				
	навыками описания и исследования процессов, происходящих в паровых турбинах навыками конструирования проточной части паровой турбины и ее оптимизации с использованием специализированного ПО -навыками расчета паровых турбин в составе паротурбинных и парогазовых установок	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторым и недочетами	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки

Оценка **«отлично»** выставляется за выполнение *практических работ в семестре; тестовых заданий; глубокое понимание основ выбора конструкции паровых турбин, полные и содержательные ответы на вопросы билета (теоретическое и практическое задание);*

Оценка **«хорошо»** выставляется за выполнение *расчетных работ в семестре; тестовых заданий; понимание основ выбора конструкции паровых турбин, ответы на вопросы билета (теоретическое или практическое задание);*

Оценка «удовлетворительно» выставляется за выполнение *расчетных работ в семестре и тестовых заданий*;

Оценка «неудовлетворительно» выставляется за слабое и неполное выполнение *расчетных работ в семестре и тестовых заданий*.

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
Опрос по разделам (темам)	Знание основных понятий темы/раздела/дисциплины	Перечень определений основных понятий темы/дисциплины
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
Курсовой проект (КП)	Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или выполнения заданий по разделу или дисциплине в целом	Комплект индивидуальных заданий для выполнения КП

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

Пример задания

- | | | |
|---|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Где строят ТЭЦ? | Вблизи потребителей теплоты
Вблизи потребителей электрической энергии
Вблизи добычи топлива
Вблизи источника воды
В безопасном месте вдали от населенных пунктов |
| 2 | Где строят АЭС? | Вблизи потребителей теплоты
Вблизи потребителей электрической энергии
Вблизи добычи топлива
Вблизи источника воды
В безопасном месте вдали от населенных пунктов |
| 3 | К маркировке, какой турбины подходит данное определение: | К
Т
П |

- | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| конденсационная? | ПТ
Р
ПР
ТР
ТК |
| 4 К маркировке, какой турбины подходит данное определение: теплофикационная с отопительными отборами нерегулируемого давления? | К
Т
П
ПТ
Р
ПР
ТР
ТК |
| 5 На каких станциях применяются схемы с поперечными связями? | ТЭЦ
АЭС
ГРЭС |

Для *продвинутого уровня* он представляет собой тесты из 10 основных вопросов как по текущей теме, так и по ранее изученным темам.

- | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| 1 Какое количество подогревателей высокого давления обычно входит в состав тепловых схем? | 1
2
3
4
5 |
| 2 В каких подогревателях не применяется трубная доска? | ПВД
ПНД
ПСВ
ПСГ |
| 3 В каких подогревателях применяются U-образные трубки? | ПВД
ПНД
ПСВ
ПСГ |
| 4 Какое давление в деаэраторе высокого давления? | 0,7МПа
0,9 МПа
0,4 МПа
0,12 МПа
0,005 МПа |
| 5 Какое давление в деаэраторе добавочной воды? | 0,7МПа
0,9 МПа
0,4 МПа
0,12 МПа
0,005 МПа |

Для промежуточной аттестации:

Базовые вопросы

1. Классификация энергетических машин
2. Классификация ТЭС
3. Схемы КЭС на органическом топливе
4. Схемы ТЭЦ на органическом топливе
5. Маркировка паровых турбин
6. Компоновка котельных агрегатов
7. Схемы водяного тракта котлов
8. Схемы подготовки к сжиганию твердого топлива в котле
9. Схемы подготовки к сжиганию жидкого топлива в котле
10. Схемы подготовки к сжиганию газообразного топлива в котле
11. Показатели тепловой экономичности КЭС
12. Влияние начальных параметров на тепловую экономичность цикла
13. Промежуточный перегрев пара на КЭС
14. Влияние конечного давления на тепловую экономичность цикла
15. Регенеративный подогрев питательной воды
16. Схемы включения регенеративных подогревателей
17. Регенеративные подогреватели. Маркировка
18. Регенеративные подогреватели высокого давления
19. Регенеративные подогреватели низкого давления поверхностного типа
20. Регенеративные подогреватели низкого давления смешивающего типа
21. Деаэраторы, принцип работы, типы, конструкции
22. Схемы включения деаэраторов в тепловую схему турбоустановки
23. Питательные насосные установки, схемы, достоинства и недостатки
24. Системы технического водоснабжения
25. Конденсационная установка. Конструкция конденсатора.
26. Подогрев сетевой воды на ТЭС. Сетевые подогреватели.
27. Испарители.

Вопросы для продвинутого уровня

1. Классификация ТЭС
2. Технологическая схема пылеугольной электростанции
3. Схемы КЭС на органическом топливе
4. Схемы КЭС на ядерном топливе
5. Схемы ТЭЦ на органическом топливе
6. Схемы ТЭЦ на ядерном топливе
7. Маркировка паровых турбин
8. Компоновка котельных агрегатов
9. Схема барабанного котла
10. Схема прямоточного котла
11. Схемы водяного тракта котлов
12. Схемы подготовки к сжиганию твердого топлива в котле
13. Схемы подготовки к сжиганию жидкого топлива в котле
14. Схемы подготовки к сжиганию газообразного топлива в котле
15. Показатели тепловой экономичности КЭС и ТЭЦ
16. Влияние начальных параметров на тепловую экономичность цикла

17. Промежуточный перегрев пара на КЭС
18. Влияние конечного давления на тепловую экономичность цикла
19. Регенеративный подогрев воды на КЭС
20. Регенеративный подогрев воды на ТЭЦ
21. Регенеративный подогрев воды на АЭС
22. Схемы включения регенеративных подогревателей
23. Регенеративные подогреватели. Маркировка
24. Регенеративные подогреватели высокого давления
25. Регенеративные подогреватели низкого давления поверхностного типа
26. Регенеративные подогреватели низкого давления смешивающего типа
27. Деаэраторы, принцип работы, типы, конструкции
28. Схемы включения деаэраторов в тепловую схему турбоустановки
29. Питательные насосные установки, схемы, достоинства и недостатки
30. Привод питательных насосов, достоинства и недостатки
31. Системы технического водоснабжения
32. Конденсационная установка. Конструкция конденсатора.
33. Подогрев сетевой воды на ТЭС. Сетевые подогреватели.
34. Испарители.

Высокий уровень

1. Классификация энергетических машин
2. Классификация ТЭС
3. Технологическая схема пылеугольной электростанции
4. Схемы КЭС на органическом топливе
5. Схемы КЭС на ядерном топливе
6. Схемы ТЭЦ на органическом топливе
7. Схемы ТЭЦ на ядерном топливе
8. Маркировка паровых турбин
9. Компоновка котельных агрегатов
10. Схема барабанного котла
11. Схема прямоточного котла
12. Схемы водяного тракта котлов
13. Схемы подготовки к сжиганию твердого топлива в котле
14. Схемы подготовки к сжиганию жидкого топлива в котле
15. Схемы подготовки к сжиганию газообразного топлива в котле
16. Показатели тепловой экономичности КЭС
17. Показатели тепловой экономичности ТЭЦ
18. Влияние начальных параметров на тепловую экономичность цикла
19. Промежуточный перегрев пара на КЭС
20. Влияние конечного давления на тепловую экономичность цикла
21. Регенеративный подогрев питательной воды
22. Регенеративный подогрев воды на КЭС
23. Регенеративный подогрев воды на ТЭЦ
24. Регенеративный подогрев воды на АЭС
25. Схемы включения регенеративных подогревателей
26. Регенеративные подогреватели. Маркировка
27. Регенеративные подогреватели высокого давления
28. Регенеративные подогреватели низкого давления поверхностного типа

29. Регенеративные подогреватели низкого давления смешивающего типа
30. Деаэраторы, принцип работы, типы, конструкции
31. Схемы включения деаэраторов в тепловую схему турбоустановки
32. Питательные насосные установки, схемы, достоинства и недостатки
33. Привод питательных насосов, достоинства и недостатки
34. Схемы включения турбопривода в тепловую схему турбоустановки
35. Системы технического водоснабжения
36. Конденсационная установка. Конструкция конденсатора.
37. Воздухоотсасывающие устройства.
38. Подогрев сетевой воды на ТЭС. Сетевые подогреватели.
39. Испарители.