



КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования

«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор института Теплоэнергетики  
\_\_\_\_\_ Чичирова Н.Д.

АКТУАЛИЗИРОВАНО  
решением ученого совета ИТЭ  
протокол №8 от 16.04.2024

«28» \_\_ 10 \_\_ 2020 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Процессы, происходящие в ступенях паровых турбин

Направление подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение

Направленность(и) (профиль(и)) 13.03.03 Газотурбинные, паротурбинные установки и двигатели

Квалификация

бакалавр

г. Казань, 2020

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 145)

Программу разработал(и):

доцент, к.т.н \_\_\_\_\_ Титов А.В.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Энергетическое машиностроение, протокол № 4 от 23.10.20

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Мингалеева Г.Р.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании выпускающей кафедры Энергетическое машиностроение, протокол № 4 от 23.10.20

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Мингалеева Г.Р.

Программа одобрена на заседании методического совета института Теплоэнергетики, протокол № 7/20 от 27.10.2020

Зам. директора института Теплоэнергетики \_\_\_\_\_  
/\_\_\_\_\_/

Программа принята решением Ученого совета института Теплоэнергетики протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Согласовано:

Руководитель ОПОП \_\_\_\_\_ /\_\_\_\_\_/

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

Целью освоения дисциплины «Процессы, происходящие в ступенях паровых турбин» – 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.

Задача дисциплины – 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, формируемые у обучающихся, запланированные результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)
ПК-1 Способен к проектированию газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей	ПК-1.2 Определяет закономерности процессов, происходящих в элементах газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей	<i>Знать:</i> физические основы и математические модели процессов преобразования энергии в паротурбинной установке и ее элементах, процессы, протекающие в проточной части турбины <i>Уметь:</i> - пользоваться принятыми в отрасли методами расчетов, графическими пакетами, базами данных, обеспечивающими проектирование и эксплуатацию паротурбинных установок <i>Владеть:</i> навыками выполнения расчетов по определению основных характеристик течения в проточной части турбины, а также показателей экономичности и надежности паротурбинных установок

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Процессы, происходящие в ступенях паровых турбин относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана по направлению подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение.

Код компетенции	Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.	Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.
ОПК-2	Высшая математика Физика	
ОПК-3	Энергетические машины, аппараты и установки	

ПК-1		Основы выбора конструкции паровых турбин
ПК-2		Парогазовые установки

Для освоения дисциплины обучающийся должен:

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных(ые) единиц(ы) (ЗЕ), всего 216 часов, из которых 85 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа 32 час., занятия семинарского типа (практические, семинарские занятия, лабораторные работы и т.п.) 48 час., групповые и индивидуальные консультации 2 час., прием экзамена (КПА), зачета с оценкой - 1 час., самостоятельная работа обучающегося 96 час, контроль самостоятельной работы (КСР) - 2 час.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		7
<b>ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	216	216
<b>КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ,</b> в том числе:	85	85
Лекционные занятия (Лек)	32	32
Практические занятия (Пр)	48	48
Контроль самостоятельной работы и иная контактная работа (КСР)*	2	2
Консультации (Конс)	2	2
Контактные часы во время аттестации (КПА)	1	1
<b>САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ (СРС):</b>	96	96
Подготовка к промежуточной аттестации в форме: (экзамен)	35	35
<b>ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ</b>	Эк	Эк

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

Разделы дисциплины	Семестр	Распределение трудоемкости (в часах) по видам учебной работы, включая СРС								Формируемые результаты обучения (знания, умения, навыки)	Литература	Формы текущего контроля успеваемости	Формы промежуточной аттестации	Максимальное количество баллов по балльно - рейтинговой системе
		Занятия лекционного типа	Занятия практического / семинарского типа	Лабораторные работы	Групповые консультации	Самостоятельная работа студента, в т.ч.	Контроль самостоятельной работы (КСР)	подготовка к промежуточной аттестации	Сдача зачета / экзамена					
Раздел 1.														
1. Преобразование энергии турбинной ступени	7	6	8			12				26				
2. Определение размеров турбинных ступеней. Внутренний относительный КПД	7	6	10			15				31				
3. Многоступенчатые паровые турбины	7	10	20			30				60				
4. Работа турбины при переменном режиме	7	10	10			15				35				
5. Турбины для комбинированной выработки теплоты и электрической энергии	7					24	2		1	29				
<b>ИТОГО</b>		32	48			96	2	35	1	216				

### 3.3. Тематический план лекционных занятий

Номер раздела дисциплины	Темы лекционных занятий	Трудоемкость, час.
1	Преобразование энергии в турбинной ступени	6
2	Определение размеров турбинных ступеней. Внутренний относительный КПД	6

3	Многоступенчатые паровые турбины	10
4	Работа турбины при переменном режиме	10
Всего		32

### 3.4. Тематический план практических занятий

Номер раздела дисциплины	Темы практических занятий	Трудоемкость, час.
1	Преобразование энергии в турбинной ступени	8
2	Определение размеров турбинных ступеней. Внутренний относительный КПД	10
3	Многоступенчатые паровые турбины	20
4	Работа турбины при переменном режиме	10
Всего		48

### 3.5. Тематический план лабораторных работ

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом

### 3.6. Самостоятельная работа студента

Номер раздела дисциплины	Вид СРС	Содержание СРС	Трудоемкость, час.
1	Преобразование энергии в турбинной ступени		12
2	Определение размеров турбинных ступеней. Внутренний относительный КПД		15
3	Многоступенчатые паровые турбины		30
4	Работа турбины при переменном режиме		15
5	Турбины для комбинированной выработки теплоты и электрической энергии		24
Всего			96

#### 4. Образовательные технологии

При реализации дисциплины «Современные САД/САМ-технологии» по образовательной программе «Газотурбинные, паротурбинные установки и двигатели» направления подготовки бакалавров 13.03.03 «Энергетическое машиностроение» применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

В образовательном процессе используются:

- дистанционные курсы (ДК), размещенные на площадке LMS Moodle,

[URL:https://lms.kgeu.ru/course/view.php?id=430](https://lms.kgeu.ru/course/view.php?id=430)

- электронные образовательные ресурсы (ЭОР), размещенные в личных кабинетах студентов Электронного университета КГЭУ, URL: <http://e.kgeu.ru/>

#### 5. Оценивание результатов обучения

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

Обобщенные критерии и шкала оценивания уровня сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции) по итогам освоения дисциплины:

Планируемые результаты обучения	Обобщенные критерии и шкала оценивания результатов обучения			
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
	не зачтено	зачтено		
Полнота знаний	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок
Наличие умений	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными незначительными недочетами, выполнены все задания в полном объеме

Наличие навыков (владение опытом)	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов
Характеристика сформированности компетенции (индикатора)	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных)	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практи-	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для

достижения компетенций)	задач	ческих (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач	стандартных практических (профессиональных) задач	решения сложных практических (профессиональных) задач
Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)	Низкий	Ниже среднего	Средний	Высокий

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено		не зачтено	
ПК-1	ПК-1.2	Знать				
		физические основы и математические модели процессов преобразования энергии в паротурбинной установке и ее элементах, процессы, протекающие в проточной части турбины	Свободно и в полном объеме описывает все направления	Достаточно полно знает научную проблематику алгоритмов и программ исследуемых процессов, явлений и объектов	Плохо описывает научную проблематику физических и математических моделей	Не знает научную проблематику физических и математических моделей
Уметь						

		- пользоваться принятыми в отрасли методами расчетов, графическими пакетами, базами данных, обеспечивающими проектирование и эксплуатацию паротурбинных установок	Четко, без недочетов систематизирует методы теории САПР	Разбирается в методах оптимальных решений при создании продукции с учетом требований к уровню качества	Слабо знает методы оптимальных решений при создании продукции с учетом требований к уровню качества	Не знает ничего
Владеть						
		навыками выполнения расчетов по определению основных характеристик течения в проточной части турбины, а также показателей экономичности и надежности паротурбинных установок	Четко, без недочетов систематизирует методы теории САПР	Разбирается в методах оптимальных решений при создании продукции с учетом требований к уровню качества	Слабо знает методы оптимальных решений при создании продукции с учетом требований к уровню качества	Не знает ничего

Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости 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-разработчике в бумажном и электронном виде.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1. Учебно-методическое обеспечение

#### Основная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке КГЭУ
-------	----------	--------------	---	-----------------------------	-------------	----------------------------	--------------------------------------

1	Русецкий А. М., Витязь П. А., Хейфец М. Л., Свирский Д. Н., Аверченков А. В., Аверченков В. И., Акулович Л. М., Барашко А. Г., Каштальян И. А., Родионова О. Л., Пынькин А. М., Терехов М. В., Шелег В. К.	Автоматизация и управление в технологических комплексах	монография	Минск: Беларуская навука	2014	<a href="https://ibooks.ru/reading.php?productid=343195">https://ibooks.ru/reading.php?productid=343195</a>	1
2	Приемышев А. В., Крутов В. Н., Треляль В. А., Коршакова О. А.	Компьютерная графика в САПР	учебное пособие	СПб.: Лань	2017	<a href="https://e.lanbook.com/book/90060">https://e.lanbook.com/book/90060</a>	1
3	Звонцов И. Ф., Иванов К. М., Серебренников П. П.	Разработка управляющих программ для оборудования с ЧПУ	учебное пособие	СПб.: Лань	2017	<a href="https://e.lanbook.com/book/89924">https://e.lanbook.com/book/89924</a>	1
4	Копылов Ю. Р.	Основы компьютерных цифровых технологий машиностроения	учебник	СПб.: Лань	2019	<a href="https://e.lanbook.com/book/125736">https://e.lanbook.com/book/125736</a>	1

#### Дополнительная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке КГЭУ
-------	----------	--------------	---	-----------------------------	-------------	----------------------------	--------------------------------------

1	Звонцов И. Ф., Иванов К. М., Серебренников П. П.	Разработка технологических процессов изготовления деталей общего и специального машиностроения	учебное пособие	СПб.: Лань	2018	<a href="https://e.lanbook.com/book/107286">https://e.lanbook.com/book/107286</a>	1
2	Хорольский А. А.	Практическое применение КОМПАС в инженерной деятельности	учебное пособие	М.: Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ"	2016	<a href="https://e.lanbook.com/book/100374">https://e.lanbook.com/book/100374</a>	1
3	Тарабарин О. И., Абызов А. П., Ступко В. Б.	Проектирование технологической оснастки в машиностроении	учебное пособие	СПб.: Лань	2013	<a href="https://e.lanbook.com/book/5859">https://e.lanbook.com/book/5859</a>	1
4	Должиков В. П.	Разработка технологических процессов механообработки в мелкосерийном производстве	учебное пособие	СПб.: Лань	2016	<a href="https://e.lanbook.com/book/72980">https://e.lanbook.com/book/72980</a>	1

## 6.2. Информационное обеспечение

### 6.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

№ п/п	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Ссылка
1	Официальный сайт Solidworks	<a href="http://www.solidworks.com/">http://www.solidworks.com/</a>
2	Официальный сайт Catia	<a href="http://www.catia.com/">http://www.catia.com/</a>
3	Журнал "САПР и графика"	<a href="http://www.sapr.ru/">http://www.sapr.ru/</a>
4	Официальный сайт Компас 3D	<a href="http://www.ascon.ru">http://www.ascon.ru</a>
5	Журнал "CAD/CAM/CAE Observer"	<a href="http://www.cad-cam-cae.ru/">http://www.cad-cam-cae.ru/</a>
6	Официальный сайт Autodesk	<a href="http://www.autodesk.com/">http://www.autodesk.com/</a>

7	Официальный сайт Adem	<a href="http://www.adem.ru/">http://www.adem.ru/</a>
8	ООО ЛЕДАС – независимая компания по разработке программного обеспечения, базирующаяся в Новосибирске	<a href="http://ledas.com/ru/">http://ledas.com/ru/</a>
9	РУССКАЯ ПРОМЫШЛЕННАЯ КОМПАНИЯ	<a href="https://cad.ru/">https://cad.ru/</a>
10	Союз машиностроителей России	<a href="https://soyuzmash.ru/">https://soyuzmash.ru/</a>

### 6.2.2. Профессиональные базы данных

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
1	eLIBRARY.RU	<a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a>	<a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a>
2	Национальная электронная библиотека (НЭБ)	<a href="https://rusneb.ru/">https://rusneb.ru/</a>	<a href="https://rusneb.ru/">https://rusneb.ru/</a>
3	Техническая библиотека	<a href="http://techlibrary.ru">http://techlibrary.ru</a>	<a href="http://techlibrary.ru">http://techlibrary.ru</a>
4	КиберЛенинка	В <a href="https://cyberleninka.ru/">https://cyberleninka.ru/</a>	В <a href="https://cyberleninka.ru/">https://cyberleninka.ru/</a>
5	Единое окно доступа к образовательным ресурсам	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>

### 6.2.3. Информационно-справочные системы

№ п/п	Наименование информационно-справочных систем	Адрес	Режим доступа
1	«Гарант»	<a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a>	<a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a>

## 6.2.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

### ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Описание	Реквизиты подтверждающих документов
1	Windows 7 Профессиональная (Pro)	Пользовательская операционная система	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2011.25486 от 28.11.2011 Неискл. право. Бессрочно
2	LMS Moodle	ПО для эффективного онлайн-взаимодействия преподавателя и студента	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно
3	Браузер Chrome	Система поиска информации в сети интернет	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно
4	AutoCAD 2008 EDU 20 pack NLM (+ teacher license) RUS	Программное обеспечение для автоматизации процесса проектирования и черчения	ЗАО "СиСофт Казань" №CS 08/15 от 25.03.2008 Неискл. право. Бессрочно
5	Компас-3D V13	Программное обеспечение для трёхмерного моделирования	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №33659/KZN12 от 04.05.2012 Неискл. право. Бессрочно
6	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

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Вид учебной работы	Наименование специальных помещений и помещений для СРС	Оснащенность специальных помещений и помещений для СРС
1	Зачет с оценкой	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа Д-517	доска аудиторная, проектор , экран, компьютер в комплекте с монитором; модель «Влияние условий закрепл.сжат.стержня на форму упругой линии» М2, модель «Принцип Сен-Венана и концентрации напряжений» М-1, уст.» Испытание прямых гибких стержней на сжатие» М-4, уст. д/из.произв.плоской системы сил М8, уст.для изуч.сист.плоских сходящихся сил М6, уст.для опр.центра тяжести плоских фигур М5, учебные плакаты

2	Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа Д-517	доска аудиторная, проектор , экран, компьютер в комплекте с монитором; модель «Влияние условий закрепл.сжат.стержня на форму упругой линии» М2, модель «Принцип Сен-Венана и концентрации напряжений» М-1, уст.» Испытание прямых гибких стержней на сжатие» М-4, уст. д/из.произв.плоской системы сил М8, уст.для изуч.сист.плоских сходящихся сил М6, уст.для опр.центра тяжести плоских фигур М5, учебные плакаты
3	Лабораторные занятия	Учебная лаборатория «ЭОО «Bosch», Д-002	доска аудиторная (2 шт.), бак-водонагреватель Logalux LT135/1, мембранный расширительный бак ГВС 12, бак-водонагреватель Logalux SU160, мембранный расширительный бак ГВС 12/10,дымоход общий для G234-38WS, G20 и G125-25 SE,котел Logano G125-25 SE (дизельная горелка), мембранный расширительный бак 35/3, котел Logano G215-78 WS (газовая горелка),котел Logano G234-38 WS, G20, мембранный расширительный бак 35/3, котел настенный Logamax U052-24, радиаторы VK-Profil 22/300/700 (7шт.), бак-водонагреватель Logalux S120/5,котел настенный Term 8000S (2шт.), котел настенный Logamax plus GB 162- 65 (2шт.),газовый проточный водонагреватель WTD27 AME (2шт), стендовая установка по измерению расхода жидкости и тепла, котел настенный Condens 7000W, котел настенный Logamax plus GB 72-24K, котел настенный ZBR42-3, бивалентный бак Logalux200/5, стенд «Радиатор отопления Buderus», плакаты «Современные образцы отопительной техники» (13шт.), компьютер в комплекте с монитором (11шт.), проектор, диаскоп, экран
4	Контроль самостоятельной работы и иная контактная работа	Компьютерный класс с выходом в Интернет Д-514	доска аудиторная (2 шт.), компьютеры в комплекте с монитором (21 шт.), учебные плакаты с изображениями деталей и узлов

5	Самостоятельная работа	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	моноблок (30 шт.), система видеонаблюдения (6 видеокамер), проектор, экран
		Кабинет СРС	компьютеры (3шт.)
		Читальный зал библиотеки	проектор, переносной экран, тонкие клиенты (13 шт.), компьютеры (5 шт.)
6	Контактные часы во время аттестации	Учебная аудитория для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации Д-514	доска аудиторная (2 шт.), компьютеры в комплекте с монитором (21 шт.), учебные плакаты с изображениями деталей и узлов

## **8. 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://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.

## Лист регистрации изменений

Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины на 20\_\_ /20\_\_  
учебный год

В программу вносятся следующие изменения:

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_

*Указываются номера страниц, на которых  
внесены изменения,  
и кратко дается характеристика этих  
изменений*

Программа одобрена на заседании кафедры –разработчика «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_г.,  
протокол № \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Мингалеева Г.Р.

Программа одобрена методическим советом института \_\_\_\_\_  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г., протокол № \_\_\_\_\_

Зам. директора по УМР \_\_\_\_\_  
/ \_\_\_\_\_ /

*Подпись, дата*

Согласовано:

Руководитель ОПОП \_\_\_\_\_

*Подпись, дата*

Вид учебной работы	Всего часов	Курс
		4
<b>ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	216	216
КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ, в том числе:	23	23
Лекционные занятия (Лек)	8	8
Практические занятия (Пр)	10	10
Контроль самостоятельной работы и иная контактная работа (КСР)*	4	4
Контактные часы во время аттестации (КПА)	1	1
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ (СРС):	185	185
Подготовка к промежуточной аттестации в форме: (экзамен)	8	8
<b>ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ</b>	Эк	Эк

*Приложение к рабочей программе  
дисциплины*



КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования

**«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)**

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор института Теплоэнергетики

\_\_\_\_\_ Чичирова Н.Д.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
по дисциплине**

Процессы, происходящие в ступенях паровых турбин

Направление подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение

Направленность(и) (профиль(и)) 13.03.03 Газотурбинные, паротурбинные установки и двигатели

Квалификация

бакалавр

г. Казань, 2020

Оценочные материалы по дисциплине «Процессы, происходящие в ступенях пар турбин» - комплект контрольно-измерительных материалов, предназначенных для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенции(й):

ПК-1 Способен к проектированию газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей

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

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание процесса обучения по дисциплине. При текущем контроле успеваемости используются следующие оценочные средства: входной контроль, курсовая работа, практическое задание.

Промежуточная аттестация имеет целью определить уровень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине за 7 семестр. Форма промежуточной аттестации кп, 7 семестр. Форма промежуточной аттестации экзамен.

Оценочные материалы включают задания для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, разработанные в соответствии с рабочей программой дисциплины.

## 1. Технологическая карта

### Семестр 7

Номер раздела/ темы дисциплины	Вид СРС	Наименование оценочного средства	Код индикатора достижения компетенций	Уровень освоения дисциплины, баллы				
				неудов-но	удов-но	хорошо	отлично	
				не зачтено	зачтено			
				низкий	ниже среднего	средний	высокий	
<b>Текущий контроль успеваемости</b>								
3	Изучение теоретического материала, практические задания	ПЗ	ПК-1.1	менее 18	18-21	22-25	26-30	
5	Изучение теоретического материала, практические задания	ПЗ	ПК-1.2	менее 4	4-5	6-7	8-10	
6	Изучение теоретического материала, практические задания	ПЗ	ПК-1.4	менее 4	4-5	6-7	8-10	
7	Изучение теоретического материала, практические задания	ПЗ	ПК-1.5	менее 4	4-5	6-7	8-10	
<b>Всего баллов</b>				<b>менее 30</b>	<b>30-39</b>	<b>40-49</b>	<b>50-60</b>	

Промежуточная аттестация								
	Подготовка к экзамену	Экзаменационные билеты	ПК-1.1	менее 25	25-29	30-34	35-40	
<b>Итого баллов</b>				<b>менее 55</b>	<b>55-69</b>	<b>70-84</b>	<b>85-100</b>	
Номер раздела/ темы дисциплины	Вид СРС	Наименование оценочного средства	Код индикатора достижения компетенций	Уровень освоения дисциплины, баллы				
				неуд-но	удов-но	хорошо	отлично	
				не зачтено			зачтено	
				низкий	ниже среднего	средний	высокий	
Текущий контроль успеваемости								
3	Изучение теоретического материала, практические задания	ПЗ	ПК-1.1	менее 18	18-21	22-25	26-30	
5	Изучение теоретического материала, практические задания	ПЗ	ПК-1.2	менее 4	4-5	6-7	8-10	
6	Изучение теоретического материала, практические задания	ПЗ	ПК-1.4	менее 4	4-5	6-7	8-10	
7	Изучение теоретического материала, практические задания	ПЗ	ПК-1.5	менее 4	4-5	6-7	8-10	
<b>Всего баллов</b>				<b>менее 30</b>	<b>30-39</b>	<b>40-49</b>	<b>50-60</b>	

## 2. Перечень оценочных средств

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

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Оценочные материалы
Входной контроль с (ВхК)	Входной контроль проводится в начале семестра. Он представляют собой тесты из 5 основных вопросов, ответы на которые студент должен знать в результате изучения предыдущих дисциплин. Контроль	Входной контроль проводится в письменном виде на первой лекции семестра в течение 15-20 минут
Курсовая работа (КР)	Конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого	Темы индивидуальных курсовых работ
Практическое задание (ПЗ)	Средство оценки умения применять полученные теоретические знания в практической ситуации. Задание направлено на оценивание компетенций по дисциплине, содержит	Комплект заданий

### 3. Оценочные материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

<b>Наименование оценочного средства</b>	Входной контроль проводится в начале семестра. Он представляют собой тесты из 5 основных вопросов, ответы на которые студент должен знать в результате изучения предыдущих дисциплин. Контроль проводится по оценке остаточных знаний
Представление и содержание оценочных материалов	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Назовите основные элементы тепловой схемы паротурбинной установки.</li> <li>2. Нарисуйте тепловую схему простейшей паротурбинной установки.</li> <li>3. Виды топлив, применяемые на ТЭС.</li> <li>4. Назовите типы электростанций.</li> <li>5. Назовите маркировку паровых турбин.</li> <li>6. Назовите основные элементы конструкции паровой турбины.</li> </ol>
Критерии оценки и шкала оценивания	За каждый правильный ответ студент получает 3 балла. Максимальное количество баллов равно 18
<b>Наименование оценочного средства</b>	Практическое задание. 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

Представлены и содержание оценочных материалов

Занятие № 1

ПРОЦЕСС РАСШИРЕНИЯ ПАРА В ТУРБИНЕ

Вариант 1. Паротурбинная установка ПТ–135–130

Вариант 2. Паротурбинная установка К–300–240

Вариант 3. Паротурбинная установка ПТ–50/60–130/13

Занятие № 2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПАРА И ВОДЫ НА ВХОДЕ И НА ВЫХОДЕ ИЗ ПОДОГРЕВАТЕЛЕЙ

Занятие № 3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСХОДА ПАРА НА ПОДОГРЕВАТЕЛИ

**Вариант 1**

Таблица 3.1. Энтальпии пара и воды на выходе из турбины и из подогревателей ПТ–135/165–130/15 [5]

Подогреватель	Энтальпия		
	пара $i$ , кДж/кг	воды $i_{в}$ , кДж/кг	дренажа $i_{др}$ , кДж/кг
П7	3181	1011,9	1011,9
П6	3083	901,7	825,4
П5	2973	792,7	754,4
Д	2973	667,0	–
П4	2802	603,1	603
П3	2708	509,7	457,13
П2	2610	417,6	417,6
П1	2486	308,3	308,3

**Вариант 2**

Таблица 3.2. Энтальпии пара и воды на выходе из турбины и из подогревателей К–300–240 [1]

Подогреватель	Энтальпии		
	пара $i$ , кДж/кг	воды $i_{в}$ , кДж/кг	дренажа $i_{др}$ , кДж/кг
П7	3020	1180	1180
П6	2940	1040	862
П5	3320	818	770
Д	3200	690	–
П4	2912	603	614
П3	2845	480	427,54
П2	2720	379	293,02
П1	2570	253,2	250

<b>Вариант 3</b>			
Таблица 3.3. Энтальпии пара и воды на выходе из турбины и из подогревателей ПТ–50/60–130/13 [5]			
Подогреватель	Энтальпии		
	пара $i$ , кДж/кг	воды $i_v$ , кДж/кг	дренажа $i_{др}$ , кДж/кг
П7	3153	1048,93	1052
П6	2983	995,94	834,4
П5	2928	795	758,8
Д	2928	670,4	-
П4	2700	571,16	585,1
П3	2610,8	486,38	457,13
П2	2540,5	416,5	334,95
П1	2378,5	291,3	261,6
Занятие №4			
3. Методика расчета вертикального сетевого подогревателя			
Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	При сдаче практических заданий максимальное количество баллов равно 20.		
Наименование оценочного средства	Курсовая работа. Конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся		

<p>Представление и содержание оценочных материалов</p>	<p>Образец бланка задания  КГЭУ  МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования  «КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  (ФГБОУ ВПО «КГЭУ»)  <b>ЗАДАНИЕ</b>  на курсовую работу по дисциплине «Паротурбинные установки»  Ф.И.О. студента _____  Группа _____  Исходные данные:  Прототип _____  Мощность электрическая _____ МВт  Давление пара перед турбиной _____ МПа  Температура пара перед турбиной _____ °С  Давление пара за ЦВД _____ МПа  Давление перегретого пара после промежуточного перегрева _____ МПа  Температура перегретого пара после промежуточного перегрева _____ °С  Давление отработавшего пара _____ МПа  Температура питательной воды _____ °С  Диаметр регулирующей ступени _____ м  Располагаемый теплоперепад _____ кДж/кг  Задание:  1. Рассчитать проточную часть цилиндра высокого давления (ЦВД): определить параметры рабочего тела по ступеням, диаметры и высоты лопаток ступеней, построить треугольники скоростей для каждой ступени.  2. Начертить продольный разрез ЦВД на листе формата А1.  Задание получил:</p>
<p>Критерии оценки и шкала оценивания в баллах</p>	<p>Контроль выполнения курсового проекта осуществляется проверкой отчётов и выставлением зачётных оценок и проводится в конце семестра. Отчёты по курсовому проекту представляются в виде расчётно-пояснительных записок, выполненных в соответствии с утверждёнными правилами на бумажном формате А4 и чертежа формата А1. Расчётно-пояснительные записки должны содержать: титульный лист, текст задания, материалы выполненных расчётов, необходимый иллюстрационный материал в виде графиков, схем и чертежей общих видов аппаратов, выводов и списка литературных источников. Объём записок обычно не должен превышать 20-30 стр. Максимальное количество баллов при защите курсовой работы 20.</p>

#### 4. Оценочные материалы промежуточной аттестации

<b>Наименование оценочного средства</b>	Экзамен.
Представление и содержание оценочных материалов	<p style="text-align: center;"><b>Билет №1</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Основные показатели паровых турбин и их компоновки</li><li>2. Валооборотные устройства. Их назначение и конструкции</li><li>3. Многоступенчатое исполнение паровых турбин и их преимущество по сравнению с одноступенчатыми.</li></ol> <p style="text-align: center;"><b>Билет №2</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Процесс расширения в многоступенчатой турбине.</li><li>2. Установка многоцилиндрового турбоагрегата.</li><li>3. Процесс расширения в многоступенчатой турбине</li></ol>
Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	<p>По результатам ответов на промежуточной аттестации выставляется максимально 40 баллов: при полном ответе на вопрос базового уровня – 10 баллов, базового и продвинутого – 25 баллов; базового, продвинутого и высокого – 40 баллов. В случае неполных ответов по билету или спорной оценки задаются дополнительные вопросы из общего списка (вне зависимости от уровня освоения) по усмотрению преподавателя.</p> <p>Итоговая оценка по дисциплине представляет собой сумму из баллов полученных в течении семестра и баллов полученных на промежуточной аттестации.</p>