



КГУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

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



«УТВЕРЖДАЮ»

Директор института Теплоэнергетики
Чичирова Н.Д.

« 28 » 10 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Процессы, происходящие в компрессорах ГТУ

Направление подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение

Направленность (профиль) 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:

доцент, к.т.н.  Осипов Б.М.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Энергетическое машиностроение, протокол № 4 от 23.10.2020 Зав. кафедрой Мингалеева Г.Р.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании выпускающей кафедры Энергетическое машиностроение, протокол № 4 от 23.10.2020
Зав. кафедрой Мингалеева Г.Р.

Программа одобрена на заседании методического совета института Теплоэнергетики, протокол № 07/20 от 27.10.2020

Зам. директора института Теплоэнергетики  Власов С.М.

Программа принята решением Ученого совета института Теплоэнергетики протокол № 07/20 от 27.10.2020

1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью изучения дисциплины «Процессы, происходящие в компрессорах ГТУ» является формирование знаний о циклах и схемах ГТУ, особенностях течения рабочего тела в проточной части компрессора, методах расчета и оптимизации элементов газотурбинных установок, формирование знаний по принципам их конструирования.

– изложить теорию рабочих (аэродинамических, термодинамических, теплообменных) процессов в элементах конструкций и систем ГТУ;

– изложить методологию и приемы системного анализа параметров ГТУ, работающих как в автономном режиме, так и при эксплуатации в составе стационарного оборудования;

– научить студентов пользоваться имеющимися и используемыми в учебном процессе программами и

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-2 Способен участвовать в эксплуатации газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей	ПК-2.1 Использует технические средства для измерения основных параметров газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей	<i>Знать:</i> - правила использования технических средства для измерения основных параметров компрессоров ГТУ <i>Уметь:</i> - использовать технические средства для измерения основных параметров компрессоров ГТУ <i>Владеть:</i> - навыками по использованию технических средств для измерения основных параметров компрессоров ГТУ
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> - закономерности течения воздуха в ступени компрессора; - изменения параметров потока по высоте лопаток; - неустойчивые режимы работы <i>Уметь:</i> - рассчитывать средние параметры ступени компрессора, угол атаки, профили лопаток; <i>Владеть:</i> - навыками определения степени повышения давления в компрессоре, КПД и потребляемой мощности компрессора.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Процессы, происходящие в компрессорах ГТУ 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	
ОПК-3	Теоретические основы теплотехники	
ОПК-4	Техническая механика	
ПК-1		Конструирование газовых турбин Режимы работы ПГУ
ПК-1	Инженерное проектирование теплоэнергетических систем с применением САПР	
ПК-2		Конструирование газовых турбин Расчет надежности технической эксплуатации турбомашин Режимы работы ПГУ

Для освоения дисциплины обучающийся должен:

Дисциплина «Процессы, происходящие в компрессорах ГТУ» изучается после освоения дисциплин «Математический анализ и моделирование», «Физика», «Механика», «Теоретическая, -Прикладная, - Техническая механика», «Теоретических основ теплотехники».

Дисциплина является одной из основных для формирования специальности.

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) (ЗЕ), всего 108 часов, из которых 45 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа 16 час., занятия семинарского типа (практические, семинарские занятия, лабораторные работы и т.п.) 26 час., групповые и индивидуальные консультации 0 час., прием экзамена (КПА), зачета с оценкой - 1 час., самостоятельная работа обучающегося 46 час, контроль самостоятельной работы (КСР) - 2 час. Практическая подготовка по виду профессиональной деятельности составляет 26 часов

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		7
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	108	108

КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ, в том числе:	45	45
Лекционные занятия (Лек)	16	16
Практические занятия (Пр)	26	26
Контроль самостоятельной работы и иная контактная работа (КСР)*	2	2
Контактные часы во время аттестации (КПА)	1	1
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ (СРС):	46	46
Подготовка к промежуточной аттестации в форме: (зачет с оценкой)	17	17
ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ	ЗаО	ЗаО

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						Итого
Раздел 1. Принципиальные тепловые схемы (ПТС) ПТУ и ГТУ, основные показатели и параметры. Необходимость разработки ПГУ.															
1. Принципиальные тепловые схемы (ПТС) ПТУ и ГТУ, основные показатели и параметры. Необходимость разработки ПГУ.	7	2							2	ПК-1.2 -31, ПК-2.1 -31	Л1.1, Л1.3, Л2.1	Тест	ЗаО	3.75	

<p>2. Принципиальная тепловая схема (ПТС) ПГУ со сбросом отработавших в ГТУ газов в котел-утилизатор (КУ), компоновка тепловой схемы, расположение основных агрегатов, горизонтальные и вертикальные КУ, системы подвода воздуха и отвода отработавших газов (ОГ), требования к системам, выбор и расположение каналов подвода воздуха и отвода ОГ</p>	7	2									2	ПК-1.2-31, ПК-2.1-31	Л1.1, Л1.2, Л2.1	Тест	3аО	3.75
<p>3. Необходимость очистки воздуха, виды и типы фильтров, их преимущества и недостатки, загрязненность воздуха, классы и показатели чистоты. Аэродинамика дисперсных потоков в проточных частях ГТУ, пылевые износы, КВОУ, необходимость подогрева и охлаждения воздуха на входе в компрессор</p>	7	2									2	ПК-1.2-31, ПК-2.1-31	Л1.1, Л1.3, Л2.1	Тест	3аО	3.75

<p>4. Парогазовые установки с дожиганием ОГ в низконапорных парогенераторах (НПГ), преимущества и недостатки тепловых схем. Возможность использования стандартных энергетических котлов в качестве НПГ, модификации ПТС ПГУ, ГТУ со свободной турбиной. ПГУ с приводом воздушного компрессора паровой турбиной, двухвальные схемы. ПГУ с высоконапорным парогенератором, ПТС, преимущества и недостатки, компоновка оборудования.</p>	7	2								2	ПК-1.2 -31, ПК-2.1 -31	Л1.1, Л1.2, Л2.1	Тест	ЗаО	3.75
<p>5. Осевые и центробежные компрессоры, преимущества и недостатки, области применения. Формы проточной части многоступенчатого осевого компрессора.</p>	7	2								2	ПК-1.2 -31, ПК-2.1 -31	Л1.1, Л1.2, Л2.1	Тест	ЗаО	3.75

<p>6. Уравнение энергии воздуха в компрессорах, работа, совершаемая в компрессоре, изэнтропическая и политропическая работа, степень повышения давления, КПД и потребляемая мощность. Плоские решетки осевых компрессоров, геометрические характеристики. Степень компрессора, кинематические соотношения скоростей потока, активные и реактивные ступени, треугольник скоростей, потери в ступени.</p>	7	2									2	ПК-1.2-31, ПК-2.1-31	Л1.1, Л1.4, Л2.1	Тест	ЗаО	3.75
<p>7. Пространственная картина течения воздуха в ступени, изменения параметров потока по высоте лопаток, средние параметры ступени осевого компрессора, угол атаки, профилирование лопаток, закрутка рабочих лопаток. Неустойчивые режимы работы, статическая и динамическая неустойчивость, помпаж, противопомпажные устройства.</p>	7	2									2	ПК-1.2-31, ПК-2.1-31	Л1.1, Л1.3, Л2.1	Тест	ЗаО	3.75

8. Характеристики многоступенчатых компрессоров, распределение параметров потока по ступеням, гидродинамическая теория подобия, безразмерные параметры. Расчет осевых компрессоров. Конструкция осевых компрессоров: барабанные, дисковые, смешанные конструкции, крепление лопаток компрессоров	7	2							2	ПК-1.2 -31, ПК-2.1 -31	Л1.1, Л1.3, Л1.4, Л2.1	Тест	3аО	3.75
--	---	---	--	--	--	--	--	--	---	---------------------------------	---------------------------------	------	-----	------

Раздел 2. Практические занятия

9. Цели и задачи практических занятий, получение индивидуальных вариантов заданий, порядок выполнения РЗ	7	4							4	ПК-1.2 -У1, ПК-1.2 -В1, ПК-2.1 -У1, ПК-2.1 -В1	Л1.1, Л1.3, Л1.4, Л2.1	Тест	3аО	3.75
10. Расчет реперных точек для 2х значений температур	7	4							4	ПК-1.2 -У1, ПК-1.2 -В1, ПК-2.1 -У1, ПК-2.1 -В1	Л1.1, Л1.3, Л1.4, Л2.1	Тест	3аО	3.75

11. Проверка результатов расчетов на ПК	7		4						4	ПК-1.2 -У1, ПК-1.2 -В1, ПК-2.1 -У1, ПК-2.1 -В1	Л1.1, Л1.3, Л1.4, Л2.1	Тест	3аО	3.75
12. Расчет оптимальных параметров ГТУ при вариации Т3 на компьютерах с использованием программы, построение графиков, диаграмм	7		4						4	ПК-1.2 -У1, ПК-1.2 -В1, ПК-2.1 -У1, ПК-2.1 -В1	Л1.1, Л1.3, Л2.1	Тест	3аО	3.75
13. Расчет оптимальных параметров ГТУ при вариации Т3 на компьютерах с использованием программы, построение графиков, диаграмм	7		10						10	ПК-1.2 -У1, ПК-1.2 -В1, ПК-2.1 -У1, ПК-2.1 -В1, ПК-1.2 -31, ПК-2.1 -31	Л1.1, Л1.3, Л2.1, Л1.4	Тест	3аО	3.75
Раздел 3. КСР														
14. КСР	7							2	2	ПК-1.2 -31, ПК-1.2 -У1, ПК-1.2 -В1, ПК-2.1 -31, ПК-2.1 -У1, ПК-2.1 -В1	Л1.1, Л1.3, Л2.1	Тест	3аО	3.75
Раздел 4. Контактные часы во время аттестации														

15. Контактные часы во время аттестации	7									1	ПК-1.2 -31, ПК-1.2 -У1, ПК-1.2 -В1, ПК-2.1 -31, ПК-2.1 -У1, ПК-2.1 -В1	Л1.1, Л1.3, Л1.4, Л2.1	Тест	ЗаО	3.75
---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	---	---	---------------------------------	------	-----	------

Раздел 5. Самостоятельная работа

<p>16. Необходимость разработки ПГУ. Принципиальная тепловая схема (ПТС) ПГУ со сбросом отработавших в ГТУ газов в котел □ утилизатор (КУ), компоновка тепловой схемы, расположение основных агрегатов, горизонтальные и вертикальные КУ, системы подвода воздуха и отвода отработавших газов (ОГ), требования к системам, выбор и расположение каналов подвода воздуха и отвода ОГ. Возможность использования стандартных энергетических котлов в качестве НПГ, модификации ПТС ПГУ, ГТУ со свободной турбиной. ПГУ с приводом воздушного компрессора паровой турбиной, двухвальные схемы. ПГУ с высоконапорным парогенератором, ПТС, преимущества и недостатки, компоновка оборудования. Расчет осевых компрессоров. Конструкция осевых</p>	7					46				46	ПК-1.2 -31, ПК-1.2 -У1, ПК-1.2 -В1, ПК-2.1 -31, ПК-2.1 -У1, ПК-2.1 -В1	Л1.1, Л1.3, Л1.4, Л1.2, Л2.1	Тест	ЗаО	3.75
---	---	--	--	--	--	----	--	--	--	----	---	--	------	-----	------

компрессоров: барабанные, дисковые, смешанные конструкции, крепление лопаток компрессоров	7												Тест	ЗаО	3.75
Промежуточная аттестация															
Подготовка к промежуточной аттестации и сдача зачета с оценкой	7							1					Билеты	ЗаО	40
ИТОГО		16	26			46	2	17	1	108					100

3.3. Тематический план лекционных занятий

Номер раздела дисциплины	Темы лекционных занятий	Трудоемкость, час.
1	Принципиальные тепловые схемы (ПТС) ПГУ и ГТУ, основные показатели и параметры. Необходимость разработки ПГУ.	2
2	Принципиальная тепловая схема (ПТС) ПГУ со сбросом отработавших в ГТУ газов в котел □ утилизатор (КУ), компоновка тепловой схемы, расположение основных агрегатов, горизонтальные и вертикальные КУ, системы подвода воздуха и отвода отработавших газов (ОГ), требования к системам, выбор и расположение каналов подвода воздуха и отвода ОГ	2
3	Необходимость очистки воздуха, виды и типы фильтров, их преимущества и недостатки, загрязненность воздуха, классы и показатели чистоты. Аэродинамика дисперсных потоков в проточных частях ГТУ, пылевые износы, КВОУ, необходимость подогрева и охлаждения воздуха на входе в компрессор	2
4	Парогазовые установки с дожиганием ОГ в низконапорных парогенераторах (НПГ), преимущества и недостатки тепловых схем. Возможность использования стандартных энергетических котлов в качестве НПГ, модификации ПТС ПГУ, ГТУ со свободной турбиной. ПГУ с приводом воздушного компрессора паровой турбиной, двухвальные схемы. ПГУ с высоконапорным парогенератором, ПТС, преимущества и недостатки, компоновка оборудования.	2
5	Осевые и центробежные компрессоры, преимущества и недостатки, области применения. Формы проточной части многоступенчатого осевого компрессора.	2
6	Уравнение энергии воздуха в компрессорах, работа, совершаемая в компрессоре, изоэнтропическая и политропическая работа, степень повышения давления, КПД и потребляемая мощность. Плоские решетки осевых компрессоров, геометрические характеристики. Ступень компрессора, кинематические соотношения скоростей потока, активные и реактивные ступени, треугольник скоростей, потери в ступени.	2

7	Пространственная картина течения воздуха в ступени, изменения параметров потока по высоте лопаток, средние параметры ступени осевого компрессора, угол атаки, профилирование лопаток, закрутка рабочих лопаток. Неустойчивые режимы работы, статическая и динамическая неустойчивость, помпаж, противопомпажные устройства.	2
---	---	---

8	Характеристики многоступенчатых компрессоров, распределение параметров потока по ступеням, гидродинамическая теория подобия, безразмерные параметры. Расчет осевых компрессоров. Конструкция осевых компрессоров: барабанные, дисковые, смешанные конструкции, крепление лопаток компрессоров	2
Всего		16

3.4. Тематический план практических занятий

Номер раздела дисциплины	Темы практических занятий	Трудоемкость, час.
1	Цели и задачи практических занятий, получение индивидуальных вариантов заданий, порядок выполнения РЗ	4
2	Расчет реперных точек для 2х значений температур	4
3	Проверка результатов расчетов на ПК	4
4	Расчет оптимальных параметров ГТУ при вариации Т3 на компьютерах с использованием программы, построение графиков, диаграмм	4
5	Расчет оптимальных параметров ГТУ при вариации Т3 на компьютерах с использованием программы, построение графиков, диаграмм	4
6	Оформление отчета	6
Всего		26

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	Изучение теоретического материала, подготовка к лабораторным работам	<p>Необходимость разработки ПГУ. Принципиальная тепловая схема (ПТС) ПГУ со сбросом отработавших в ГТУ газов в котел □ утилизатор (КУ), компоновка тепловой схемы, расположение основных агрегатов, горизонтальные и вертикальные КУ, системы подвода воздуха и отвода отработавших газов (ОГ), требования к системам, выбор и расположение каналов подвода воздуха и отвода ОГ. Возможность использования стандартных энергетических котлов в качестве НПП, модификации ПТС ПГУ, ГТУ со свободной турбиной. ПГУ с приводом воздушного компрессора паровой турбиной, двухвальные схемы. ПГУ с высоконапорным парогенератором, ПТС, преимущества и недостатки, компоновка оборудования. Расчет осевых компрессоров. Конструкция осевых компрессоров: барабанные, дисковые, смешанные конструкции, крепление лопаток компрессоров</p>	46
Всего			46

4. Образовательные технологии

При проведении учебных занятий используются традиционные образовательные технологии - лекции в сочетании с лабораторными занятиями, самостоятельное изучение определённых разделов и современные образовательные технологии, направленные на обеспечение развития у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств: работа в команде, проблемное обучение

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	Продemonстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными 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	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов

<p>Характеристика сформированности компетенции (индикатора)</p>	<p>Компетенция в полной мере сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных)</p>	<p>Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практи-</p>	<p>Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения</p>	<p>Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для</p>
---	---	---	---	---

Достижения компетенции)	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	Уверенно знает - закономерности и течения воздуха в ступени компрессора;	Хорошо знает - закономерности и течения воздуха в ступени компрессора;	Знает - закономерности и течения воздуха в ступени компрессора;	Не знает - закономерности и течения воздуха в ступени компрессора;
		Уметь	Уверенно знает - изменения параметров потока по высоте лопаток; неустойчивые режимы работы	Хорошо знает - изменения параметров потока по высоте лопаток; неустойчивые режимы работы	Знает - изменения параметров потока по высоте лопаток; неустойчивые режимы работы	Не знает - изменения параметров потока по высоте лопаток; неустойчивые режимы работы

		- рассчитывать средние параметры ступени компрессора, угол атаки, профили лопаток;	Уверенно умеет-рассчитывать средние параметры ступени компрессора, угол атаки, профили лопаток;	Хорошо умеет -рассчитывать средние параметры ступени компрессора, угол атаки, профили лопаток;	Умеет -рассчитывать средние параметры ступени компрессора, угол атаки, профили лопаток;	- Не умеет -рассчитывать средние параметры ступени компрессора, угол атаки, профили лопаток;
		Владеть				
		- навыками определения степени повышения давления в компрессоре, КПД и потребляемой мощности компрессора.	Уверенно владеет - навыками определения степени повышения давления в компрессоре, КПД и потребляемой мощности компрессора.	Хорошо владеет - навыками определения степени повышения давления в компрессоре, КПД и потребляемой мощности компрессора.	Владеет - навыками определения степени повышения давления в компрессоре, КПД и потребляемой мощности компрессора.	- Не владеет - навыками определения степени повышения давления в компрессоре, КПД и потребляемой мощности компрессора.
ПК-2	ПК-2.1	Знать				
		- правила использования технических средства для измерения основных параметров компрессоров ГТУ	Уверенно знает - правила использования технических средства для измерения основных параметров компрессоров ГТУ	Хорошо знает - правила использования технических средства для измерения основных параметров компрессоров ГТУ	Знает - правила использования технических средства для измерения основных параметров компрессоров ГТУ	- Не знает - правила использования технических средства для измерения основных параметров компрессоров ГТУ
		- использовать технические средства для измерения основных параметров компрессоров ГТУ	Уверенно умеет - использовать технические средства для измерения основных параметров компрессоров ГТУ	Хорошо умеет - использовать технические средства для измерения основных параметров компрессоров ГТУ	Умеет - использовать технические средства для измерения основных параметров компрессоров ГТУ	- Не умеет - использовать технические средства для измерения основных параметров компрессоров ГТУ
		Владеть				

		навыками по использованию технических средств для измерения основных параметров компрессоров ГТУ	Уверенно владеет навыками по использованию технических средств для измерения основных параметров компрессоров ГТУ	Хорошо владеет навыками по использованию технических средств для измерения основных параметров компрессоров ГТУ	Владеет навыками по использованию технических средств для измерения основных параметров компрессоров ГТУ	Не владеет навыками по использованию технических средств для измерения основных параметров компрессоров ГТУ
--	--	--	---	---	--	---

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	Шигапов А.Б.	Оптимизация параметров ГТУ по критериям полезной мощности и удельного расхода топлива	учебно-метод. пособие	Казань: КГЭУ	2009		28
2	Усков Д.А., Шигапов А.Б.	Расчет принципиальной тепловой схемы парогазовой установки	учебно-метод. пособие	Казань: КГЭУ	2009		25
3	Цанев С.В., Бузов В.Д., Ремезов А.Н.	Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций	учебное пособие	М.: МЭИ	2002		19

4	Шигапов А.Б.	Стационарные газотурбинные установки тепловых электрических станций	учебное пособие	Казань: КГЭУ	2006		4
---	--------------	---	-----------------	--------------	------	--	---

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	Александров А.А., Григорьев Б.А.	Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара	справочное издание	М.: МЭИ	1999		45

6.2. Информационное обеспечение

6.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

№ п/п	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Ссылка
1	Электронный университет	http://e.kgeu.ru
2	Электронно-библиотечная система «Лань»	http://e.lanbook.com
3	Научная электронная библиотека	http://elibrary.ru
4	Электронно-библиотечная система «ibooks.ru»	http://ibooks.ru/

6.2.2. Профессиональные базы данных

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
1	Общероссийский математический портал	http://www.mathnet.ru/	http://www.mathnet.ru/
2	Springer Materials	www.materials.springer.com	www.materials.springer.com
3	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	http://elibrary.ru	http://elibrary.ru
4	Техническая библиотека	http://techlibrary.ru	http://techlibrary.ru
5	eLIBRARY.RU	www.elibrary.ru	www.elibrary.ru
6	Патентная база USPTO	patft.uspto.gov	patft.uspto.gov
7	Университетская информационная система Россия	uisrussia.msu.ru	uisrussia.msu.ru

6.2.3. Информационно-справочные системы

№ п/п	Наименование информационно-справочных систем	Адрес	Режим доступа
1	Научная электронная библиотека	http://elibrary.ru	открытый
2	Российская государственная библиотека	http://www.rsl.ru	открытый
3	Образовательный портал	http://www.ucheba.com	открытый

6.2.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Способ распространения (лицензионное/свободно)	Реквизиты подтверждающих документов
1	Windows 7 Профессиональная (Pro)	Пользовательская операционная система	№2011.25486 от 28.11.2011
2	OpenOffice	Пакет офисных приложений. Одним из первых стал поддерживать новый открытый формат OpenDocument. Официально поддерживается на платформах Linux	https://www.openoffice.org/ru/download/index.html
3	Adobe Acrobat	Пакет программ	https://get.adobe.com/ru/reader/
4	Adobe Flash Player	Это облегченный подключаемый модуль для браузера и среды выполнения расширенных веб-приложений (RIA)	https://get.adobe.com/ru/flashplayer/

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	Лек	Учебная аудитория	доска аудиторная, проектор, экран раздвижной, системный блок

2	Пр	Учебная аудитория	доска аудиторная, проектор, экран раздвижной, системный блок
3	СР	Учебная аудитория	персональный компьютер (3 шт.), МФУ с функциями сканера, принтера и копира (2 шт.), видеопроектор переносной

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

9. 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 уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;
- формирование эстетической картины мира;
- 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.

Физическое воспитание:

- формирование ответственного отношения к своему здоровью, потребности в здоровом образе жизни;
- формирование культуры безопасности жизнедеятельности;
- формирование системы мотивации к активному и здоровому образу жизни, занятиям спортом, культуры здорового питания и трезвости.

Профессионально-трудовое воспитание:

- формирование добросовестного, ответственного и творческого отношения к разным видам трудовой деятельности;
- формирование навыков высокой работоспособности и самоорганизации, умение действовать самостоятельно, мобилизовать необходимые ресурсы, правильно оценивая смысл и последствия своих действий;

Экологическое воспитание:

- формирование экологической культуры, бережного отношения к родной земле, экологической картины мира, развитие стремления беречь и охранять природу.

Структура дисциплины для заочной формы обучения

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) (ЗЕ), всего 108 часов, из которых 18,5 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа 6 час., занятия семинарского типа (практические, семинарские занятия, лабораторные работы и т.п.) 8 час., групповые и индивидуальные консультации 0 час., прием экзамена (КПА), зачета с оценкой - 1 час., самостоятельная работа обучающегося 85,5 час, контроль самостоятельной работы (КСР) - 4 час.

Вид учебной работы	Всего часов	Курс
		5
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	108	108
КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ, в том числе:	18,5	18,5
Лекционные занятия (Лек)	6	6
Практические занятия (Пр)	8	8
Контроль самостоятельной работы и иная контактная работа (КСР)*	4	4
Контактные часы во время аттестации (КПА)	0,5	0,5
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ (СРС):	85,5	85,5
Подготовка к промежуточной аттестации в форме: (зачет с оценкой)	4	4

Лист регистрации изменений

Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины на 2021 /2022 учебный год

В программу вносятся следующие изменения:

1. РПД дополнена разделом 9 «Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися» (с. 25-26).

Программа одобрена на заседании кафедры – разработчика «11» июня 2021г., протокол № 23

Зав. кафедрой Мингалеева Г.Р.

Программа одобрена методическим советом института ИТЭ «21» июня 2021 г., протокол № 05/21

Зам. директора ИТЭ _____ Власов С.М.

Согласовано:

Руководитель ОПОП _____ Мингалеева Г.Р.

Лист регистрации изменений

Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины на 2021 /2022 учебный год

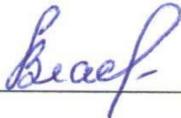
В программу вносятся следующие изменения:

1. РПД дополнена разделом 9 «Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися» (с. 16-19).

Программа одобрена на заседании кафедры – разработчика «11» июня 2021г., протокол № 23

Зав. кафедрой Мингалеева Г.Р.

Программа одобрена методическим советом института ИТЭ «21» июня 2021 г., протокол № 05/21

Зам. директора ИТЭ  Власов С.М.

Согласовано:

Руководитель ОПОП  Мингалеева Г.Р.

Приложение к рабочей программе
дисциплины



КГУУ

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

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



УТВЕРЖДАЮ»

Директор института Теплоэнергетики
Чичирова Н.Д.

« 28 » 10 2020 г.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
по дисциплине

Процессы, происходящие в компрессорах ГТУ

Направление подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение

Направленность (профиль) 13.03.03 Газотурбинные, паротурбинные установки и двигатели

Квалификация

бакалавр

Рецензия на оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Процессы, происходящие в компрессорах ГТУ»

Содержание ОМ соответствует требованиям федерального государственного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.03 «Энергетическое машиностроение» и учебному плану.

ОМ соответствует требованиям, предъявляемым к структуре, содержанию ОМ по дисциплине, а именно:

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

2) показатели и критерии оценивания компетенций, а также шкалы оценивания обеспечивают возможность проведения всесторонней оценки результатов обучения, уровней сформированности компетенций;

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

4) методические материалы ОМ содержат чётко сформулированные рекомендации по проведению процедуры оценивания результатов обучения и сформированности компетенций.

Направленность ОМ по дисциплине соответствует целям ОПОП ВО по направлению 13.03.03 «Энергетическое машиностроение», профстандартам.

Объём ОМ соответствует учебному плану подготовки.

Качество ОМ в целом обеспечивают объективность и достоверность результатов при проведении оценивания с различными целями.

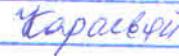
Заключение. На основании проведенной экспертизы можно сделать заключение, что ОМ по дисциплине соответствует требованиям ФГОС ВО, профессионального стандарта, современным требованиям рынка труда и рекомендуются для использования в учебном процессе.

Следует отметить, что созданы условия для максимального приближения системы оценки и контроля компетенций обучающихся к условиям их будущей профессиональной деятельности.

Рецензент Караева Юлия Викторовна,
зав. лабораторией «Энергетические системы и технологии» Федерального исследовательского центра «Казанский научный центр РАН»,
ведущий научный сотрудник, к.т.н.
(Фамилия И.О., место работы, должность, ученая степень)


личная подпись

М.П.

Подпись	
ЗАВЕРЯЮ	
НАЧАЛЬНИК ОТДЕЛА ПРОТОКОЛА И ДЕЛОПРОИЗВОДСТВА	
« 05 » 04	



Оценочные материалы по дисциплине «Процессы, происходящие в компрессорах ГТУ» - 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

ПК-2 Способен участвовать в эксплуатации 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: .

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

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	
Текущий контроль успеваемости								
3	Изучение теоретического материала, практические задания	ПЗ	ПК-1.2	менее 18	18-21	22-25	26-30	
5	Изучение теоретического материала, практические задания	ПЗ	ПК-2.1	менее 4	4-5	6-7	8-10	
6	Изучение теоретического материала, практические задания	ПЗ	ПК-1.2	менее 4	4-5	6-7	8-10	
7	Изучение теоретического материала, практические задания	ПЗ	ПК-2.1	менее 4	4-5	6-7	8-10	
Всего баллов				менее 30	30-39	40-49	50-60	

Промежуточная аттестация							
	Подготовка к экзамену	Экзаменационные билеты	ПК-1.1	менее 25	25-29	30-34	35-40
Итого баллов				менее 55	55-69	70-84	85-100

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 (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
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

Наименование оценочного средства	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"> 1. Требования, предъявляемые к рабочим телам. 2. Преимущества и недостатки ГТУ. Ограничения ГТУ по мощности. 3. Сравнение эффективности рабочих циклов ГТУ и ПТУ. 4. Схемы ГТУ. Простейший открытый цикл, $p-v$, $h-s$ диаграммы цикла. 5. Открытый цикл ГТУ с генерацией, $p-v$, $h-s$ диаграммы. 6. Рабочий цикл ГТУ с подводом теплоты при $p=\text{const}$ и $v=\text{const}$. Сравнение эффективностей циклов, преимущества и недостатки. 7. Принципиальная схема ГТУ. Изменение параметров рабочего тела по тракту ГТУ. 8. Мотокомпрессорные и турбокомпрессорные ГТУ. Области использования.
Критерии оценки и шкала оценивания	За каждый правильный ответ студент получает 3 балла. Максимальное количество баллов равно 18
Наименование оценочного средства	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

Представление и содержание оценочных материалов	<p>Практическое занятие №1. Цели и задачи практических занятий, получение индивидуальных вариантов заданий, порядок выполнения РЗ</p> <p>Практическое занятие №2. Расчет реперных точек для 2х значений температур</p> <p>Практическое занятие №3. Проверка результатов расчетов на ПК</p> <p>Практическое занятие №4. Расчет оптимальных параметров ГТУ при вариации Т3 на компьютерах с использованием программы, построение графиков, диаграмм</p> <p>Практическое занятие №5. Расчет оптимальных параметров ГТУ при вариации Т3 на компьютерах с использованием программы, построение графиков, диаграмм</p> <p>Практическое занятие №6. Оформление отчета.</p>
Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	При сдаче практических заданий максимальное количество баллов равно 20.

4. Оценочные материалы промежуточной аттестации

Наименование оценочного средства	Зачет с оценкой
Представление и содержание оценочных материалов	<p style="text-align: center;">Билет №1</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Управление и регулирование. 2. Какие значения может принимать функция Хевисайда. 3. Какие сигналы связывает между собой частотная функция. <p style="text-align: center;">Билет №2</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Уравнение центробежной форсунки. 2. Уравнение насоса. 3. Уравнение движения ротора.
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>