



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

АКТУАЛИЗИРОВАНО
решением ученого совета ИАТЭ
протокол №9 от 28.04.2026

УТВЕРЖДАЮ

Директор

Института теплоэнергетики

_____ С.О.Гапоненко

« 23 » _____ 01 _____ 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДЭ.01.01 Разработка конструкций газотурбинных установок

Направление
подготовки

13.03.03 Энергетическое машиностроение

Направленность(и)*
(профиль(и))

Цифровой инжиниринг при проектировании и
диагностике газотурбинных установок

Квалификация

Бакалавр

г. Казань, 2024

Программу разработал(и):

Наименование кафедры	Должность, уч. степень, уч. звание	ФИО разработчика
ЭМС	доцент, к.т.н., доцент	Ахметшин А.Р.

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

(Цель и задачи освоения дисциплины, соответствующие цели ОП)

Целью освоения дисциплины «Разработка конструкций газотурбинных установок» является изучение конструкций газотурбинных установок (ГТУ), газотурбинных двигателей и парогазовых установок, принципов работы и устройства систем автоматического регулирования двигателей и энергетических установок, изучение особенностей их эксплуатации, приобретение определенных навыков проектирования энергетических машин и тенденций их развития.

Задачами дисциплины являются: ознакомление обучающихся с основными элементами конструкции ГТУ, принципом работы основных элементов; изучение материалов, применяемых при производстве элементов конструкции; умение разбираться в элементах конструкций ГТУ, в принципах работы и устройстве установок; использование графических пакетов при проектировании газотурбинных установок.

Код и наименование компетенции

Код и наименование индикатора

ПК-2 Способен к проектированию газотурбинных установок и двигателей с применением методов цифрового инжиниринга	ПК-2.1 Проводит комплекс расчетов элементов газотурбинных установок и двигателей с применением специализированного ПО
	ПК-2.2 Обосновывает технические решения при проектировании газотурбинных установок и двигателей

2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др. Цифровое моделирование деталей и узлов ГТУ, Методы моделирования и исследования.

Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др. Диагностика газотурбинных установок

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	11	396	216	180
КОНТАКТНАЯ РАБОТА*	-	173	113	66

АУДИТОРНАЯ РАБОТА	3,6	128	80	48
Лекции	1,6	58	34	24
Практические (семинарские) занятия	1,6	58	34	24
Лабораторные работы	0,4	12	12	0
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	7,4	268	136	132
Проработка учебного материала	4,4	160	64	96
Курсовой проект	1	36	36	0
Курсовая работа	0	0	0	0
Подготовка к промежуточной аттестации	2	72	36	36
Промежуточная аттестация:			Э	Э
			КП	

3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины		Распределение трудоемкости по видам учебной работы				Формы и вид контроля	Индексы индикаторов формируемых компетенций
Раздел 1 Введение; Компрессоры; Газовые турбины.	100	16	6	16	62	ТК1	ПК-2.1 ПК-2.2
Раздел 2 Основные камеры сгорания; Входные устройства, воздушные фильтры, выхлопные трубы; Системы топливопитания; Модульность конструкций	116	18	6	18	74	ТК2	ПК-2.1 ПК-2.2
Зачет	0				0	ОМ 1	ПК-2.1 ПК-2.2
Итого за 7 семестр	216	34	12	34	136		
Раздел 3 Редукторы, Опоры валов и система подвода масла, системы топливопитания	36	12	0	12	12	ТК3	ПК-2.1 ПК-2.2
Раздел 4 Модульность конструкций; Техническая документация; Конструктивные схемы.	36	12	0	12	12	ТК4	ПК-2.1 ПК-2.2

Курсовая работа	72				72	ОМкр	ПК-2.1 ПК-2.2
Экзамен	36				36	ОМ 2	ПК-2.1 ПК-2.2
Итого за 8 семестр	180	24	0	24	132		
ИТОГО	396	58	12	58	268		

3.3. Содержание дисциплины

Раздел 1. Введение, компрессоры, газовые турбины.

Тема 1.1. Типы ГТД и ГТЭУ и области их применения. Основные конструкторские школы. Основные требования, предъявляемые к конструкции двигателей и их реализация. Основные параметры. Проектирование и создание ГТД и ГТЭУ. Понятие об автоматизированном проектировании ГТД. Материалы, применяемые в энергомашиностроении.

Тема 1.2. Типы компрессоров. Классификация осевых компрессоров. Конструкция элементов осевого компрессора. Ротор. Типы роторов. Соединение секций в роторах смешанного типа. Передача крутящего момента к дискам. Рабочие лопатки. Корпус компрессора. Спрямляющие лопатки. Воздушные уплотнения.

Тема 1.3. Принципиальная схема газовой турбины. Конструктивные схемы газовых турбин. Требования к конструкции газовой турбины и способы их реализации. Роторы газовых турбин. Конструктивные формы рабочих лопаток и дисков турбин. Крепление рабочих лопаток турбин.

Раздел 2. Основные камеры сгорания, входные устройства, воздушные фильтры, выхлопные трубы, системы топливопитания, модульность конструкций.

Тема 2.1. Типы камер сгорания и их сравнительная оценка. Конструкция элементов камер сгорания. Конструкция центробежных и комбинированных форсунок. Стабилизаторы горения. Лопаточные стабилизаторы.

Тема 2.2. Конструкция выхлопных и удлинительных труб. Конструкция сопел. Конструкция выходных устройств с элементами шумоглушения. Материалы для деталей выхлопных устройств.

Раздел 3. Редукторы, опоры валов и система подвода масла, системы топливопитания.

Тема 3.1. Типы редукторов и их кинематические схемы. Измерители крутящего момента (ИКМ). Конструкция основных элементов редуктора. Материалы для деталей редукторов.

Тема 3.2. Подшипники, применяемые в ГТД и ГТЭУ. Конструкция опор с подшипниками качения. Подбор подшипников качения. Посадка подшипников качения на вал и в корпус.

Тема 3.3. Топливные насосы. Типы топливных насосов и области их применения. Конструкции топливных насосов. Топливные форсунки. Типы форсунок и области возможного применения. Регулируемые и нерегулируемые форсунки.

Раздел 4. Модульность конструкций, техническая документация, конструктивные схемы.

Тема 4.1. Модульность конструкций, принципы формирования модулей и блоков. Оптимизация конструкций по массе, надежности, стоимости и др.

Тема 4.2. Состав и содержание технической документации при разработке

и эксплуатации ГТД и ГТЭУ. Общие сведения об энергетических установках, требования, параметры и характеристики.

Тема 4.3. Конструктивное исполнение, режимы работы. Конструктивные схемы, основные агрегаты и узлы. Перспективы развития и совершенствования конструкций ГТД и ГТЭУ.

3.4. Тематический план практических занятий

1. Проектирование и создание ГТД и ГТЭУ.
2. Конструкция элементов осевого компрессора.
3. Передача крутящего момента к дискам.
4. Конструктивные схемы газовых турбин.
5. Конструктивные формы рабочих лопаток и дисков турбин.
6. Крепление рабочих лопаток турбин.
7. Конструкция элементов камер сгорания.
8. Конструкция центробежных и комбинированных форсунок.
9. Конструкция выхлопных и удлинительных труб.
10. Конструкция сопел.
11. Конструкция выходных устройств с элементами шумоглушения.
12. Конструкция основных элементов редуктора.
13. Конструкция опор с подшипниками качения.
14. Подбор подшипников качения.
15. Посадка подшипников качения на вал и в корпус.
16. Конструкции топливных насосов.
17. Оптимизация конструкций по массе, надежности, стоимости и др.
18. Конструктивные схемы, основные агрегаты и узлы.

3.5. Тематический план лабораторных работ

1. Классификация осевых компрессоров.
2. Принципиальная схема газовой турбины.
3. Материалы для деталей выхлопных устройств.
4. Материалы для деталей редукторов.
5. Регулируемые и нерегулируемые форсунки.
6. Модульность конструкций, принципы формирования модулей и блоков.

3.6. Курсовой проект /курсовая работа

1. Расчет на прочность рабочих лопаток газовых турбин ТЭЦ;
2. Расчет на прочность рабочих лопаток;
3. Расчет на прочность рабочих и направляющих лопаток турбин;
4. Расчет на прочность рабочих, направляющих лопаток и дисков газовых турбин;
5. Конструирование газовых турбин, в части расчета рабочих, направляющих лопаток и дисков газовых турбин;
6. Расчет на прочность лопаток и дисков турбин теплоэлектроцентрали;
7. Расчет на прочность лопаток турбин тепловой электростанции;
8. Расчет на прочность рабочих, направляющих лопаток и дисков турбин

тепловой электростанции;

9. Расчет на прочность лопаток турбин электрических станций;

10. Конструирование газовых турбин.

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-2	ПК-2.1	знать: основы механики деформируемого твёрдого тела применительно к элементам ГТУ, методы расчёта на статическую и динамическую прочность				
			в полном объеме знает основы механики деформируемого твёрдого тела применительно к элементам ГТУ, методы расчёта на статическую и динамическую прочность	хорошо знает основы механики деформируемого твёрдого тела применительно к элементам ГТУ, методы расчёта на статическую и динамическую прочность	знает основы механики деформируемого твёрдого тела применительно к элементам ГТУ, методы расчёта на статическую и динамическую прочность, допускает ошибки	не знает основы механики деформируемого твёрдого тела применительно к элементам ГТУ, методы расчёта на статическую и динамическую прочность
		уметь: выполнять оценочные аналитические расчёты, строить конечно-элементные модели узлов турбины, проводить их прочностной и модальный анализ с помощью специализированного ПО				
			уверенно умеет выполнять оценочные аналитические расчёты, строить конечно-элементные модели узлов	хорошо умеет выполнять оценочные аналитические расчёты, строить конечно-элементные модели	умеет выполнять оценочные аналитические расчёты, строить конечно-элементные модели узлов турбины,	Не умеет выполнять оценочные аналитические расчёты, строить конечно-элементные модели узлов турбины,

			турбины, проводить их прочностно й и модальный анализ с помощью специализир ованного ПО	узлов турбины, проводить их прочностн ой и модальный анализ с помощью специализ ированног о ПО	проводить их прочностно й и модальный анализ с помощью специализир ованного ПО, допускает ошибки	проводить их прочностно й и модальный анализ с помощью специализир ованного ПО
		владеть: методами компьютерного инжиниринга для решения задач динамики и прочности в контексте создания цифровых моделей газотурбинной техники; технологией анализа и интерпретации результатов компьютерного моделирования для выдачи обоснованных конструктивных рекомендаций				
			уверенно владеет методами компьютерн ого инжиниринг а для решения задач динамики и прочности в контексте создания цифровых моделей газотурбинн ой техники; технологией анализа и интерпретац ии результатов компьютерн ого моделирова ния для выдачи обоснованн ых конструктив ных рекомендац ий	хорошо владеет методами компьютер ного инжинири нга для решения задач динамики и прочности в контексте создания цифровых моделей газотурбин ной техники; технологие й анализа и интерпрета ции результато в компьютер ного моделиров ания для выдачи обоснован ных конструкт ивных рекоменда ций	владеет методами компьютерн ого инжиниринг а для решения задач динамики и прочности в контексте создания цифровых моделей газотурбинн ой техники; технологией анализа и интерпретац ии результатов компьютерн ого моделирова ния для выдачи обоснованн ых конструктив ных рекомендац ий, допускает ошибки	не владеет методами компьютерн ого инжиниринг а для решения задач динамики и прочности в контексте создания цифровых моделей газотурбинн ой техники; технологией анализа и интерпретац ии результатов компьютерн ого моделирова ния для выдачи обоснованн ых конструктив ных рекомендац ий

	ПК-2.2	знать: конструкцию и основные принципы проектирования газотурбинных установок и двигателей				
			в полном объеме знает конструкцию и основные принципы проектирования газотурбинных установок и двигателей	хорошо знает конструкцию и основные принципы проектирования газотурбинных установок и двигателей, допускает незначительные ошибки	знает конструкцию и основные принципы проектирования газотурбинных установок и двигателей, допускает грубые ошибки	не знает конструкцию и основные принципы проектирования газотурбинных установок и двигателей
		уметь: проектировать основные конструктивные элементы газотурбинных установок и двигателей				
			умеет проектировать основные конструктивные элементы газотурбинных установок и двигателей, не допускает ошибок	умеет проектировать основные конструктивные элементы газотурбинных установок и двигателей, допускает незначительные ошибки	умеет проектировать основные конструктивные элементы газотурбинных установок и двигателей, допускает грубые ошибки	не умеет проектировать основные конструктивные элементы газотурбинных установок и двигателей
		владеть: навыками проектирования основных конструктивных элементов газотурбинных установок и двигателей				
			Отлично владеет навыками проектирования основных конструктивных элементов газотурбинных установок и двигателей	Хорошо владеет навыками проектирования основных конструктивных элементов газотурбинных установок и двигателей, допускает незначительные ошибки	удовлетворительно владеет навыками проектирования основных конструктивных элементов газотурбинных установок и двигателей, допускает грубые ошибки	не владеет навыками проектирования основных конструктивных элементов газотурбинных установок и двигателей

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. Рогалев, Н. Д. Тепловые электрические станции: учебник / Н. Д. Рогалев, А. А. Дудолин, Е. Н. Олейникова. Москва: НИУ МЭИ, 2022. — 768 - ISBN 978-5-7046-2623-7.- Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/307250>

2. Барочкин, Е. В. Основы проектирования ТЭС: учебное пособие / Е. В. Барочкин, А. Е. Барочкин. Иваново ИГЭУ, 2021. - 160 с. Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. URL: <https://e.lanbook.com/book/296048>

3. Петров, А. И. Техническая термодинамика и теплопередача / А. И. Петров.- 2-е изд., стер. Санкт-Петербург Лань, 2023. 428 с. - ISBN -78-5-507-46444-9. — Текст: электронный // Лань электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/310178>

4. Малоразмерные авиационные газотурбинные двигатели учебное пособие / В. А. Григорьев, В. С. Кузьмичев, В. А. Зрелов [и др.]; под редакцией В. А. Григорьева, А. И. Ланшина. 2-е изд., доп. – Самара, Самарский университет, 2022. - 452 с. ISBN 978-5-7883-1715-1. - Текст: электронный // Лань электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/336593>

5. Цанев, С. В. Газотурбинные энергетические установки учебное пособие для вузов / Цанев С. В. Москва: Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01088-4. Текст электронный // ЭБС "Консультант студента" -URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383010884.html>

6. Энергетические установки электростанций: учебник для вузов /Э. П. Волков, В. А. Ведяев, В. И. Обрезков; под ред. Э. П. Волкова. Энергоатомиздат, 1983. 280 с.: ил. Текст непосредственный

7. Энергетические установки: учебник для вузов / Г. В. Арсеньев. М. Высш. шк., 1991.336 с.: ил. ISBN 5-06-002048-7. Текст непосредственный

8. Нусс, С. В. Энергетические установки учебное пособие / С. В. Нусс. Пермь : ПНИПУ, 2011. - 102 с - ISBN 978-5-398-00708-4.- Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL : <https://e.lanbook.com/book/160553>

9. Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций учебное пособие / С. В. Цанев. 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

5.1.2.Дополнительная литература

1. Евгеньев, И.В. парогазовые установка электростанций: учебное пособие / И. В. Евгеньев. Казань КГЭУ, 2022. - 123 с. URL: <https://lib.kgeu.ru/>. Текст: электронный

2. Таймаров, М.А. Энергетические газотурбинные установки

вспомогательное оборудование : учебное пособие по дисциплине "Энергетические машины" / М. А. Таймаров, В. М. Таймаров - Текст: непосредственный. Ч. 2. Казань: КГЭУ, 2009. 188 с.

3. Энергетические машины и установки учебно-методическое пособие /сост.: Б. М. Осипов, А. В. Титов. Казань КГЭУ, 2017. 28 с. URL: <https://lib.kgeu.ru>. Текст: электронный

4. Эксплуатация турбомашин практикум / сост.: Б. М. Осипов [и др.]. - Казань: КГЭУ, 2022. 74 с. - URL: <https://lib.kgeu.ru>. Текст электронный

5. Тепловые и атомные электрические станции: учебник / Л.С. Стерман , В. М. Лавыгин, С. Г. Тишин. 6-е изд., стер. Москва : Издательский дом МЭИ, 2020. 463 с. URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383014196.html>. - ISBN 978-5-383-01419-6. Текст: электронный

6. 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

7. Клименко, А. В. Теплоэнергетика и теплотехника Кн. 3. Тепловые и атомные электростанции / Клименко А. В. - Москва: Издательский дом МЭИ. 2017. (Справочная серия "Теплоэнергетика и теплотехника") - ISBN 978-5-383- 01170-6. Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента". URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011706.html>

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://books.n
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	Электронная библиотека диссертаций (РГБ)	diss.rsl.ru	diss.rsl.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 V21	Программное обеспечение для трёхмерного моделирования	ЗАО "СофтЛайнТрейд" от 04.05.2020 Неискл. право. Бессрочно
6	APM WinMachine	ПО для проведения расчета и проектирования механического оборудования и конструкций в области машиностроения	ООО "НТЦ "АПМ" №2018.53027 от 15.10.2018 Неискл. право. Бессрочно

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	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
Практические занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, 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
Лабораторные работы	Учебная лаборатория «Д УИЛ Bosch»	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.
	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
Самостоятельная работа	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	Моноблок (30 шт.), проектор, экран

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					



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 Разработка конструкций газотурбинных установок

(Наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)

Направление подготовки

13.03.03 Энергетическое машиностроение

(Код и наименование направления подготовки)

Квалификация

Бакалавр

(Бакалавр / Магистр)

Оценочные материалы по дисциплине «Конструирование газотурбинных установок», 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

[illegible]

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 3. «Редукторы, Опоры валов и система подвода масла, системы топливопитания»	ТК3	16	0-9					16-25	16-25
Тест или письменный опрос		5	3						
Защита лабораторной работы		6	3						
Отчет по самостоятельной работе		5	3						
Раздел 4. «Модульность конструкций; Техническая документация; Конструктивные схемы»	ТК4			20	0-10			20-30	20-30
Тест или письменный опрос				10	6				
Защита лабораторной работы				5	2				
Отчет по самостоятельной работе				5	2				
Промежуточная аттестация (экзамен)	ОМ 2								0-45
Промежуточная аттестация (КР)	ОМкр								0-100
Задание промежуточной аттестации									0-20
В письменной форме по билетам									0-25

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-2	ПК-2.1	знать: основы механики деформируемого твёрдого тела применительно к элементам ГТУ, методы расчёта на статическую и динамическую прочность				
			в полном объеме знает основы механики деформируемого твёрдого тела применительно к элементам ГТУ, методы расчёта на статическую и динамическую прочность	хорошо знает основы механики деформируемого твёрдого тела применительно к элементам ГТУ, методы расчёта на статическую и динамическую прочность	знает основы механики деформируемого твёрдого тела применительно к элементам ГТУ, методы расчёта на статическую и динамическую прочность, допускает ошибки	не знает основы механики деформируемого твёрдого тела применительно к элементам ГТУ, методы расчёта на статическую и динамическую прочность
		уметь: выполнять оценочные аналитические расчёты, строить конечно-элементные модели узлов турбины, проводить их прочностной и модальный анализ с помощью специализированного ПО				
			уверенно умеет выполнять оценочные аналитические расчёты, строить конечно-элементные модели узлов турбины, проводить их прочностной и модальный анализ с помощью специализированного ПО	хорошо умеет выполнять оценочные аналитические расчёты, строить конечно-элементные модели узлов турбины, проводить их прочностной и модальный анализ с помощью специализированного ПО	умеет выполнять оценочные аналитические расчёты, строить конечно-элементные модели узлов турбины, проводить их прочностной и модальный анализ с помощью специализированного ПО	Не умеет выполнять оценочные аналитические расчёты, строить конечно-элементные модели узлов турбины, проводить их прочностной и модальный анализ с помощью специализированного ПО

			ованного ПО	ированног о ПО	допускает ошибки	
		владеть: методами компьютерного инжиниринга для решения задач динамики и прочности в контексте создания цифровых моделей газотурбинной техники; технологией анализа и интерпретации результатов компьютерного моделирования для выдачи обоснованных конструктивных рекомендаций				
			уверенно владеет методами компьютерн ого инжиниринг а для решения задач динамики и прочности в контексте создания цифровых моделей газотурбинн ой техники; технологией анализа и интерпретац ии результатов компьютерн ого моделирова ния для выдачи обоснованн ых конструктив ных рекомендац ий	хорошо владеет методами компьютер ного инжинири нга для решения задач динамики и прочности в контексте создания цифровых моделей газотурбин ной техники; технологие й анализа и интерпрета ции результато в компьютер ного моделиров ания для выдачи обоснован ных конструкт ивных рекоменда ций	владеет методами компьютерн ого инжиниринг а для решения задач динамики и прочности в контексте создания цифровых моделей газотурбинн ой техники; технологией анализа и интерпретац ии результатов компьютерн ого моделирова ния для выдачи обоснованн ых конструктив ных рекомендац ий, допускает ошибки	не владеет методами компьютерн ого инжиниринг а для решения задач динамики и прочности в контексте создания цифровых моделей газотурбинн ой техники; технологией анализа и интерпретац ии результатов компьютерн ого моделирова ния для выдачи обоснованн ых конструктив ных рекомендац ий
		знать: конструкцию и основные принципы проектирования газотурбинных установок и двигателей				
	ПК-2.2		в полном объеме знаетконстр укцию иосновные принципы проектирова ния газотурбинн	хорошо знает конструкц ию и основные принципы проектиро вания газотурбин	знает конструкци ю и основные принципы проектирова ния газотурбинн ых	не знает конструкци ю и основные принципы проектирова ния газотурбинн ых

			ых установок и двигателей	ных установок и двигателей, допускает незначительные ошибки	установок и двигателей, допускает грубые ошибки	установок и двигателей
		уметь: проектировать основные конструктивные элементы газотурбинных установок и двигателей				
			умеет проектировать основные конструктивные элементы газотурбинных установок и двигателей, не допускает ошибок	умеет проектировать основные конструктивные элементы газотурбинных установок и двигателей, допускает незначительные ошибки	умеет проектировать основные конструктивные элементы газотурбинных установок и двигателей, допускает грубые ошибки	не умеет проектировать основные конструктивные элементы газотурбинных установок и двигателей
		владеть: навыками проектирования основных конструктивных элементов газотурбинных установок и двигателей				
			Отлично владеет навыками проектирования основных конструктивных элементов газотурбинных установок и двигателей	Хорошо владеет навыками проектирования основных конструктивных элементов газотурбинных установок и двигателей, допускает незначительные ошибки	удовлетворительно владеет навыками проектирования основных конструктивных элементов газотурбинных установок и двигателей, допускает грубые ошибки	не владеет навыками проектирования основных конструктивных элементов газотурбинных установок и двигателей

Оценка **«отлично»** выставляется за выполнение *расчетных работ в семестре; тестовых заданий; глубокое понимание технологических методов расчета норм расхода материалов, полные и содержательные ответы на вопросы билета (теоретическое и практическое задание);*

Оценка **«хорошо»** выставляется за выполнение *расчетных работ в семестре; тестовых заданий; понимание технологических методов расчета норм расхода материалов, 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
Контрольные нормативы (КН)	Оценка общей и специальной физической подготовленности обучающихся, оценка техники выполнения двигательных действий	Перечень практических заданий, контрольных упражнений
Курсовой проект (КП), 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 мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся	Темы проектов
Конспектирование учебного материала	Краткое текстовое представление переработанной информации	Перечень разделов
Мультимедийная презентация (МП)	Представление содержания учебного материала с использованием мультимедийных технологий	Тематика презентаций

Опрос по разделам (темам)	Знание основных понятий темы/раздела/дисциплины	Перечень определений основных понятий темы/дисциплины
Отчет по лабораторной работе (ОЛР)	Выполнение лабораторной работы, обработка результатов испытаний, измерений, эксперимента. Оформление отчета, защита результатов лабораторной работы по отчету	Перечень заданий и вопросов для защиты лабораторной работы, перечень требований к отчету
Практическое задание (ПЗ)	Средство оценки умения применять полученные теоретические знания в практической ситуации. Задание направлено на оценивание компетенций по дисциплине, содержит четкую инструкцию по выполнению или алгоритм действий	Комплект задач и заданий
Тест (Тест)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Комплект тестовых заданий

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

Для текущего контроля ТК1:

Проверяемая компетенция: ПК-1.1, ПК-1.4

Вопрос	Варианты ответа
К чему сводится принцип действия ГТУ?	В КС воздух разделяется на два потока: один поток, в количестве, необходимом для сгорания топлива, поступает внутрь жаровой трубы ЖТ; второй поток – обтекает жаровую трубу снаружи и подмешивается к продуктам сгорания для понижения их температуры. Процесс сгорания в камере происходит при почти постоянном давлении
	Из атмосферы воздух забирают компрессором К, после чего при повышенном давлении его подают в камеру сгорания КС, куда одновременно подводят жидкое или газообразное топливо топливным насосом ТН или газообразное топливо от газового компрессора. В КС воздух разделяется на два потока: один поток, в количестве, необходимом для сгорания топлива, поступает внутрь жаровой трубы ЖТ; второй поток – обтекает жаровую трубу снаружи и подмешивается к продуктам сгорания для понижения их температуры. Процесс сгорания в камере происходит при почти постоянном давлении.
	Из атмосферы воздух, при повышенном давлении подают в камеру сгорания К, куда одновременно подводят жидкое или газообразное топливо топливным насосом или газообразное топливо от газового компрессора.
Развиваемая газовой турбиной мощность частично расходуется на привод компрессора, а оставшаяся часть является полезной мощностью	ГТУ
	МТУ
	ТВД

На компрессорных станциях магистральных газопроводов ГТУ используются в качестве двигателей для привода перекачивающего компрессора.	компрессоров для привода перекачивающего двигателей
	насосов для привода перекачивающего компрессора.
	двигателей для привода перекачивающего компрессора

Для текущего контроля ТК2:

Проверяемая компетенция: ПК-1.1, ПК-1.4

Вопросы к комплексному заданию ТК2

1. Классификация осевых компрессоров.
2. Конструкция элементов осевого компрессора.
3. Ротор. Типы роторов.
4. Требования к конструкции газовой турбины и способы их реализации.
5. Роторы газовых турбин.
6. Типы камер сгорания и их сравнительная оценка.
7. Элементы конструкции маслосистемы.
8. Входные, выходные устройства. Регулируемые, нерегулируемые реактивные сопла.
9. Типы редукторов, их кинематические схемы.
10. Подшипники, применяемые в ГТД и ГТЭУ.

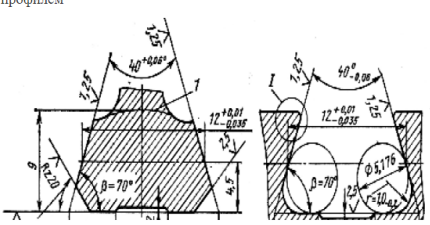
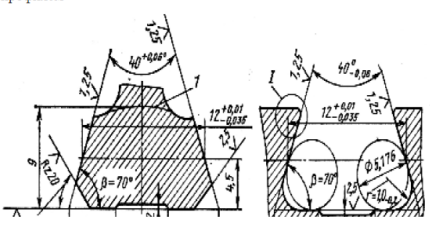
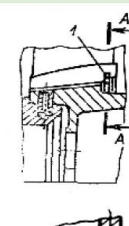
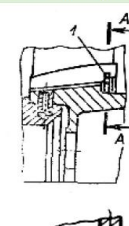
Для текущего контроля ТК3:

Проверяемая компетенция: ОПК-3, ОПК-3.4

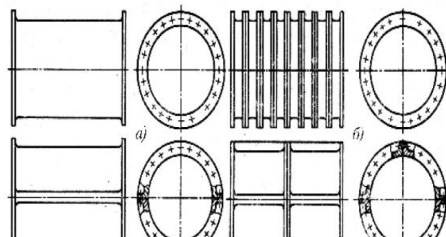
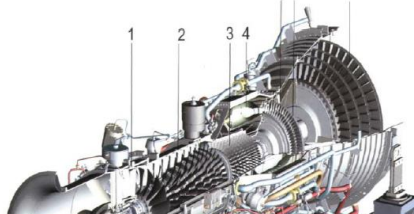
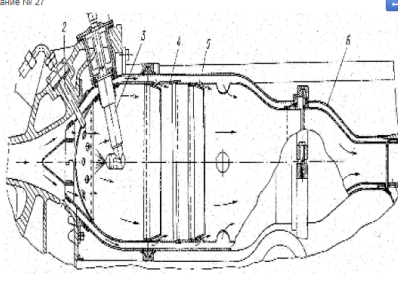
Наименование оценочного	Тестирование в системе LMS Moodle: https://lms.kgeu.ru/
-------------------------	--

Представление и содержание оценочных материалов	Вопрос 1 Пока нет ответа Балл: 1,00 Отметить вопрос Редактировать вопрос В некоторых случаях для повышения собственной частоты колебаний лопаток посадка стальных лопаток в стальные диски производится с натягом до _____. В этом случае хвостовик лопатки необходимо покрыть слоем меди толщиной _____. Он при запрессовке служит смазкой, обеспечивающей установку лопаток в паз без задигов. От перемещения вдоль паза лопатки фиксируют различными способами. Выберите один ответ: ☐ a. 1 - 0,03 мм; 2 - 0,006...0,009 мм. ☐ b. 1 - 0,005 мм; 2 - 0,0003...0,0005 мм. ☐ c. 1 - 0,015 мм; 2 - 0,003...0,005 мм. Вопрос 2 Пока нет ответа Балл: 1,00 Отметить вопрос Редактировать вопрос В последние годы ГТУ получает все более широкое применение в различных отраслях промышленности. Причиной этого являются характерные качества ГТД. Выберите один или несколько ответов: ☐ a. высокая маневренность ☐ b. простота тепловой и кинематической схем ☐ c. относительная простота конструкции ☐ d. малая масса, приходящаяся на единицу мощности Вопрос 3 Пока нет ответа Балл: 1,00 Отметить вопрос Редактировать вопрос 1. Газотурбинная установка - _____. 2. Газотурбинный двигатель открытого цикла - _____. 3. Газотурбинный двигатель замкнутого цикла - _____. 4. Газотурбинный двигатель полужамкнутого цикла - _____. 5. Газотурбинный двигатель простого цикла - _____. 6. Газотурбинный двигатель регенеративного цикла - _____. Выберите один ответ: ☐ a. 1 - Газотурбинный двигатель, в котором воздух поступает из атмосферы, а выхлопные газы отводятся в атмосферу. 2 - Газотурбинный двигатель, в котором рабочее тело циркулирует по замкнутому контуру без связи с атмосферой. 3 - Газотурбинный двигатель, в котором используется горение в рабочем теле, частично рециркулирующим и частично заменяемым атмосферным воздухом. 4 - Газотурбинный двигатель, термодинамический цикл которого состоит только из следующих друг за другом процессов сжатия, нагрева и расширения рабочего тела. 5 - Газотурбинный двигатель, термодинамический цикл которого отличается наличием регенеративного охлаждения рабочего тела на выходе из газовой турбины и соответственно регенеративного подогрева воздуха за компрессором. 6 - Газотурбинный двигатель и все основное оборудование, необходимое для генерирования энергии в полезной форме. ☐ b. 1 - Газотурбинный двигатель и все основное оборудование, необходимое для генерирования энергии в полезной форме. 2 - Газотурбинный двигатель, в котором воздух поступает из атмосферы, а выхлопные газы отводятся в атмосферу. 3 - Газотурбинный двигатель, в котором рабочее тело циркулирует по замкнутому контуру без связи с атмосферой. 4 - Газотурбинный двигатель, в котором используется горение в рабочем теле, частично рециркулирующим и частично заменяемым атмосферным воздухом. 5 - Газотурбинный двигатель, термодинамический цикл которого состоит только из следующих друг за другом процессов сжатия, нагрева и расширения рабочего тела. 6 - Газотурбинный двигатель, термодинамический цикл которого отличается наличием регенеративного охлаждения рабочего тела на выходе из газовой турбины и соответственно регенеративного подогрева воздуха за компрессором. ☐ c. 1 - Газотурбинный двигатель, в котором воздух поступает из атмосферы, а выхлопные газы отводятся в атмосферу. 2 - Газотурбинный двигатель, термодинамический цикл которого отличается наличием регенеративного охлаждения рабочего тела на выходе из газовой турбины и соответственно регенеративного подогрева воздуха за компрессором. Вопрос 4 Пока нет ответа Балл: 1,00 Отметить вопрос Редактировать вопрос По способу подачи топлива в зону горения – на камеры _____. Выберите один или несколько ответов: ☐ a. с подачей топлива в паровой фазе ☐ b. камеры с подачей топлива в жидкой фазе (в виде мелко распыленных капель). ☐ c. косвенные Вопрос 5 Пока нет ответа Балл: 1,00 Отметить вопрос Редактировать вопрос При сравнении с ПТУ пиковая ГТУ имеет следующие особенности: Выберите один или несколько ответов: ☐ 1. низкая маневренность (медленный пуск и остановка). ☐ 2. ростота обслуживания и меньшее количество обслуживающего персонала. ☐ 3. примерно вдвое меньшая стоимость сооружения установки. ☐ 4. высокая маневренность (быстрые пуск и остановка).
Критерии оценки и шкала оценивания	0-2 – неудовлетворительно; 3- удовлетворительно; 4 – хорошо; 5-отлично.

Для текущего контроля ТК4:
Проверяемая компетенция: ОПК-3, ОПК-3.4

Наименование оценочного средства	Тестирование в системе https://i-exam.ru/
Представление и содержание оценочных материалов	■ ГЛАВА 2. КОМПРЕССОРЫ / Группа вопросов №8 Помощь ■ Задание № 18 развернуть Размеры и допуски для паза диска и хвостика лопатки с трапецевидным профилем  1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 Заданий: 30 Дано ответов: 0 89:38 Структура теста Завершить тестирование ■ Варианты ответа Укажите один вариант ответа ☐ а – поперечное сечение хвостика лопатки; б – дуга окружности с центром на оси ротора; 1 – поперечное сечение паза диск ☐ а – поперечное сечение паза диска; б – поперечное сечение хвостика лопатки; 1 – дуга окружности с центром на оси ротора ☐ а – поперечное сечение хвостика лопатки; б – поперечное сечение паза диска; 1 – дуга окружности с центром на оси ротора ■ ГЛАВА 2. КОМПРЕССОРЫ / Группа вопросов №8 Помощь ■ Задание № 18 развернуть Размеры и допуски для паза диска и хвостика лопатки с трапецевидным профилем  1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 Заданий: 30 Дано ответов: 0 89:38 Структура теста Завершить тестирование ■ Варианты ответа Укажите один вариант ответа ☐ а – поперечное сечение хвостика лопатки; б – дуга окружности с центром на оси ротора; 1 – поперечное сечение паза диск ☐ а – поперечное сечение паза диска; б – поперечное сечение хвостика лопатки; 1 – дуга окружности с центром на оси ротора ☐ а – поперечное сечение хвостика лопатки; б – поперечное сечение паза диска; 1 – дуга окружности с центром на оси ротора ■ ГЛАВА 2. КОМПРЕССОРЫ / Группа вопросов №9 Помощь ■ Задание № 19 развернуть Этот способ крепления лопаток широко распространен в газовых турбинах. В осевых компрессорах его применяют редко, так как при сравнительно небольших инерционных силах компрессорных лопаток можно применять более простые конструкции замка, например, ласточкин хвост, не требующие для обработки ножки лопатки и пазов в диске дорогостоящих фасонных протяжек. «Елочный» замок имеет небольшую ширину и позволяет разместить в ступени большее число лопаток, чем другие замки.  1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 Заданий: 30 Дано ответов: 0 88:49 Структура теста Завершить тестирование ■ Варианты ответа Укажите один вариант ответа 

Представление
и содержание
оценочных
материалов

Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	■ ГЛАВА 2. КОМПРЕССОРЫ / Группа вопросов №10 Задание № 20 Схемы корпусов компрессоров  Варианты ответа Укажите один вариант ответа ☐ а – корпус с разъемом в плоскости оси ротора и двумя технологическими разрезами в плоскостном роторе и в перпендикулярной ей плоскости; б – корпус с разрезами, перпендикулярными оси; в – корпус с разъемом в плоскости оси ротора; г – неразъемный корпус ☐ а – неразъемный корпус; б – корпус с разрезами, перпендикулярными оси; в – корпус с разъемом в плоскости оси ротора; г – корпус с разъемом в плоскости оси ротора и двумя технологическими разрезами в плоскостном роторе и в Структура теста Завершить тестирование
	■ ГЛАВА 3. ГАЗОВЫЕ ТУРБИНЫ / Группа вопросов №2 Задание № 22 Конструктивная схема многовального ГТД типа ДТ71 (UGT 6000)  Варианты ответа Укажите один вариант ответа ☐ 1 - поворотный входной направляющий аппарат; 2 - компрессор низкого давления (КНД); 3 - компрессор высокого давления (КВД); 4 - камера сгорания; 5 - турбина высокого давления (ТВД); 6 - турбина низкого давления (ТНД); 7 - силовая турбина (СТ); 8 - коробка приводов; 9 - электростартер; 10 - рама ☐ 1 - коробка приводов; 2 - электростартер; 3 - рама; 4 - поворотный входной направляющий аппарат; 5 - компрессор низкого давления (КНД); 6 - компрессор высокого давления (КВД); 7 - камера сгорания; 8 - турбина высокого давления (ТВД); 9 - турбина низкого давления Структура теста Завершить тестирование
	■ ГЛАВА 4. ОСНОВНЫЕ КАМЕРЫ СГОРАНИЯ / Группа вопросов №2 Задание № 27  Варианты ответа Укажите один вариант ответа ☐ 1 – сопловой аппарат турбины; 2 – газосборник; 3 – форсунка; 4 – жаровая труба; 5 – кожух камеры; 6 – корпус компрессора; 7 – свеча ☐ 1 – жаровая труба; 2 – газосборник; 3 – форсунка; 4 – корпус компрессора; 5 – кожух камеры; 6 – свеча; 7 – сопловой аппарат турбины ☐ 1 – корпус компрессора; 2 – свеча; 3 – форсунка; 4 – жаровая труба; 5 – кожух камеры; 6 – газосборник; 7 – сопловой аппарат турбины Структура теста Завершить тестирование

0-2 – неудовлетворительно; 3- удовлетворительно; 4 – хорошо; 5-отлично.

Темы курсовых проектов:

Проверяемая компетенция: ОПК-3, ОПК-3.4

1. Расчет на прочность рабочих лопаток газовых турбин ТЭЦ;
2. Расчет на прочность рабочих лопаток;
3. Расчет на прочность рабочих и направляющих лопаток турбин;
4. Расчет на прочность рабочих, направляющих лопаток и дисков газовых турбин;
5. Конструирование газовых турбин, в части расчета рабочих, направляющих лопаток и дисков газовых турбин;
6. Расчет на прочность лопаток и дисков турбин теплоэлектроцентрали;
7. Расчет на прочность лопаток турбин тепловой электростанции;

8. Расчет на прочность рабочих, направляющих лопаток и дисков турбин тепловой электростанции;
9. Расчет на прочность лопаток турбин электрических станций;
10. Конструирование газовых турбин.

Для промежуточной аттестации:

Проверяемая компетенция: ОПК-3, ОПК-3.4



КГУ

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

Институт _____ ИТЭ

Кафедра «Энергетическое машиностроение»

Экзамен по дисциплине «Конструкция элементов газотурбинных установок»

Билет №1

1. Классификация осевых компрессоров.
2. Конструкция элементов осевого компрессора.
3. Ротор. Типы роторов.

Утверждаю:

Зав. кафедрой ЭМС

подпись

Г.Р. Мингалеева

расшифровка подписи

Дата



КГУ

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

Институт _____ ИТЭ

Кафедра «Энергетическое машиностроение»

Экзамен по дисциплине «Конструкция элементов газотурбинных установок»

Билет №2

1. Требования к конструкции газовой турбины и способы их реализации.
2. Роторы газовых турбин.
3. Типы камер сгорания и их сравнительная оценка.

Утверждаю:

Зав. кафедрой ЭМС

подпись

Г.Р. Мингалеева

расшифровка подписи

Дата



КГУ

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

Институт _____ ИТЭ

Кафедра «Энергетическое машиностроение»

Экзамен по дисциплине «Конструкция элементов газотурбинных установок»

Билет №3

1. Конструкция элементов осевого компрессора.
2. Ротор. Типы роторов.
3. Конструктивные схемы газовых турбин.

Утверждаю:

Зав. кафедрой ЭМС

подпись

Г.Р. Мингалеева

расшифровка подписи

Дата



КГУ

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

Институт _____ ИТЭ

Кафедра «Энергетическое машиностроение»

Экзамен по дисциплине «Конструкция элементов газотурбинных установок»

Билет №4

1. Элементы конструкции маслосистемы.
2. Входные, выходные устройства. Регулируемые, нерегулируемые реактивные сопла.
3. Типы редукторов, их кинематические схемы.

Утверждаю:

Зав. кафедрой ЭМС

подпись

Г.Р. Мингалеева

расшифровка подписи

Дата



КГЭУ

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

Институт _____ ИТЭ

Кафедра «Энергетическое машиностроение»

Экзамен по дисциплине «Конструкция элементов газотурбинных установок»

Билет №5

1. Конструкция элементов камер сгорания.
2. Подшипники, применяемые в ГТД и ГТУ.
3. Конструкция опор с подшипниками качения.

Утверждаю:

Зав. кафедрой ЭМС

подпись

Г.Р. Мингалеева

расшифровка подписи

Дата



КГЭУ

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

Институт _____ ИТЭ

Кафедра «Энергетическое машиностроение»

Экзамен по дисциплине «Конструкция элементов газотурбинных установок»

Билет №6

1. Типы ГТД и ГТУ и области их применения.
2. Основные параметры ГТД и ГТУ.
3. Проектирование и создание ГТД и ГТУ.

Утверждаю:

Зав. кафедрой ЭМС

подпись

Г.Р. Мингалеева

расшифровка подписи

Дата



КГУ

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

Институт _____ ИТЭ

Кафедра «Энергетическое машиностроение»

Экзамен по дисциплине «Конструкция элементов газотурбинных установок»

Билет №7

1. Устройство систем охлаждения лопаток отводом тепла в диск турбины.
2. Устройство систем внутреннего охлаждения лопаток турбин воздухом.
3. Возможные дефекты турбин в эксплуатации.

Утверждаю:

Зав. кафедрой ЭМС

подпись

Г.Р. Мингалеева

расшифровка подписи

Дата



КГУ

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

Институт _____ ИТЭ

Кафедра «Энергетическое машиностроение»

Экзамен по дисциплине «Конструкция элементов газотурбинных установок»

Билет №8

1. Возможные дефекты компрессоров в эксплуатации.
2. Радиальные и осевые зазоры и уплотнения в турбине.
3. Охлаждение деталей газовых турбин.

Утверждаю:

Зав. кафедрой ЭМС

подпись

Г.Р. Мингалеева

расшифровка подписи

Дата



КГУ

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

Институт _____ ИТЭ

Кафедра «Энергетическое машиностроение»

Экзамен по дисциплине «Конструкция элементов газотурбинных установок»

Билет №9

1. ГТУ. Принцип ее действия. Применение ГТУ.
2. Пиковые ГТУ. Принципиальная схема. Принцип действия
3. Пиковые ГТУ на базе авиационных двигателей. Принцип действия.

Утверждаю:

Зав. кафедрой ЭМС

подпись

Г.Р. Мингалеева

расшифровка подписи

Дата



КГУ

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

Институт _____ ИТЭ

Кафедра «Энергетическое машиностроение»

Экзамен по дисциплине «Конструкция элементов газотурбинных установок»

Билет №10

1. Подбор подшипников качения.
2. Посадка подшипников качения на вал и в корпус.
3. Смазка и охлаждение подшипников.

Утверждаю:

Зав. кафедрой ЭМС

подпись

Г.Р. Мингалеева

расшифровка подписи

Дата