



КГЭУ

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

9 28.04.2026

УТВЕРЖДАЮ  
Директор  
Института теплоэнергетики

С.О. Гапоненко

« 23 » 01 2024 г.

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.20.06 Энергетические установки и двигатели

---

Направление подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение

Направленность(и) \*  
(профиль(и)) Производство и эксплуатация газовых и паровых турбин

Квалификация Бакалавр

г. Казань, 2024

Программу разработал(и):

Наименование кафедры	Должность, уч.степень, уч.звание	ФИО разработчика
Кафедра «Энергетическое машиностроение»	доцент, к.т.н.	Ахметшин А.Р.
Кафедра «Энергетическое машиностроение»	зав.каф.ЭМС, д.т.н., доцент	Мингалеева Г.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	Учебно-методический совет ИТЭ	23.01.2024	5	_____ Директор, к.т.н., доц. Гапоненко С.О.

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

Целью освоения дисциплины «Энергетические установки и двигатели» является изучение энергетических установок и двигателей, 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 энергетических установок и двигателей, принципом работы основных элементов; изучение материалов, применяемых при производстве элементов конструкции; умение разбираться в элементах конструкций энергетических установок и двигателей, в принципах работы и устройстве установок; использование графических пакетов при конструировании энергетических установок и двигателей.

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ОПК-4 Способен применять в расчетах теоретические основы рабочих процессов в энергетических машинах и установках	ОПК-4.2 Демонстрирует понимание основных законов термодинамики и теплообмена, применяет их для расчетов элементов теплотехнических установок и систем

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др. «Введение в инженерную деятельность», «Теоретические основы теплотехники», «Теоретические основы электротехники».

Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др. «Парогазовые установки», «Конструирование газотурбинных установок», «Производственная практика (преддипломная)».

## 3. Структура и содержание дисциплины

### 3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр(ы)
			6
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	4	144	144
КОНТАКТНАЯ РАБОТА*	-	74	74
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	2	60	60
Лекции	1	30	30
Практические (семинарские) занятия	1	30	30
Лабораторные работы	-	-	-
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	2	48	48

Проработка учебного материала	1	48	48
Курсовой проект	-	-	-
Курсовая работа	-	-	-
Подготовка к промежуточной аттестации	1	36	36
Промежуточная аттестация:			Э

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

Разделы дисциплины	Всего часов	Распределение трудоемкости по видам учебной работы				Формы и вид контроля	Индексы индикаторов формируемых компетенций
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
Раздел 1. Введение	38	6	0	4	14	ТК1	ОПК-4.23
Раздел 2 Энергетические установки	34	18	0	12	18	ТК2	ОПК-4.2У, ОПК-4.2В
Раздел 3 Двигатели	36	6	0	16	16	ТК3	ОПК-4.2У, ОПК-4.2В
Экзамен	36				36	<b>ОМ 1</b>	ОПК-4.23, ОПК-4.2У, ОПК-4.2В
<b>ИТОГО</b>	<b>144</b>	<b>30</b>	<b>0</b>	<b>30</b>	<b>48</b>		

### 3.3. Содержание дисциплины

Раздел 1. Введение.

Тема 1.1. Классификация энергетических установок и двигателей. Энергетические установки и двигатели в энергетике и газотранспортной системе. Назначение и область использования.

Тема 1.2. Основные конструкторские школы. Основные требования, предъявляемые к конструкции энергетических установок и двигателей, и их реализация. Основные параметры. Материалы, применяемые в энергомашиностроении.

Раздел 2. Энергетические установки

Тема 2.1. Установки на основе энергетических машин для повышения давления газов.

Типы компрессоров. Классификация осевых компрессоров. Принцип действия и конструкция элементов осевого компрессора. Параметры и эксплуатационные характеристики осевых компрессоров. Конструкция и принцип действия центробежных компрессоров. Параметры и эксплуатационные характеристики центробежных компрессоров.

Тема 2.2. Установки на основе энергетических машин для перекачивания жидкостей.

Насосные установки. Принцип действия осевых и центробежных насосов. Основные параметры и эксплуатационные характеристики насосов.

Тема 2.3. Энергетические установки для получения механической энергии

Паротурбинные установки. Установки, работающие по органическому циклу Ренкина. Газотурбинные установки. Парогазовые установки. Установки в гидро- и ветроэнергетике.

Раздел 3. Двигатели

Тема 3.1. Поршневые двигатели.

Параметры и эксплуатационные характеристики поршневых двигателей. Газопоршневые двигатели.

Тема 3.2. Турбины.

Параметры и эксплуатационные характеристики газовых турбин.

Параметры и эксплуатационные характеристики паровых турбин.

Гидравлические турбины. Турбины для ветроустановок.

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

1. Сравнительный анализ технических характеристик энергетических установок (2 часа).
2. Сравнительный анализ двигателей (2 часа).
3. Расчет производительности осевого компрессора (2 часа).
4. Расчет производительности центробежного компрессора на компрессорной станции (2 часа).
5. Сравнительный анализ эксплуатационных характеристик осевых компрессоров (2 часа).
6. Сравнительный анализ эксплуатационных характеристик центробежных компрессоров (2 часа).
7. Расчет производительности осевого насоса (2 часа).
8. Расчет производительности центробежного насоса (2 часа).
9. Принципиальная тепловая схема и термодинамический цикл газотурбинной установки (ГТУ), к.п.д. цикла и мероприятия по его повышению. Расход топлива на ГТУ (4 часа).
10. Принципиальная тепловая схема и термодинамический цикл теплофикационной паротурбинной установки (4 часа).
11. Принципиальная тепловая схема и термодинамический цикл теплофикационной газотурбинной установки (4 часа).
12. Тепловой баланс поршневого двигателя внутреннего сгорания. Показатели и методы повышения эффективности (4 часа).

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

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом.

### **3.6. Курсовой проект /курсовая работа**

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом.

#### 4. Оценивание результатов обучения

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

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено		не зачтено	
ОПК-4	ОПК-4.2	знать:				
		Знает основные законы термодинамики и теплообмена, применяет их для расчетов элементов теплотехнических установок и систем.	Отлично знает основные законы термодинамики и теплообмена, применяет их для расчетов элементов теплотехнических установок и систем, не допускает ошибок.	Хорошо знает основные законы термодинамики и теплообмена, применяет их для расчетов элементов теплотехнических установок и систем, допускает единичные ошибки.	Хорошо знает основные законы термодинамики и теплообмена, применяет их для расчетов элементов теплотехнических установок и систем, допускает несколько ошибок.	Не знает основные законы термодинамики и теплообмена, применяет их для расчетов элементов теплотехнических установок и систем, допускает много ошибок.
		уметь:				
		Умеет применять основные законы термодинамики и теплообмена для расчетов	Отлично умеет применять основные законы термодинамики и теплообмена	Хорошо умеет применять основные законы термодинамики и теплообмена	Хорошо умеет применять основные законы термодинамики и теплообмена	Не умеет применять основные законы термодинамики и теплообмена

		элементов теплотехнических установок и систем.	ообмена для расчетов элементов теплотехнических установок и систем, не допускает ошибок.	для расчетов элементов теплотехнических установок и систем, допускает единичные ошибки.	сообмена для расчетов элементов теплотехнических установок и систем, допускает несколько ошибок.	для расчетов элементов теплотехнических установок и систем, допускает много ошибок.
владеть:						
		Владеет основными законами термодинамики и тепломассообмена для расчетов элементов теплотехнических установок и систем.	Отлично владеет основным и законами термодинамики и тепломассообмена для расчетов элементов теплотехнических установок и систем, не допускает ошибок.	Хорошо владеет основным и законами термодинамики и тепломассообмена для расчетов элементов теплотехнических установок и систем, допускает единичные ошибки.	Хорошо владеет основными законами термодинамики и тепломассообмена для расчетов элементов теплотехнических установок и систем, допускает несколько ошибок.	Не владеет основными законами термодинамики и тепломассообмена для расчетов элементов теплотехнических установок и систем, допускает много ошибок.

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 с. — 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 978-5-507-46444-9. — 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. - М. : 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. Газотурбинные и парогазовые установки электростанций: учебное пособие / И. В. Евгеньев. - Казань : КГЭУ, 2022. - 125 с. - URL: <https://lib.kgeu.ru/>. - Текст : электронный

2. Таймаров, М.А. Энергетические газотурбинные установки и 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»	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
2	Электронно-библиотечная система «ibooks.ru»	<a href="https://ibooks.ru/">https://ibooks.ru/</a>
3	Электронно-библиотечная система «book.ru»	<a href="https://www.book.ru/">https://www.book.ru/</a>
4	Энциклопедии, словари, справочники	<a href="http://www.rubricon.com">http://www.rubricon.com</a>
5	Портал "Открытое образование"	<a href="http://npoed.ru">http://npoed.ru</a>
6	Единое окно доступа к образовательным ресурсам	<a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>
7	Научно-технический центр «АПИМ»	<a href="https://apm.ru/">https://apm.ru/</a>

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

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
1	Российская национальная библиотека	<a href="http://nlr.ru/">http://nlr.ru/</a>	<a href="http://nlr.ru/">http://nlr.ru/</a>
2	Платформа SpringerLink	<a href="http://www.link.springer.com">www.link.springer.com</a>	<a href="http://www.link.springer.com">www.link.springer.com</a>
3	КиберЛенинка	<a href="https://cyberleninka.ru/">https://cyberleninka.ru/</a>	<a href="https://cyberleninka.ru/">https://cyberleninka.ru/</a>
4	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
5	Национальная электронная библиотека (НЭБ)	<a href="https://rusneb.ru/">https://rusneb.ru/</a>	<a href="https://rusneb.ru/">https://rusneb.ru/</a>

6	Техническая библиотека	<a href="http://techlibrary.ru">http://techlibrary.ru</a>	<a href="http://techlibrary.ru">http://techlibrary.ru</a>
7	eLIBRARY.RU	<a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a>	<a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a>
8	SpringerLink	<a href="http://www.link.springer.com">www.link.springer.com</a>	<a href="http://www.link.springer.com">www.link.springer.com</a>
9	Единое окно доступа к образовательным ресурсам	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
10	Электронная библиотека диссертаций (РГБ)	<a href="http://diss.rsl.ru">diss.rsl.ru</a>	<a href="http://diss.rsl.ru">diss.rsl.ru</a>
11	«Консультант плюс»	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

### 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	Специализированная учебная мебель,

	проведения занятий лекционного типа	технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), демонстрационное оборудование, учебно-наглядные пособия
Практические занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран) и др.
Самостоятельная работа	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение
	Читальный зал библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, экран, мультимедийный проектор, программное обеспечение

## **7. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета [www//kgeu.ru](http://www//kgeu.ru). Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;
- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;
- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;
- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;
- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;
- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

## **8. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися.**

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из определяющих факторов высокого качества образования. Преподаватель вуза, демонстрируя высокий профессионализм, эрудицию, четкую гражданскую позицию, самодисциплину, творческий подход в решении профессиональных задач, в ходе образовательного процесса способствует формированию гармоничной личности.

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);

- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);

- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

*Гражданское и патриотическое воспитание:*

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;

- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;

- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;

- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

*Духовно-нравственное воспитание:*

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;

- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;

- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;

- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

*Культурно-просветительское воспитание:*

- формирование эстетической картины мира;

- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;

- повышение познавательной активности обучающихся.

*Научно-образовательное воспитание:*

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;

- формирование умения получать знания;

- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

**Вносимые изменения и утверждения на новый учебный год**

№ п/п	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. каф. реализующей дисциплину	«Согласовано» председатель УМК института (факультета), в состав которого входит выпускающая
1	2	3	4	5	6
1					
2					
3					

*Приложение к рабочей  
программе дисциплины*



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

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
по дисциплине**

**Б1.О.20.06 Энергетические установки и двигатели**

---

Направление подготовки

13.03.03 Энергетическое машиностроение

Квалификация

Бакалавр

г. Казань, 2024



аттестации									
В письменной форме по билетам									0-20

## 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	
ОПК-4	ОПК-4.2	знать:				
		Знает основные законы термодинамики и теплообмена, применяет их для расчетов элементов теплотехнических установок и систем.	Отлично знает основные законы термодинамики и теплообмена, применяет их для расчетов элементов теплотехнических установок и систем, не допускает ошибок.	Хорошо знает основные законы термодинамики и теплообмена, применяет их для расчетов элементов теплотехнических установок и систем, допускает единичные ошибки.	Хорошо знает основные законы термодинамики и теплообмена, применяет их для расчетов элементов теплотехнических установок и систем, допускает несколько ошибок.	Не знает основные законы термодинамики и теплообмена, применяет их для расчетов элементов теплотехнических установок и систем, допускает много ошибок.
уметь:						
Умеет применять основные законы термодинамики и теплообмена для расчетов			Отлично умеет применять основные законы термодинамики и теплообмена	Хорошо умеет применять основные законы термодинамики и теплообмена	Хорошо умеет применять основные законы термодинамики и теплообмена	Не умеет применять основные законы термодинамики и теплообмена

		элементов теплотехнических установок и систем.	ообмена для расчетов элементов теплотехнических установок и систем, не допускает ошибок.	для расчетов элементов теплотехнических установок и систем, допускает единичные ошибки.	сообмена для расчетов элементов теплотехнических установок и систем, допускает несколько ошибок.	для расчетов элементов теплотехнических установок и систем, допускает много ошибок.
	владеть:					
		Владеет основными законами термодинамики и теплообмена для расчетов элементов теплотехнических установок и систем.	Отлично владеет основными законами термодинамики и теплообмена для расчетов элементов теплотехнических установок и систем, не допускает ошибок.	Хорошо владеет основными законами термодинамики и теплообмена для расчетов элементов теплотехнических установок и систем, допускает единичные ошибки.	Хорошо владеет основными законами термодинамики и теплообмена для расчетов элементов теплотехнических установок и систем, допускает несколько ошибок.	Не владеет основными законами термодинамики и теплообмена для расчетов элементов теплотехнических установок и систем, допускает много ошибок.

Оценка **«отлично»** выставляется за выполнение *практических заданий в семестре; тестовых заданий; глубокое понимание принципов работы энергетических установок и двигателей, полные и содержательные ответы на вопросы билета (теоретическое и практическое задание);*

Оценка **«хорошо»** выставляется за выполнение *практических заданий в семестре; тестовых заданий; понимание принципов работы энергетических установок и двигателей, ответы на вопросы билета (теоретическое или практическое задание);*

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

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется за слабое и неполное выполнение *практических заданий 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
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
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: ОПК-4.2

Вопросы к комплексному заданию ТК1

1. Классификация энергетических установок и двигателей.
2. Энергетические установки и двигатели в энергетике и газотранспортной системе. Назначение и область использования.
3. Основные конструкторские школы, разрабатывающие энергетические установки и двигатели.
4. Основные требования, предъявляемые к конструкции энергетических установок и двигателей, и их реализация.
5. Материалы, применяемые в энергомашиностроении.

#### Для текущего контроля ТК2:

Проверяемая компетенция: ОПК-4.2

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

### Вопросы к комплексному заданию ТК2

1. Классификация осевых компрессоров.
2. Конструкция элементов осевого компрессора.
3. Ротор. Типы роторов.
4. Типы центробежных компрессоров.
5. Принцип действия центробежного компрессора.
6. Принцип действия осевого насоса.
7. Принцип действия центробежного насоса.
8. Требования к конструкции двигателей и способы их реализации.
9. Роторы двигателей.
10. Типы камер сгорания ГТУ и их сравнительная оценка.
11. Основные элементы паровой турбины.
12. Двигатели в ветроэнергетике

### Для текущего контроля ТК3:

Проверяемая компетенция: ОПК-4.2

<b>Наименование оценочного средства</b>	Тестирование в системе LMS Moodle: <a href="https://lms.kgeu.ru/">https://lms.kgeu.ru/</a>
---	--

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 задиров. От перемещения вдоль паза лопатки фиксируют различными способами.

Выберите один ответ:

- а. 1 - 0,03 мм; 2 - 0,006...0,009 мм.
- б. 1 - 0,005 мм; 2 - 0,0003...0,0005 мм.
- в. 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:

- а. высокая маневренность
- б. простота тепловой и кинематической схем
- в. относительная простота конструкции
- г. 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 полузамкнутого цикла - \_\_\_\_\_.
5. Газотурбинный двигатель простого цикла - \_\_\_\_\_.
6. Газотурбинный двигатель регенеративного цикла - \_\_\_\_\_.

Выберите один ответ:

- а. 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.
- б. 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.
- в. 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:

- а. с подачей топлива в паровой фазе
- б. камеры с подачей топлива в жидкой фазе (в виде мелко распыленных капель).
- в. 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 промежуточной аттестации:**  
Проверяемая компетенция: ОПК-4.2



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 «Энергетические установки и двигатели»

### Билет №1

1. Классификация энергетических установок и двигателей..
2. Конструкция элементов осевого компрессора.
3. Параметры и эксплуатационные характеристики поршневых двигателей

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 «Энергетические установки и двигатели»

### Билет №2

1. Энергетические установки в газотранспортной системе.
2. Принцип действия центробежного насоса.
3. Типы камер сгорания ГТУ и их сравнительная оценка.

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 «Энергетические установки и двигатели»

### Билет №3

1. Конструкторские школы по разработке энергетических установок и двигателей.
2. Принцип действия осевого компрессора.
3. Принцип действия газопоршневого двигателя.

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 «Энергетические установки и двигатели»

### Билет №4

1. Материалы в энергомашиностроении.
2. Производительность центробежного компрессора.
3. Термодинамический цикл двигателя внутреннего сгорания.

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 «Энергетические установки и двигатели»

### Билет №5

1. Назначение и область применения энергетических установок и двигателей.
2. Производительность центробежного насоса.
3. Принцип работы парогазовых установок.

Утверждаю:

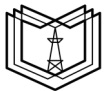
Зав. кафедрой ЭМС \_\_\_\_\_

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 «Энергетические установки и двигатели»

### Билет №6

1. Типы двигателей и области их применения.
2. Производительность осевого компрессора.
3. Проектирование и создание двигателей внутреннего сгорания.

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 «Энергетические установки и двигатели»

### Билет №7

1. Классификация энергетических установок по назначению. Примеры установок.
2. Конструкция газовых турбин.
3. Принцип работы паротурбинных установок.

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 «Энергетические установки и двигатели»

### Билет №8

1. Основные параметры энергетических установок и двигателей. Эффективность.
2. Конструкция осевого компрессора.
3. Основные показатели парогазовых установок.

Утверждаю:

Зав. кафедрой ЭМС

\_\_\_\_\_

подпись

Г.Р. Мингалеева

расшифровка подписи

\_\_\_\_\_



КГУ

Дата

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 «Энергетические установки и двигатели»

### Билет №9

1. Основные требования к материалам, используемым в энергетическом машиностроении.
2. Двигатели для ветроустановок.
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 «Энергетические установки и двигатели»

### Билет №10

1. Области использования и назначение газотурбинных установок.
2. Эксплуатационные характеристики центробежных насосов.
3. Принципы разработки и проектирования газопоршневых двигателей.

Утверждаю:

Зав. кафедрой ЭМС

\_\_\_\_\_

подпись

Г.Р. Мингалеева

расшифровка подписи

\_\_\_\_\_

Дата

