




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

УТВЕРЖДАЮ

Директор

Института теплоэнергетики

Наименование института

 С.О. Гапоненко
« 30 » мая 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДЭ.01.01.03 Конструирование газотурбинных установок
(Код и наименование дисциплины в соответствии с РУП)

Направление подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение
(Код и наименование направления подготовки)

Направленность(и) *
(профиль(и)) 13.03.03 Газотурбинные, паротурбинные установки
и двигатели
(Наименование направленности (профиля) образовательной программы)




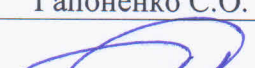
Квалификация Бакалавр
(Бакалавр / Магистр)

* Наименование направленности (профиля) указывается только для дисциплин специализированного модуля 2

г. Казань, 2023

Программу разработал(и):

| | | |
|---|----------------------------------|------------------|
| Наименование кафедры | Должность, уч.степень, уч.звание | ФИО разработчика |
| Кафедра «Энергетическое машиностроение» | доцент, к.т.н. | Ахметшин А.Р. |

| Согласование | Наименование подразделения | Дата | № протокола | Подпись |
|--------------|---|------------|-------------|---|
| Одобрена | Кафедра «Энергетическое машиностроение» | 12.05.2023 | 11 |  Зав.каф., д.т.н., доц. Мингалеева Г. Р. |
| Согласована | Кафедра «Энергетическое машиностроение» | 22.05.2023 | 12 |  Зав.каф., д.т.н., доц. Мингалеева Г. Р. |
| Согласована | Учебно-методический совет института | 30.05.2023 | 9 |  Директор, к.т.н., доц. Гапоненко С.О. |
| Одобрена | Ученый совет института | 30.05.2023 | 9 |  Директор, к.т.н., доц. Гапоненко С.О. |

Рецензия на рабочую программу и оценочные материалы по дисциплине «Конструирование газотурбинных установок»

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

РПД и ОМ соответствуют требованиям, предъявляемым к структуре, содержанию РПД и ОМ по дисциплине, а именно:

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

2. Структура и содержание дисциплины соответствует учебному плану.

3. РПД содержит информацию об учебно-методическом, информационном и материально-техническом обеспечении дисциплины; об особенностях организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов и методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися.

2. Показатели и критерии оценивания компетенций в ОМ, а также шкалы оценивания обеспечивают возможность проведения всесторонней оценки результатов обучения, уровней сформированности компетенций.

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

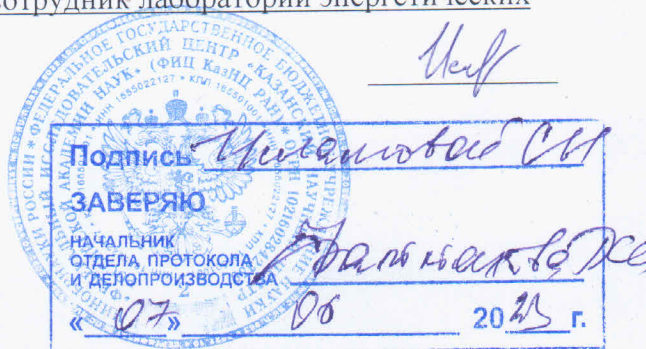
5. Направленность РПД и ОМ по дисциплине соответствует целям ОП по направлению 13.03.03 «Энергетическое машиностроение», профстандартам.

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

Рецензент

Исламова Светлана Ивановна, к.т.н., научный сотрудник лаборатории энергетических систем и технологий ИЭПТ ФИЦ КазНЦ РАН

Дата 07.06.2023



1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

(Цель и задачи освоения дисциплины, соответствующие цели ОП)

Целью освоения дисциплины «Конструирование 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 конструировании газотурбинных установок.

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора |
|--|--|
| ПК-1 Способен к проектированию газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей | ПК-1.1 Разрабатывает техническую документацию в соответствии с требованиями ЕСКД, в том числе с использованием современных систем автоматизированного проектирования |
| | ПК-1.4 Проводит комплекс расчетов элементов газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей с применением специализированного ПО |

2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др. Основы конструирования компрессоров и камер сгорания ГТУ, Компрессоры и нагнетатели в энергетике, Автоматическое регулирование ГТУ, Процессы, происходящие в компрессорах ГТУ, Теория и расчет турбин для ГТУ.

Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др. Расчет надежности технической эксплуатации турбомашин, Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы, Производственная практика (преддипломная).

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

| Вид учебной работы | Всего ЗЕ | Всего часов | Семестр(ы) | |
|-------------------------------|-------------|----------------|------------|-----|
| | | | 7 | 8 |
| ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ | 11 | 396 | 216 | 180 |
| КОНТАКТНАЯ РАБОТА* | - | 191 | 84 | 107 |

| | | | | |
|---------------------------------------|-----|-----|-----|-----|
| 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 | 136 | 24 |
| Курсовой проект | - | - | - | - |
| Курсовая работа | 2 | 72 | 0 | 72 |
| Подготовка к промежуточной аттестации | 1 | 36 | 0 | 36 |
| Промежуточная аттестация: | | | 3 | Э |
| | | | - | КР |

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; Компрессоры; Газовые турбины. | 100 | 16 | 6 | 16 | 62 | ТК1 | ПК-1.1, ПК-1.4 |
| Раздел 2 Основные камеры сгорания; Входные устройства, воздушные фильтры, выхлопные трубы; Системы топливопитания; Модульность конструкций | 116 | 18 | 6 | 18 | 74 | ТК2 | ПК-1.1, ПК-1.4 |
| Зачет | 0 | | | | 0 | ОМ 1 | ПК-1.1, ПК-1.4 |
| 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-1.1, ПК-1.4 |
| Раздел 4 Модульность конструкций; Техническая документация; Конструктивные схемы. | 36 | 12 | 0 | 12 | 12 | ТК4 | ПК-1.1, ПК-1.4 |

| | | | | | | | |
|---------------------------|------------|-----------|-----------|-----------|------------|-------------|----------------|
| Курсовая работа | 72 | | | | 72 | ОМкр | ПК-1.1, ПК-1.4 |
| Экзамен | 36 | | | | 36 | ОМ 2 | ПК-1.1, ПК-1.4 |
| 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. Спрямяющие 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 совершенствован ия 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 теплоэлектростанции;
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-1 | ПК-1.1 | знать: | | | | |
| | | Знает как разрабатывать техническую документацию в соответствии с требованиями ЕСКД, в том числе с использованием современных систем автоматизированного проектирования | Отлично знает как разрабатывать техническую документацию в соответствии с требованиями ЕСКД, в том числе с использованием современных систем автоматизированного проектирования, не допускает ошибок. | Хорошо знает как разрабатывать техническую документацию в соответствии с требованиями ЕСКД, в том числе с использованием современных систем автоматизированного проектирования, допускает единичные ошибки. | Хорошо знает как разрабатывать техническую документацию в соответствии с требованиями ЕСКД, в том числе с использованием современных систем автоматизированного проектирования, допускает несколько ошибок. | Не знает как разрабатывать техническую документацию в соответствии с требованиями ЕСКД, в том числе с использованием современных систем автоматизированного проектирования, допускает много ошибок. |
| | | | уметь: | | | |
| | | Умеет разрабатывать техническую | Отлично умеет разрабаты | Хорошо умеет разрабаты | Хорошо умеет разрабаты | Не умеет разрабаты |

| | | | | | | |
|-----------------|---|---|--|---|--|---|
| | | <p>документацию в соответствии с требованиями ЕСКД, в том числе с использованием современных систем автоматизированного проектирования</p> | <p>вать техническую документацию в соответствии с требованиями ЕСКД, в том числе с использованием современных систем автоматизированного проектирования, не допускает ошибок.</p> | <p>вать техническую документацию в соответствии с требованиями ЕСКД, в том числе с использованием современных систем автоматизированного проектирования, допускает единичные ошибки.</p> | <p>вать техническую документацию в соответствии с требованиями ЕСКД, в том числе с использованием современных систем автоматизированного проектирования, допускает несколько ошибок.</p> | <p>техническую документацию в соответствии с требованиями ЕСКД, в том числе с использованием современных систем автоматизированного проектирования, допускает много ошибок.</p> |
| <p>владеть:</p> | | | | | | |
| | <p>Владеет навыками по разработке технической документации в соответствии с требованиями ЕСКД, в том числе с использованием современных систем автоматизированного проектирования</p> | <p>Отлично владеет навыками по разработке технической документации в соответствии с требованиями ЕСКД, в том числе с использованием современных систем автоматизированного проектирования, не допускает</p> | <p>Хорошо владеет навыками по разработке технической документации в соответствии с требованиями ЕСКД, в том числе с использованием современных систем автоматизированного проектирования, допускает единичны</p> | <p>Хорошо владеет навыками по разработке технической документации в соответствии с требованиями ЕСКД, в том числе с использованием современных систем автоматизированного проектирования, допускает несколько</p> | | <p>Не владеет навыками по разработке технической документации в соответствии с требованиями ЕСКД, в том числе с использованием современных систем автоматизированного проектирования, допускает много</p> |

| | | ошибок. | е ошибки. | ошибок. | ошибок. |
|--------------------------------|--|--|--|--|--|
| ПК-1.4 | знать: | | | | |
| | Знает как проводить комплекс расчетов элементов газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей с применением специализированного ПО | Отлично знает как проводить комплекс расчетов элементов газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей с применением специализированного ПО, не допускает ошибок. | Хорошо знает как проводить комплекс расчетов элементов газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей с применением специализированного ПО, допускает единичные ошибки. | Хорошо знает как проводить комплекс расчетов элементов газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей с применением специализированного ПО, допускает несколько ошибок. | Не знает как проводить комплекс расчетов элементов газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей с применением специализированного ПО, допускает много ошибок. |
| | уметь: | | | | |
| | Умеет проводить комплекс расчетов элементов газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей с применением специализированного ПО | Отлично умеет проводить комплекс расчетов элементов газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей с применением специализированного ПО, не допускает ошибок. | Хорошо умеет проводить комплекс расчетов элементов газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей с применением специализированного ПО, допускает единичные ошибки. | Хорошо умеет проводить комплекс расчетов элементов газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей с применением специализированного ПО, допускает несколько ошибок. | Не умеет проводить комплекс расчетов элементов газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей с применением специализированного ПО, допускает много ошибок. |
| владеть: | | | | | |
| Владеет навыками по проведению | Отлично владеет | Хорошо владеет | Хорошо владеет | Не владеет | |

| | | | | | | |
|--|--|---|--|---|---|--|
| | | <p>комплексов расчетов элементов газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей с применением специализированного ПО</p> | <p>навыками по проведению комплексов расчетов элементов газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей с применением специализированного ПО, не допускает ошибок.</p> | <p>навыками по проведению комплексов расчетов элементов газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей с применением специализированного ПО, допускает единичные ошибки.</p> | <p>навыками по проведению комплексов расчетов элементов газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей с применением специализированного ПО, допускает несколько ошибок.</p> | <p>навыкам и по проведению комплексов расчетов элементов газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей с применением специализированного ПО, допускает много ошибок.</p> |
|--|--|---|--|---|---|--|

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. Евгенийев, И.В. Газотурбинные и парогазовые установки электростанций: учебное пособие / И. В. Евгенийев. - Казань : КГЭУ, 2022. - 125 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>

**БИБЛИОТЕКА
КГЭУ**

5.2. Информационное обеспечение

5.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

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

*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 «КГЭУ»)**

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
по дисциплине**

Б1.В.ДЭ.01.01.03 Конструирование 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)

г. Казань, 2023

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-1 | ПК-1.1 | знать: | | | | |
| | | Знает как разрабатывать техническую документацию в соответствии с требованиями ЕСКД, в том числе с использованием современных систем автоматизированного проектирования | Отлично знает как разрабатывать техническую документацию в соответствии с требованиями ЕСКД, в том числе с использованием современных систем автоматизированного проектирования, не допускает ошибок. | Хорошо знает как разрабатывать техническую документацию в соответствии с требованиями ЕСКД, в том числе с использованием современных систем автоматизированного проектирования, допускает единичные ошибки. | Хорошо знает как разрабатывать техническую документацию в соответствии с требованиями ЕСКД, в том числе с использованием современных систем автоматизированного проектирования, допускает несколько ошибок. | Не знает как разрабатывать техническую документацию в соответствии с требованиями ЕСКД, в том числе с использованием современных систем автоматизированного проектирования, допускает много ошибок. |
| | | уметь: | | | | |
| | | Умеет разрабатывать техническую документацию в соответствии с требованиями ЕСКД, в том числе с использованием современных систем автоматизированного проектирования | Отлично умеет разрабатывать техническую документацию в соответствии с требованиями ЕСКД, в том числе с использованием современных систем автоматизированного проектирования, не допускает ошибок. | Хорошо умеет разрабатывать техническую документацию в соответствии с требованиями ЕСКД, в том числе с использованием современных систем автоматизированного проектирования, допускает единичные ошибки. | Хорошо умеет разрабатывать техническую документацию в соответствии с требованиями ЕСКД, в том числе с использованием современных систем автоматизированного проектирования, допускает несколько ошибок. | Не умеет разрабатывать техническую документацию в соответствии с требованиями ЕСКД, в том числе с использованием современных систем автоматизированного проектирования, допускает много ошибок. |

| | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|-----------------|
| | | | не допускает ошибок. | допускает единичные ошибки. | допускает несколько ошибок. | т много ошибок. |
| | | владеть: | | | | |
| | Владеет навыками по разработке технической документации в соответствии с требованиями ЕСКД, в том числе с использованием современных систем автоматизированного проектирования | Отлично владеет навыками по разработке технической документации в соответствии с требованиями ЕСКД, в том числе с использованием современных систем автоматизированного проектирования, не допускает ошибок. | Хорошо владеет навыками по разработке технической документации в соответствии с требованиями ЕСКД, в том числе с использованием современных систем автоматизированного проектирования, допускает единичные ошибки. | Хорошо владеет навыками по разработке технической документации в соответствии с требованиями ЕСКД, в том числе с использованием современных систем автоматизированного проектирования, допускает несколько ошибок. | Не владеет навыками по разработке технической документации в соответствии с требованиями ЕСКД, в том числе с использованием современных систем автоматизированного проектирования, допускает много ошибок. | |
| | | знать: | | | | |
| | ПК-1.4 Знает как проводить комплекс расчетов элементов газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей с применением специализированного ПО | Отлично знает как проводить комплекс расчетов элементов газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей с применением специализированного ПО | Хорошо знает как проводить комплекс расчетов элементов газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей с применением специализированного ПО | Хорошо знает как проводить комплекс расчетов элементов газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей с применением специализированного ПО | Не знает как проводить комплекс расчетов элементов газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей с применением специализированного ПО | |

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | | го ПО, не допускает ошибок. | го ПО, допускает единичные ошибки. | го ПО, допускает несколько ошибок. | зированного ПО, допускает много ошибок. |
| | уметь: | | | | |
| | Умеет проводить комплекс расчетов элементов газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей с применением специализированного ПО | Отлично умеет проводить комплекс расчетов элементов газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей с применением специализированного ПО, не допускает ошибок. | Хорошо умеет проводить комплекс расчетов элементов газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей с применением специализированного ПО, допускает единичные ошибки. | Хорошо умеет проводить комплекс расчетов элементов газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей с применением специализированного ПО, допускает несколько ошибок. | Не умеет проводить комплекс расчетов элементов газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей с применением специализированного ПО, допускает много ошибок. |
| | владеть: | | | | |
| | Владеет навыками по проведению комплексных расчетов элементов газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей с применением специализированного ПО | Отлично владеет навыками по проведению комплексных расчетов элементов газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей с применением специализированного ПО, не допускает ошибок. | Хорошо владеет навыками по проведению комплексных расчетов элементов газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей с применением специализированного ПО, допускает единичные ошибки. | Хорошо владеет навыками по проведению комплексных расчетов элементов газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей с применением специализированного ПО, допускает несколько ошибок. | Не владеет навыками по проведению комплексных расчетов элементов газотурбинных, паротурбинных установок и двигателей с применением специализированного ПО, допускает много ошибок. |

| | | | | | | |
|--|--|--|----------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---|
| | | | допускает ошибок. | допускает единичны е ошибки. | допускает несколько ошибок. | ого ПО, допускае т много ошибок. |
|--|--|--|----------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---|

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

| <i>Вопрос</i> | <i>Варианты ответа</i> |
|--|---|
| 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 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 полужамкнутого 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

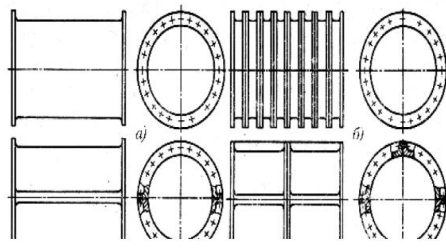
0-2 – неудовлетворительно; 3- удовлетворительно; 4 – хорошо; 5-отлично.

Представление и содержание оценочных материалов

■ ГЛАВА 2. КОМПРЕССОРЫ / Группа вопросов №10

Задание № 20

Схемы корпусов компрессоров



Варианты ответа

Укажите один вариант ответа

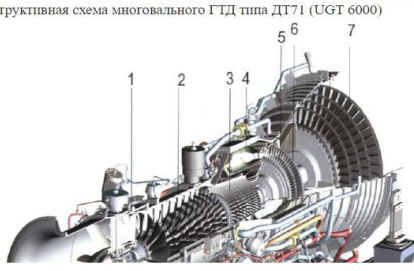
- а – корпус с разъемом в плоскости оси ротора и двумя технологическими разрезами в плоскостном роторе и в перпендикулярной ей плоскости; б – корпус с разрезами, перпендикулярными оси; в – корпус с разъемом в плоскости оси ротора; г – неразъемный корпус
- а – неразъемный корпус; б – корпус с разрезами, 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

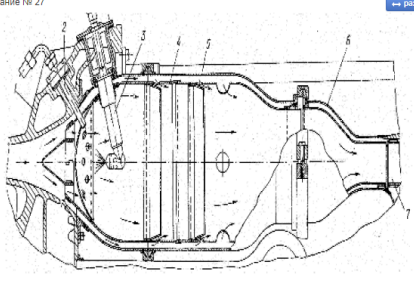
Укажите один вариант ответа

- 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

Критерии оценки и шкала оценивания в баллах

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 теплоэлектростанции;
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



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

КГЭУ

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

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



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

КГЭУ

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

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



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 №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



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 №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 ГТЭУ.
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:

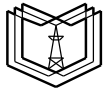
Зав. кафедрой ЭМС

подпись

Г.Р. Мингалеева

расшифровка подписи

Дата



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 №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



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 №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



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 №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



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 №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