

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце: МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 29.09.2023 11:29:38
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

УТВЕРЖДАЮ
Декан транспортного факультета
М.Н. Лукьянов/



" 30 " августа 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Моделирование теплового и напряженно-деформированного состояния деталей энергоустановок»

Направление подготовки

13.04.03 «Энергетическое машиностроение»

Профиль: Энергоустановки для транспорта и малой энергетики

Квалификация (степень) выпускника

Магистр

Форма обучения

Очная

Год набора

2022

Москва 2022 г

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является:

- Формирование общего концептуального представления у студентов о разработке энергоустановок с помощью компьютерных проектных и расчетных компонентов, позволяющего самостоятельно анализировать как любые современные, так и вышедшие из употребления или перспективные конструкции;
- Формирование знаний об оптимизации разработки энергоустановок с помощью компьютерных проектных и расчетных компонентов;

Задачи освоения дисциплины:

- Подготовка, согласно квалификационной характеристики, магистра к профессиональной деятельности по направлению с учетом специфики работы тепловых машин, в том числе формирование умений по выявлению необходимых усовершенствований и актуального комплекса разработок (мероприятий) для надежной эксплуатации энергоустановок.

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина входит в часть блока Б.1.2 – «Формируемую участниками образовательных отношений», подраздел Б 1.2.05.

Для изучения данной дисциплины необходимы знания, умения, навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: «Прикладные задачи теплотехники», «Моделирование рабочих процессов в энергетических установках», «Основы конструкции современных и перспективных энергетических установок».

Знания, умения, навыки, сформированные данной дисциплиной будут востребованы при прохождении преддипломной практики и сдачи государственной итоговой аттестации.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции выпускника	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
Профессиональная компетенция	ПК-1. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем	Знать: Методики оценки результатов, проведенных самостоятельных опытно-конструкторских работ с использованием ТНДС деталей энергоустановок. Методики представления результатов исследований и опытно-конструкторских работ Уметь: Оценивать результаты проведенного самостоятельного исследования ТНДС деталей энергоустановок Оценивать результаты проведенных самостоятельных опытно-конструкторских работ с использованием ТНДС деталей энергоустановок. Представлять результаты исследований и опытно-конструкторских работ

		<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Методиками оценки результатов проведенного самостоятельного исследования ТиНДС деталей энергоустановок - Методиками оценки результатов, проведенных самостоятельных опытно-конструкторских работ с использованием ТиНДС деталей энергоустановок. - Методиками представления результатов исследований и опытно-конструкторских работ
Профессиональная компетенция	ПК-2. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по тематике организации	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Методики моделирования теплового и напряженно- деформированного состояния деталей энергоустановок - Методики оценки результатов проведенного исследования ТиНДС деталей энергоустановок <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Проводить научные исследования ТНДС деталей энергоустановок и опытно- конструкторские работы с учетом ТНДС деталей энергоустановок в рамках тематики организации - Анализировать результаты проведенного исследования ТНДС деталей энергоустановок в рамках тематики организации <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Навыками проведения исследований ТНДС деталей энергоустановок в рамках тематики организации - Навыками проведения опытно- конструкторских работ с учетом ТНДС деталей энергоустановок в рамках тематики организации - Методиками оценки результатов проведенного исследования ТиНДС деталей энергоустановок

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении студентами дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой разделов (тем) учебных занятий. Изучение каждого раздела (темы) предполагает овладение студентами необходимыми компетенциями. Результат аттестации студентов на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций студентами. Этапность формирования компетенций прямо связана с местом дисциплины в образовательной программе.

4. Структура и содержание дисциплины

Дисциплина читается на 2 семестре

Промежуточная аттестация – экзамен

Количество недель в семестре - 18

Общая трудоемкость дисциплины - 4 зачетные единицы

Общее количество часов по структуре - 144

Количество аудиторных часов – 36

Количество часов лекций – 12

Количество часов лабораторных занятий - 24

Количество часов семинаров и практических занятий - 0

4.1. Содержание лекционного курса дисциплины

1. Основы конструирования и математическое моделирование теплового и напряженно-деформированного состояния деталей двигателей внутреннего сгорания

1.1. Основы конструирования двигателей внутреннего сгорания Общие предпосылки к разработке нового двигателя. Компонентные схемы поршневых двигателей. Основные показатели, характеризующие конструкцию, и выбор исходных данных при проектировании поршневых двигателей. Этапы разработки конструкторского проекта и создания двигателя. Компьютерное обеспечение процесса конструирования и повышение качества поршневых двигателей. 1.2. Математическое моделирование теплового и напряженно-деформированного состояния деталей двигателей внутреннего сгорания Роль математического моделирования в процессе проектирования. Математические модели анализа теплового состояния деталей двигателя. Математические модели анализа напряженно-деформированного состояния деталей двигателя. Неупругое деформирование. Приближенные методы определения напряженно-деформированного состояния при пластическом деформировании. Ползучесть. Численные методы анализа теплового и напряженно-деформированного состояния деталей. Метод конечных элементов. Расчет теплового состояния деталей двигателя. Расчет напряженно-деформированного состояния деталей двигателя. Выбор расчетных режимов. Прочностная надежность и оценка прочности деталей двигателя. Многоцикловая усталость и расчет на выносливость деталей поршневых 9 двигателей. Оценка работоспособности теплонапряженных деталей двигателя/ 1.3. Кинематика и динамика поршневых двигателей Кинематика кривошипно-шатунного механизма. Особенности кинематики дезаксиального КШМ. Кинематика КШМ V-образного двигателя с сочлененными шатунами. Динамика КШМ. Силы и моменты, действующие в поршневых двигателях. Силы, моменты и векторные диаграммы сил V-образных двигателей. Построение диаграммы набегающего крутящего момента. Равномерность крутящего момента и хода двигателя. Уравновешивание поршневых двигателей. Колебания в поршневых двигателях. Особенности кинематики и динамики роторно-поршневых двигателей. Виброактивность, шум двигателей и методы их снижения. 1.4. Моделирование ТНДС деталей поршневой группы Основы конструирования поршней. Анализ конструкций поршней. Поршневой палец. Поршневые кольца. Материалы деталей поршневой группы. Моделирование теплового и напряженно-деформированного состояний (ТНДС) поршневой группы. Граничные условия при моделировании стационарного теплового состояния поршневой группы. Математические модели определения стационарного теплового состояния поршня. Математические модели определения напряженно-деформированного состояния (НДС) поршня. Оценка прочности элементов поршневой группы. Расчет на прочность поршневого пальца. Расчет теплового и напряженно-деформированного состояния кольца. 1.5. Моделирование ТНДС деталей шатунной группы Основы конструирования шатунов. Анализ конструкции шатунов современных двигателей. Стержни шатунов. Поршневая и кривошипная головки шатунов, шатунные болты. Методы повышения несущей способности шатунов. Моделирование напряженно-деформированного состояния, многоуровневая система математических моделей шатунной группы. Общие положения. Упрощенная методика оценки НДС шатуна. Расчет шатуна на прочность численными методами. 1.6. Моделирование ТНДС деталей группы коленчатого вала Основы конструирования коленчатых валов. Анализ конструкций коленчатых валов. Способы повышения прочности коленчатых валов. Материалы коленчатых валов. Моделирование напряженно-деформированного состояния коленчатого вала. Оценка циклической прочности. Многоуровневая система математических моделей коленчатого вала. Расчет коленчатого вала по разрезной схеме. Определение опорных нагрузок У-образного двигателя с рядом садящими шатунами. Расчет коленчатого вала по неразрезной схеме.

Неравномерность вращения и динамическая нагруженность коленчатых валов. 1.7. Моделирование ТНДС подшипникового узла Основы конструирования подшипников скольжения. Анализ конструкций подшипников скольжения. Материалы подшипников скольжения. Расчет подшипников скольжения. Подшипники качения в поршневых двигателях. 1.8. Моделирование ТНДС деталей механизма газораспределения Основы конструирования механизма газораспределения. Схемы механизма газораспределения. Анализ конструкций деталей механизма газораспределения, материалы деталей. Детали передачи к клапанам. Определение геометрических параметров клапанов, "время-сечение" клапана. Кулачки. Кинематика и динамика механизма газораспределения. Силы, действующие в механизме газораспределения. Моделирование теплового и напряженно-деформированного состояний деталей механизма газораспределения. Клапаны. Определение теплового состояния клапанов. Определение напряженно- деформированного состояния клапана. Расчет клапанных пружин. Расчет деталей привода клапанов. 1.9. Моделирование ТНДС корпусных деталей Основы конструирования корпусных деталей и элементов крепления. Силовые схемы 10 корпусов поршневых двигателей. Блок-картеры и подвески коленчатого вала автомобильных и тракторных двигателей. Материалы корпусных деталей. Моделирование напряженно-деформированного состояния корпусных деталей. Основы конструирования гильз цилиндров двигателей жидкостного и воздушного охлаждения. Анализ конструкции гильз цилиндров. Материалы гильз цилиндров. Моделирование теплового и напряженно-деформированного состояний гильзы цилиндра. Граничные условия при моделировании стационарного теплового состояния гильзы цилиндра. Математические модели определения стационарного теплового состояния гильзы цилиндра. Математические модели определения напряженно-деформированного состояния гильзы цилиндра. Основы конструирования головок цилиндров двигателей жидкостного и воздушного охлаждения. Анализ конструкции головок цилиндров. Материалы головок цилиндров. Моделирование теплового и напряженно-деформированного состояний головки цилиндров. Условия теплообмена при моделировании стационарного теплового состояния головки цилиндров. Математические модели определения теплового состояния головки цилиндров. Математические модели определения напряженно-деформированного состояния головки цилиндров. Неподвижные соединения элементов корпуса и элементы крепления корпусных деталей. Силовые шпильки, болты и анкерные связи. Особенности их моделирования.

2. Исследование ДВС с использованием метода конечных элементов

2.1. Основы метода конечных элементов 1. Введение в метод конечных элементов. Основная концепция метода конечных элементов. Преимущества и недостатки. 2. Дискретизация области. Типы конечных элементов. Разбиение области на элементы. Нумерация узлов. 3. Линейные интерполяционные полиномы. Одномерный симплекс-элемент. Двумерный симплекс-элемент. Трехмерный симплекс- элемент. Интерполирование векторных величин. Местная система координат. Свойства интерполяционного полинома. 4. Интерполяционные полиномы для дискретизованной области. Скалярные величины. Векторные величины. 5. Рассмотрение некоторых краевых задач с помощью метода конечных элементов. Простой пример: перенос теплоты в стержне. Уравнения метода конечных элементов: задачи теории поля. Уравнения метода конечных элементов: теория упругости. 6. Реализация метода конечных элементов на ЭВМ. Прямое построение глобальной матрицы жесткости. Система линейных уравнений. Общая блок-схема вычислений. Решение задачи о кручении бруса с помощью вычислительной машины. 7. Перенос теплоты за счет теплопроводности и конвекции. Уравнения переноса тепла. Одномерный случай переноса теплоты. Двумерный перенос теплоты. Трехмерный случай переноса теплоты. Преобразования координат. Точечные источники. Машинная реализация. 8.

Гидромеханика, безвихревое течение. Двумерный случай течения грунтовых вод. Рассмотрение задачи о течении грунтовых вод с помощью ЭВМ. Безвихревое течение идеальной жидкости. 9. Радиальные и осесимметрические задачи теории поля. Симметрические двумерные задачи теории поля. Осесимметрические задачи теории поля. 10. Нестационарные задачи теории поля. Соотношения, определяющие элементы. Матрица демпфирования элемента. Конечно-разностно решение дифференциальных уравнений. Численная устойчивость и колебания. 11. Механика деформируемого твердого тела. Теория упругости. Одномерный случай. Двумерные задачи теории упругости. Трехмерные задачи теории упругости. Осесимметрические задачи теории упругости. 12. Элементы высокого 11 порядка. Одномерный элемент. Квадратичные и кубичные элементы. Применение квадратичного элемента. Естественная система координат. Преобразования координат. Матрица Якоби. Применение численного интегрирования при определении матриц элемента. Субпараметрические, изопараметрические и суперпараметрические элементы.

3. Программные комплексы для исследований двигателя с использованием метода конечных элементов

3.1. Особенности использования программных комплексов при решении задач в ДВС с помощью МКЭ Анализ существующих систем для выполнения конечно-элементных расчетов. Этапы решения прочностных задач методом конечных элементов. Универсальные форматы для передачи трехмерных моделей между CAD и CAE системами. Классификация типов сеток. Методы улучшения качества сеток. Управление процессом построения конечно-элементной сетки. Задание граничных условий в зависимости от типа расчета. 3.2. Решение практических задач с использованием МКЭ применительно к ДВС Выполнение теплового и напряженно-деформированного состояния деталей ДВС в комплексе конечно-элементного анализа. Анализ полученных результатов. Выполнение расчетов собственных и вынужденных колебаний корпусных деталей ДВС в комплексе конечно-элементного анализа. Анализ полученных результатов.

4.2. Практические занятия

Практические занятия не предусмотрены.

4.3. Лабораторные

Моделирование ТНДС деталей поршневой группы

Моделирование ТНДС деталей шатунной группы

Моделирование ТНДС деталей группы коленчатого вала

Моделирование ТНДС подшипникового узла

Моделирование ТНДС деталей механизма газораспределения

Моделирование ТНДС корпусных деталей

Основы метода конечных элементов

Особенности использования программных комплексов при решении задач в ДВС с помощью МКЭ

Решение практических задач с использованием МКЭ применительно к ДВС

4.4. Тематика курсовых

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены

4.5. Темы для самостоятельной работы студентов

Кинематика и динамика поршневых двигателей

Кинематика кривошипно-шатунного механизма.
Особенности кинематики дезаксиального КШМ.
Кинематика КШМ V-образного двигателя с сочлененными шатунами.
Динамика КШМ.
Силы и моменты, действующие в поршневых двигателях.
Силы, моменты и векторные диаграммы сил V-образных двигателей.
Построение диаграммы набегающего крутящего момента.
Равномерность крутящего момента и хода двигателя.
Уравновешивание поршневых двигателей.
Колебания в поршневых двигателях.
Особенности кинематики и динамики роторно-поршневых двигателей.
Виброактивность, шум двигателей и методы их снижения.
Поршневой палец.
Поршневые кольца.
Материалы деталей поршневой группы.
Основы конструирования коленчатых валов.
Анализ конструкций коленчатых валов.
Способы повышения прочности коленчатых валов. Материалы коленчатых валов.

5. Образовательные технологии

Для обучения дисциплине выбраны следующие образовательные технологии.

Контактная работа с обучающимися во время аудиторных занятий в форме лекций, и практических работ. Дает возможность сконцентрировать материал в блоки и преподнести его как единое целое, а контроль проводить по предварительной подготовке обучающихся.

Выполнение плана самостоятельной работы, самостоятельное изучение теоретического курса.

Возможность взаимодействия, взаимного обучения и взаимного контроля обучающихся в процессе практических работ; формирование навыков командной работы и формирование лидерских компетенций отдельных обучающихся.

Чтение лекций с иллюстрациями на меловой или маркерной доске и ведение конспекта обучающимися с последующей проверкой конспекта.

Обучение с помощью технических средств обучения. Демонстрация слайдов презентаций и видеороликов посредством мультимедийного оборудования, формирование навыков самостоятельного применения средств измерений.

Освоение теоретического курса по учебникам и нормативно-техническим документам

Обучение с помощью информационных и коммуникационных технологий. Освоение теоретического курса по интернет-ресурсам и информационно-справочным системам.

Подготовка, представление и обсуждение презентаций на семинарских занятиях.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины и в целом по дисциплине составляет 50% аудиторных занятий.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Фонд оценочных средств по дисциплине является неотъемлемой частью настоящей рабочей программы и представлен отдельным документом в приложении.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. Двигатели внутреннего сгорания : Учеб. для студентов вузов Т.1. Теория рабочих процессов / В.Н. Луканин, К.А. Морозов, А.С. Хачиян и др ; Под ред. В.Н. Луканина, М.Г. Шатрова .— 3-е изд., перераб. и испр .— М. : Высшая школа, 2007 .— 479 с. : ил. — Все соавт.-преподаватели МАДИ (ГТУ) .— Библиогр.: с. 476.
2. Двигатели внутреннего сгорания : В 3-х кн.: Учеб. для студентов вузов Кн.2. Динамика и конструирование / В.Н. Луканин, И.В. Алексеев, М.Г. Шатров, В.В. Синявский, Л.М. Матюхин, Ежов С.П. ; Под ред. В.Н. Луканина, М.Г. Шатрова .— 3-е изд., перераб .— М. : Высшая школа, 2007 .— 399 с. : ил. — 8 соавт. - преподаватели МАДИ (ГТУ) .— Библиогр.: с. 398.
3. Двигатели внутреннего сгорания : Учеб. для студентов вузов Т.3. Компьютерный практикум. Моделирование процессов в ДВС / В.Н. Луканин, М.Г. Шатров, Т.Ю. Кричевская и др. ; Под ред. В.Н. Луканина, М.Г. Шатрова .— 3-е изд., перераб. и доп .— М. : Высшая школа, 2007 .— 414с. : ил. — 15 соавт. - преподаватели МАДИ (ГТУ) .— Библиогр.: с. 410.

б) Дополнительная литература:

1. Автомобильные двигатели : учеб. для вузов по направлению подготовки бакалавров "Эксплуатация трансп.-технолог. машин и комплексов" / М. Г. Шатров, К. А. Морозов, И. В. Алексеев и др. ; под. ред. М. Г. Шатрова .— 3-е изд., испр. и доп. — М. : Академия, 2013 .— 461 с. : ил. — (Высшее проф. образование. Бакалавриат) .— Библиогр.: с. 458. — ISBN 978-5-4468-0186-2.
2. Автомобильные двигатели: Курсовое проектирование : Учеб. пособие для вузов по специальности "Автомобили и автомоб. хоз-во" и "Сервис транспорт. И технолог. машин и оборудования (Автомоб. трансп.)" / М. Г. Шатров, И. А. Алексеев, С. Н. Богданов, С. А. Пришвин, Ю. В. Горшков, И. Е. Иванов и др. ; Под ред. М. Г. Шатрова .— М. : Академия, 2011 .— 254 с. : ил. — (Высшее профессиональное образование) .— Все авторы препод. МАДИ. — Библиогр.: с.253.

в) Информационное обеспечение дисциплины:

Операционная система, Windows 7(или ниже) - Microsoft Open License

Офисные приложения, Microsoft Office 2013(или ниже) - Microsoft Open License

Для освоения дисциплины рекомендуются следующие сайты информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

<http://минобрнауки.рф/> - Министерство образования и науки РФ;

<http://fcior.edu.ru/> - Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов;

<http://fgosvo.ru/> - Портал Федеральных государственных образовательных стандартов;

<http://www.consultant.ru/> - Справочная правовая система «Консультант Плюс»;

<http://www.garant.ru/> - Справочная правовая система «Гарант»;

<http://www.edu.ru/> - Российское образование. Федеральный портал;

<http://www.opengost.ru/> - Сайт, содержащий полные тексты нормативных документов

Перечень информационных систем:

1. Научная библиотека Московского политехнического университета.

<http://lib.mami.ru/lib/content/elektronnyy-katalog>

База данных содержит в себе 102678 учебных материалов различной направленности 1939 из которых полнотекстовые. Доступ к электронному каталогу можно получить с любого устройства, имеющим подключение к интернету.

2. Электронный каталог Библиотеки МГУП.

<http://mgup.ru/library/>

Электронный каталог позволяет производить поиск по базе данных библиотеки МГУП.

3. ЭБС «КнигаФонд».

<http://www.knigafund.ru/>

ЭБС «КнигаФонд» - это десятки тысяч актуальных электронных учебников, учебных пособий, научных публикаций, учебно-методических материалов;

4. **ЭБС издательства «ЛАНЬ».**

<https://e.lanbook.com/>

ЭБС «ЛАНЬ» - ресурс, предоставляющий online-доступ к научным журналам и полнотекстовым коллекциям книг различных издательств.

Доступ к ЭБС издательства «ЛАНЬ» осуществляется со всех компьютеров университета.

5. **ЭБС «Polpred».**

<http://polpred.com/news>

ЭБС представляет собой архив важных публикаций, собираемых вручную. База данных с рубрикаторм: 53 отрасли/ 600 источников/ 9 федеральных округов РФ/ 235 стран и территорий/ главные материалы/ статьи и интервью 8000 первых лиц. Для доступа к полным текстам ЭБС с компьютеров на территории учебных корпусов университета авторизация не требуется.

6. **«КиберЛенинка» - научная библиотека открытого доступа.**

<http://cyberleninka.ru/>

Это научная электронная библиотека открытого доступа (Open Access).

Библиотека комплектуется научными статьями, публикациями в журналах России и ближнего зарубежья. Научные тексты, представленные в библиотеке, размещаются в интернете бесплатно, в открытом доступе. Пользователям библиотеки предоставляется возможность читать научные работы с экрана планшета, мобильного телефона и других современных мобильных устройств.

7. **Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU».**

<http://elibrary.ru/defaultx.asp>

Крупнейшая в России электронная библиотека научных публикаций, обладающая богатыми возможностями поиска и анализа научной информации. Библиотека интегрирована с Российским индексом научного цитирования (РИНЦ) - созданным по заказу Минобрнауки РФ бесплатным общедоступным инструментом измерения публикационной активности ученых и организаций.

8. **Реферативная и наукометрическая электронная база данных «Scopus».**

<https://www.scopus.com/home.uri>

Индексирует не менее 20500 реферируемых научных журналов, которые издаются не менее чем 5000 издательствами и содержат не менее 47 млн. библиографических записей, из которых не менее 24 млн. включают в себя списки цитируемой литературы.

9. **База данных «Knovel» издательства «Elsevir».**

<https://app.knovel.com/web/>

Полнотекстовая база данных для поиска инженерной информации и поддержки принятия инженерных решений.

Доступ к электронным базам данных «Scopus» и «Knovel» осуществляется круглосуточно через сеть Интернет в режиме он-лайн по IP-адресам, используемым университетом для выхода в сеть Интернет.

10. **Поисковые интернет-системы: Google, Yandex, Yahoo, Mail, Rambler, Bing и др.**

Информационная система предоставляет свободный доступ к каталогу образовательных Интернет-ресурсов и полнотекстовой электронной учебно- методической библиотеке для общего и профессионального образования. Доступ с любого компьютера, подключенного к Интернет.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1) Аудитория для лекционных, семинарских и практических занятий № Нд-222 107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13

2) Аудитория для лекционных, семинарских и практических занятий № Нд-223 107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13

3) Аудитория для лекционных, семинарских и практических занятий № Нд-224 107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13

4) Аудитория для лекционных, семинарских и практических занятий № Нд-235 107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13

- 5) Аудитория для лекционных, семинарских и практических занятий № Н-406 107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13
- 6) Комплекты мебели для учебного процесса.
- 7) Мультимедийное оборудование: Экран для проектора, переносной ноутбук, переносной проектор.

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Эффективное освоение дисциплины предполагает регулярное посещение всех видов аудиторных занятий, выполнение плана самостоятельной работы в полном объеме и прохождение аттестации в соответствии с календарным учебным графиком.

Студенту рекомендуется ознакомиться со списком основной и дополнительной литературы и взять в библиотеке издания в твёрдой копии (необходимо иметь при себе читательский билет и уметь пользоваться электронным каталогом).

Доступ к информационным ресурсам библиотеки и информационно-справочным системам сети «Интернет» организован в читальных залах библиотеки со стационарных ПЭВМ, либо с личного ПЭВМ (ноутбука, планшетного компьютера или иного мобильного устройства) посредством беспроводного доступа при активации индивидуальной учетной записи.

Пользование информационными ресурсами расширяет возможности освоения теоретического курса, выполнения самостоятельной работы и позволяет получить информацию для реализации творческих образовательных технологий: выполнения реферата на заданную или самостоятельно выбранную тему в рамках тематики дисциплины.

Для выполнения практических работ студенту рекомендуется предварительно ознакомиться с теоретическими сведениями, изложенными в учебно-методическом пособии и дополнительных источниках, при выполнении работы следовать рекомендованному порядку выполнения работы и указаниям преподавателя, соблюдать технику безопасности, содержать рабочее место в чистоте и бережно относиться к оборудованию. Ведение конспекта лекций проверяется преподавателем.

При выполнении самостоятельной работы студенту рекомендуется изучить теоретические сведения по темам заданий, следовать рекомендациям, изложенным в учебно-методических пособиях, предоставлять преподавателю промежуточные и окончательные результаты в процессе контактной работы на занятиях.

10. Методические рекомендации для преподавателя

Основную организационную форму обучения, направленную на первичное овладение знаниями, представляет собой лекция. Главное назначение лекции - обеспечить теоретическую основу обучения, развить интерес к учебной деятельности и конкретной учебной дисциплине, сформировать у обучающихся ориентиры для самостоятельной работы над курсом. Традиционная лекция имеет несомненные преимущества не только как способ доставки информации, но и как метод эмоционального воздействия преподавателя на обучающихся, повышающий их познавательную активность. Достигается это за счет педагогического мастерства лектора, его высокой речевой культуры и ораторского искусства. Высокая эффективность деятельности преподавателя во время чтения лекции будет достигнута только тогда, когда он учитывает психологию аудитории, закономерности восприятия, внимания, мышления, эмоциональных процессов учащихся.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки бакалавров **13.04.03**
«Энергетическое машиностроение»

Заведующий кафедрой
Доцент, к. т. н.



/А.В. Костюков/

Программа утверждена на заседании кафедры «Энергоустановки для транспорта и малой энергетики»

«29» августа 2022 г., протокол № 1

Заведующий кафедрой
Доцент, к. т. н.



/А.В. Костюков/

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Направление подготовки: 13.04.03 «Энергетическое машиностроение»

Профиль: Энергоустановки для транспорта и малой энергетики
Форма обучения: очная
Год набора 2022

Кафедра: Энергоустановки для транспорта и малой энергетики

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Моделирование теплового и напряженно-деформированного состояния деталей энергоустановок

Состав:

1. Общие положения
2. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы
3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины, описание шкал оценивания
4. Оценочные средства

Составители:
А.В. Костюков

Москва 2022 г

1. Общие положения

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов предусмотрен фонд оценочных средств (ФОС), позволяющий оценить достижение запланированных результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций. Фонд оценочных средств состоит из комплектов контрольно-оценочных средств. Комплекты контрольно-оценочных средств включают в себя контрольно-оценочные материалы, позволяющие оценить знания, умения и уровень приобретенных компетенций.

2. Перечень компетенций формируемых в процессе освоения дисциплины.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ПК-1	Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем
ПК-2	Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по тематике организации

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении студентами дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой разделов (тем) учебных занятий. Изучение каждого раздела (темы) предполагает овладение студентами необходимыми компетенциями. Результат аттестации студентов на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций студентами.

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплины.

3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины, описание шкал оценивания

Критерии определения сформированности компетенций на различных этапах их формирования

Уровни	Содержание	Проявления
Минимальный	Обучающийся обладает необходимой системой знаний и владеет некоторыми умениями	Обучающийся способен понимать и интерпретировать освоенную информацию, что является основой успешного формирования умений и навыков для решения практикоориентированных задач
Базовый	Обучающийся демонстрирует результаты на уровне осознанного владения учебным материалом и учебными умениями, навыками и способами деятельности	Обучающийся способен анализировать, проводить сравнение и обоснование выбора методов решения заданий в практико-ориентированных ситуациях
Продвинутый	Достигнутый уровень является основой для формирования общекультурных и профессиональных компетенций, соответствующих требованиям ФГОС.	Обучающийся способен использовать сведения из различных источников для успешного исследования и поиска решения в нестандартных практико-ориентированных ситуациях

Поскольку практически учебная дисциплина призвана формировать сразу несколько компетенций, критерии оценки целесообразно формировать в два этапа.

1-й этап: определение критериев оценки отдельно по каждой формируемой компетенции. Сущность 1-го этапа состоит в определении критериев для оценивания отдельно взятой компетенции на основе продемонстрированного обучаемым уровня самостоятельности в применении полученных в ходе изучения учебной дисциплины, знаний, умений и навыков.

2-й этап: определение критериев для оценки уровня обученности по учебной дисциплине на основе комплексного подхода к уровню сформированности всех компетенций, обязательных к формированию в процессе изучения предмета. Сущность 2-го этапа определения критерия оценки по учебной дисциплине заключена в определении подхода к оцениванию на основе ранее полученных данных о сформированности каждой компетенции, обязательной к выработке в процессе изучения предмета. В качестве основного критерия при оценке обучаемого при определении уровня освоения учебной дисциплины наличие сформированных у него компетенций по результатам освоения учебной дисциплины.

Показатели оценивания степени сформированности компетенции и уровня освоения дисциплины. Шкалы оценивания.

Показатели оценивания степени сформированности компетенции			
Показатели оценивания компетенций и шкалы оценки Оценка «неудовлетворительно» (не зачтено) или отсутствие сформированности компетенции	Оценка «удовлетворительно» (зачтено) или низкой уровень освоения компетенции	Оценка «хорошо» (зачтено) или повышенный уровень освоения компетенции	Оценка «отлично» (зачтено) или высокий уровень освоения компетенции
<p>Неспособность обучаемого самостоятельно продемонстрировать наличие знаний при решении заданий, которые были представлены преподавателем вместе с образцом их решения, отсутствие самостоятельности в применении умения к использованию методов освоения учебной дисциплины и неспособность самостоятельно проявить навык повторения решения поставленной задачи по стандартному образцу свидетельствуют об отсутствии сформированной компетенции. Отсутствие подтверждения наличия сформированности компетенции свидетельствует об отрицательных результатах освоения учебной дисциплины</p>	<p>Если обучаемый демонстрирует самостоятельность в применении знаний, умений и навыков к решению учебных заданий в полном соответствии с образцом, данным преподавателем, по заданиям, решение которых было показано преподавателем, следует считать, что компетенция сформирована, но ее уровень недостаточно высок. Поскольку выявлено наличие сформированной компетенции, ее следует оценивать положительно, но на низком уровне</p>	<p>Способность обучающегося продемонстрировать самостоятельное применение знаний, умений и навыков при решении заданий, аналогичных тем, которые представлял преподаватель при потенциальном формировании компетенции, подтверждает наличие сформированной компетенции, причем на более высоком уровне. Наличие сформированной компетенции на повышенном уровне самостоятельности со стороны обучаемого при ее практической демонстрации в ходе решения аналогичных заданий следует оценивать как положительное и устойчиво закрепленное в практическом навыке</p>	<p>Обучаемый демонстрирует способность к полной самостоятельности (допускаются консультации с преподавателем по сопутствующим вопросам) в выборе способа решения неизвестных или нестандартных заданий в рамках учебной дисциплины с использованием знаний, умений и навыков, полученных как в ходе освоения данной учебной дисциплины, так и смежных дисциплин, следует считать компетенцию сформированной на высоком уровне. Присутствие сформированной компетенции на высоком уровне, способность к ее дальнейшему саморазвитию и высокой адаптивности практического применения к изменяющимся условиям профессиональной задачи</p>
Показатели оценивания уровня освоения дисциплины			

Уровень освоения дисциплины, при котором у обучаемого не сформировано более 50% компетенций. Если же учебная дисциплина выступает в качестве итогового этапа формирования компетенций (чаще всего это дисциплины профессионального цикла) оценка «неудовлетворительно» должна быть выставлена при отсутствии хотя бы одной компетенции	При наличии более 50% сформированных компетенций по дисциплинам, имеющим возможность до-формирования компетенций на последующих этапах обучения. Для дисциплин итогового формирования компетенций естественно выставлять оценку «удовлетворительно», если сформированы все компетенции и более 60% дисциплин профессионального цикла «удовлетворительно»	Для определения уровня освоения промежуточной дисциплины на оценку «хорошо» обучающийся должен продемонстрировать наличие 80% сформированных компетенций, из которых не менее 1/3 оценены отметкой «хорошо». Оценивание итоговой дисциплины на «хорошо» обуславливается наличием у обучаемого всех сформированных компетенций причем общепрофессиональных компетенции по учебной дисциплине должны быть сформированы не менее чем на 60% на повышенном уровне, то есть с оценкой «хорошо».	Оценка «отлично» по дисциплине с промежуточным освоением компетенций, может быть выставлена при 100% подтверждении наличия компетенций, либо при 90% сформированных компетенций, из которых не менее 2/3 оценены отметкой «хорошо». В случае оценивания уровня освоения дисциплины с итоговым формированием компетенций оценка «отлично» может быть выставлена при подтверждении 100% наличия сформированной компетенции у обучаемого, выполнены требования к получению оценки «хорошо» и освоены на «отлично» не менее 50% общепрофессиональных компетенций
--	--	--	--

Положительная оценка по дисциплине, может выставляться и при неполной сформированности компетенций в ходе освоения отдельной учебной дисциплины, если их формирование предполагается продолжить на более поздних этапах обучения, в ходе изучения других учебных дисциплин.

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	студент должен: продемонстрировать глубокое и прочное усвоение знаний материала; исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно изложить теоретический материал; правильно формулировать определения; продемонстрировать умения самостоятельной работы с нормативно-правовой литературой; уметь сделать выводы по излагаемому материалу
«хорошо»	студент должен: продемонстрировать достаточно полное знание материала; продемонстрировать знание основных теоретических понятий; достаточно последовательно, грамотно и логически стройно излагать материал; продемонстрировать умение ориентироваться в нормативно-правовой литературе; уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу
«удовлетворительно»	студент должен: продемонстрировать общее знание изучаемого материала; знать основную рекомендуемую программой дисциплины учебную литературу; уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины;
«неудовлетворительно»	ставится в случае: незнания значительной части программного материала; не владения понятийным аппаратом дисциплины; существенных ошибок при изложении учебного материала; неумения строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; неумения делать выводы по излагаемому материалу.

Общие сведения по текущему контролю и промежуточной аттестации.

Оценивание и контроль сформированности компетенций осуществляется с помощью текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости студентов предназначен для повышения мотивации студентов к систематическим занятиям, оценивания степени усвоения студентами учебного материала. Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение периода теоретического обучения семестра по всем видам аудиторных занятий и самостоятельной работы студента.

К формам контроля текущей успеваемости по дисциплине относится собеседование.

Критерии прохождения студентами текущего контроля следующие. При текущем контроле успеваемости обучающихся применяется пятибалльная система оценивания в виде отметки в баллах: 5 – «отлично», 4 – «хорошо», 3 – «удовлетворительно», 2 – «неудовлетворительно».

Результаты текущего контроля успеваемости учитываются преподавателем при проведении промежуточной аттестации. Отставание студента от графика текущего контроля успеваемости по изучаемой дисциплине приводит к образованию текущей задолженности.

Промежуточная аттестация осуществляется в конце семестра. Промежуточная аттестация помогает оценить более крупные совокупности знаний и умений, формирование определенных профессиональных компетенций. Заканчивается экзаменом.

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости в контрольной точке 1(ПК-1). Вопросы для собеседования со студентами (КТ1)

1. Основы конструирования и математическое моделирование теплового и напряженно-деформированного состояния деталей двигателей внутреннего сгорания
2. Этапы разработки конструкторского проекта и создания двигателя
3. Компьютерное обеспечение процесса конструирования и повышение качества поршневых двигателей
4. Математические модели теплового и напряженно-деформированного состояния деталей двигателей внутреннего сгорания
5. Прочностная надежность и оценка прочности деталей двигателя
6. Оценка работоспособности теплонапряженных деталей двигателя
7. Анализ динамики ДВС для задания нагрузений деталей конструкции ДВС
8. Моделирование напряженно-деформированного состояния, многоуровневая система математических моделей шатунной группы
9. Расчеты коленчатого вала по разрезной и неразрезной схемам
10. Моделирование теплового и напряженно-деформированного состояний гильзы цилиндра Основы конструирования головок цилиндров двигателей жидкостного и воздушного охлаждения Анализ конструкции головок цилиндров
11. Материалы головок цилиндров
12. Моделирование теплового и напряженно-деформированного состояний головки цилиндров
13. Раздел «Исследование ДВС с использованием метода конечных элементов»
14. Основная концепция метода конечных элементов Преимущества и недостатки
15. Интерполяционные полиномы для дискретизованной области и их свойства
16. Уравнения метода конечных элементов: задачи теории поля
17. Уравнения метода конечных элементов: теория упругости
18. Реализация метода конечных элементов на ЭВМ Прямое построение
19. глобальной матрицы жесткости Система линейных уравнений Общая блок-схема
20. вычислений Решение задачи о кручении бруса с помощью вычислительной машины
21. Описание с помощью МКЭ переноса теплоты за счет теплопроводности и конвекции
22. Специфика описания нестационарных задач теории поля
23. Механика деформируемого твердого тела на основе теории упругости
24. Необходимость использования элементов высокого порядка
25. Классификация типов сеток Методы улучшения качества сеток
26. Универсальные форматы для передачи трехмерных моделей между САД и
27. САЕ системами
28. Управление процессом построения конечно-элементной сетки Задание граничных условий в зависимости от типа расчета
29. Раздел «Программные комплексы для исследований двигателя с использованием метода конечных элементов»
30. Модуль трехмерного моделирования Разработка новой трехмерной модели в
31. модуле трехмерного моделирования Редактирование моделей, разработанных в других САД-системах

32. Способы создания конечно-элементной сетки Задание нагрузок и ограничение степеней свободы в модели Выполнение расчета
33. Формирование и просмотр набора необходимых результатов расчета
34. Способы экспорта результатов расчета
35. Основы конструирования и математическое моделирование теплового и напряженно-деформированного состояния деталей двигателей внутреннего сгорания
36. Этапы разработки конструкторского проекта и создания двигателя
37. Компьютерное обеспечение процесса конструирования и повышение качества поршневых двигателей
38. Математические модели теплового и напряженно-деформированного состояния деталей двигателей внутреннего сгорания
39. Прочностная надежность и оценка прочности деталей двигателя
40. Оценка работоспособности теплонапряженных деталей двигателя
41. Анализ динамики ДВС для задания нагружений деталей конструкции ДВС
42. Моделирование напряженно-деформированного состояния, многоуровневая система математических моделей шатунной группы
43. Расчеты коленчатого вала по разрезной и неразрезной схемам
44. Моделирование теплового и напряженно-деформированного состояний гильзы цилиндра Основы конструирования головок цилиндров двигателей жидкостного и воздушного охлаждения Анализ конструкции головок цилиндров
45. Материалы головок цилиндров
46. Моделирование теплового и напряженно-деформированного состояний головки цилиндров
47. Раздел «Исследование ДВС с использованием метода конечных элементов»
48. Основная концепция метода конечных элементов Преимущества и недостатки
49. Интерполяционные полиномы для дискретизованной области и их свойства
50. Уравнения метода конечных элементов: задачи теории поля

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости в контрольной точке 2(ПК-2). Вопросы для собеседования со студентами (КТ2)

1. Уравнения метода конечных элементов: теория упругости
2. Реализация метода конечных элементов на ЭВМ Прямое построение глобальной матрицы жесткости Система линейных уравнений Общая блок-схема вычислений Решение задачи о кручении бруса с помощью вычислительной машины
3. Описание с помощью МКЭ переноса теплоты за счет теплопроводности и конвекции
4. Специфика описания нестационарных задач теории поля
5. Механика деформируемого твердого тела на основе теории упругости
6. Необходимость использования элементов высокого порядка
7. Классификация типов сеток Методы улучшения качества сеток
8. Универсальные форматы для передачи трехмерных моделей между САД и
9. САЕ системами
10. Управление процессом построения конечно-элементной сетки Задание граничных условий в зависимости от типа расчета
11. Раздел «Программные комплексы для исследований двигателя с использованием метода конечных элементов»
12. Модуль трехмерного моделирования Разработка новой трехмерной модели в модуле трехмерного моделирования Редактирование моделей, разработанных в других САД-системах
13. Способы создания конечно-элементной сетки Задание нагрузок и ограничение степеней свободы в модели Выполнение расчета
14. Формирование и просмотр набора необходимых результатов расчета
15. Способы экспорта результатов расчета
16. Задания для проверки результатов обучения «уметь»

17. Укажите специфику моделирования теплового и напряженно-деформированного состояний деталей поршневой группы Задание граничных условий
18. Приведите и поясните общие подходы к расчету ТНДС деталей двигателя
19. Приведите методику моделирования теплового и напряженно-деформированного состояний деталей механизма газораспределения
20. Приведите методику моделирования напряженно-деформированного состояния корпусных деталей
21. Перечислите и поясните этапы решения прочностных задач методом конечных элементов
22. Укажите особенности дискретизация области: типы конечных элементов, разбиение области на элементы, нумерация узлов приведите и поясните структуру комплекса конечно-элементного анализа
23. Охарактеризуйте виды расчетов, выполняемых в комплексе конечно-элементного анализа Опишите графический интерфейс пользователя комплекса
24. Приведите методику формирования конечно-элементной модели в комплексе конечно-элементного анализа Типы конечных элементов элементов модели
25. Рассмотрите моделирование напряженно-деформированного состояния коленчатого вала Многоуровневая система математических моделей коленчатого вала
26. Основы конструирования двигателей внутреннего сгорания Общие предпосылки к разработке нового двигателя
27. Компонентные схемы поршневых двигателей
28. Основные показатели, характеризующие конструкцию, и выбор исходных данных при проектировании поршневых двигателей
29. Этапы разработки конструкторского проекта и создания двигателя
30. Компьютерное обеспечение процесса конструирования и повышение качества поршневых двигателей
31. Математическое моделирование теплового и напряженно-деформированного состояния деталей двигателей внутреннего сгорания Роль математического моделирования в процессе проектирования
32. Математические модели анализа теплового состояния деталей двигателя
33. Математические модели анализа напряженно-деформированного состояния деталей двигателя
34. Неупругое деформирование
35. Приближенные методы определения напряженно-деформированного состояния при пластическом деформировании
36. Ползучесть
37. Численные методы анализа теплового и напряженно-деформированного состояния деталей
38. Метод конечных элементов
39. Расчет теплового состояния деталей двигателя
40. Расчет напряженно-деформированного состояния деталей двигателя
41. Выбор расчетных режимов
42. Прочностная надежность и оценка прочности деталей двигателя
43. Многоцикловая усталость и расчет на выносливость деталей поршневых двигателей
44. Оценка работоспособности теплонапряженных деталей двигателя
45. Кинематика и динамика поршневых двигателей Кинематика кривошипно-шатунного механизма
46. Особенности кинематики дезаксиального КШМ
47. Кинематика КШМ V-образного двигателя с сочлененными шатунами
48. Динамика КШМ
49. Силы и моменты, действующие в поршневых двигателях
50. Силы, моменты и векторные диаграммы сил V-образных двигателей
51. Построение диаграммы набегающего крутящего момента
52. Равномерность крутящего момента и хода двигателя
53. Уравновешивание поршневых двигателей
54. Колебания в поршневых двигателях
55. Особенности кинематики и динамики роторно-поршневых двигателей
56. Виброактивность, шум двигателей и методы их снижения

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации студентов (оценка знаний, умений, навыков-компетенций(ПК-1,2):

1. Основы конструирования и математическое моделирование теплового и напряженно-деформированного состояния деталей двигателей внутреннего сгорания
2. Этапы разработки конструкторского проекта и создания двигателя
3. Компьютерное обеспечение процесса конструирования и повышение качества поршневых двигателей
4. Математические модели теплового и напряженно-деформированного состояния деталей двигателей внутреннего сгорания
5. Прочностная надежность и оценка прочности деталей двигателя
6. Оценка работоспособности теплонапряженных деталей двигателя
7. Анализ динамики ДВС для задания нагрузений деталей конструкции ДВС
8. Моделирование напряженно-деформированного состояния, многоуровневая система математических моделей шатунной группы
9. Расчеты коленчатого вала по разрезной и неразрезной схемам
10. Моделирование теплового и напряженно-деформированного состояний гильзы цилиндра Основы конструирования головок цилиндров двигателей жидкостного и воздушного охлаждения Анализ конструкции головок цилиндров
11. Материалы головок цилиндров
12. Моделирование теплового и напряженно-деформированного состояний головки цилиндров
13. Раздел «Исследование ДВС с использованием метода конечных элементов»
14. Основная концепция метода конечных элементов Преимущества и недостатки
15. Интерполяционные полиномы для дискретизованной области и их свойства
16. Уравнения метода конечных элементов: задачи теории поля
17. Уравнения метода конечных элементов: теория упругости
18. Реализация метода конечных элементов на ЭВМ Прямое построение
19. глобальной матрицы жесткости Система линейных уравнений Общая блок-схема
20. вычислений Решение задачи о кручении бруса с помощью вычислительной машины
21. Описание с помощью МКЭ переноса теплоты за счет теплопроводности и конвекции
22. Специфика описания нестационарных задач теории поля
23. Механика деформируемого твердого тела на основе теории упругости
24. Необходимость использования элементов высокого порядка
25. Классификация типов сеток Методы улучшения качества сеток
26. Универсальные форматы для передачи трехмерных моделей между CAD и
27. CAE системами
28. Управление процессом построения конечно-элементной сетки Задание граничных условий в зависимости от типа расчета
29. Раздел «Программные комплексы для исследований двигателя с использованием метода конечных элементов»
30. Модуль трехмерного моделирования Разработка новой трехмерной модели в
31. модуле трехмерного моделирования Редактирование моделей, разработанных в других CAD-системах
32. Способы создания конечно-элементной сетки Задание нагрузок и ограничение степеней свободы в модели Выполнение расчета
33. Формирование и просмотр набора необходимых результатов расчета
34. Способы экспорта результатов расчета
35. Основы конструирования и математическое моделирование теплового и напряженно-деформированного состояния деталей двигателей внутреннего сгорания
36. Этапы разработки конструкторского проекта и создания двигателя

37. Компьютерное обеспечение процесса конструирования и повышение качества поршневых двигателей
38. Математические модели теплового и напряженно-деформированного состояния деталей двигателей внутреннего сгорания
39. Прочностная надежность и оценка прочности деталей двигателя
40. Оценка работоспособности теплонапряженных деталей двигателя
41. Анализ динамики ДВС для задания нагрузений деталей конструкции ДВС
42. Моделирование напряженно-деформированного состояния, многоуровневая система математических моделей шатунной группы
43. Расчеты коленчатого вала по разрезной и неразрезной схемам
44. Моделирование теплового и напряженно-деформированного состояний гильзы цилиндра Основы конструирования головок цилиндров двигателей жидкостного и воздушного охлаждения Анализ конструкции головок цилиндров
45. Материалы головок цилиндров
46. Моделирование теплового и напряженно-деформированного состояний головки цилиндров
47. Раздел «Исследование ДВС с использованием метода конечных элементов»
48. Основная концепция метода конечных элементов Преимущества и недостатки
49. Интерполяционные полиномы для дискретизованной области и их свойства
50. Уравнения метода конечных элементов: задачи теории поля
51. Уравнения метода конечных элементов: теория упругости
52. Реализация метода конечных элементов на ЭВМ Прямое построение глобальной матрицы жесткости Система линейных уравнений Общая блок-схема вычислений Решение задачи о кручении бруса с помощью вычислительной машины
53. Описание с помощью МКЭ переноса теплоты за счет теплопроводности и конвекции
54. Специфика описания нестационарных задач теории поля
55. Механика деформируемого твердого тела на основе теории упругости
56. Необходимость использования элементов высокого порядка
57. Классификация типов сеток Методы улучшения качества сеток
58. Универсальные форматы для передачи трехмерных моделей между САД и
59. САЕ системами
60. Управление процессом построения конечно-элементной сетки Задание граничных условий в зависимости от типа расчета
61. Раздел «Программные комплексы для исследований двигателя с использованием метода конечных элементов»
62. Модуль трехмерного моделирования Разработка новой трехмерной модели в модуле трехмерного моделирования Редактирование моделей, разработанных в других САД-системах
63. Способы создания конечно-элементной сетки Задание нагрузок и ограничение степеней свободы в модели Выполнение расчета
64. Формирование и просмотр набора необходимых результатов расчета
65. Способы экспорта результатов расчета
66. Задания для проверки результатов обучения «уметь»
67. Укажите специфику моделирования теплового и напряженно-деформированного состояний деталей поршневой группы Задание граничных условий
68. Приведите и поясните общие подходы к расчету ТНДС деталей двигателя
69. Приведите методику моделирования теплового и напряженно-деформированного состояний деталей механизма газораспределения
70. Приведите методику моделирования напряженно-деформированного состояния корпусных деталей
71. Перечислите и поясните этапы решения прочностных задач методом конечных элементов
72. Укажите особенности дискретизация области: типы конечных элементов, разбиение области на элементы, нумерация узлов приведите и поясните структуру комплекса конечно-элементного анализа

73. Охарактеризуйте виды расчетов, выполняемых в комплексе конечно-элементного анализа Опишите графический интерфейс пользователя комплекса
74. Приведите методику формирования конечно-элементной модели в комплексе конечно-элементного анализа Типы конечных элементов элементов модели
75. Рассмотрите моделирование напряженно-деформированного состояния коленчатого вала Многоуровневая система математических моделей коленчатого вала
76. Основы конструирования двигателей внутреннего сгорания Общие предпосылки к разработке нового двигателя
77. Компонентные схемы поршневых двигателей
78. Основные показатели, характеризующие конструкцию, и выбор исходных данных при проектировании поршневых двигателей
79. Этапы разработки конструкторского проекта и создания двигателя
80. Компьютерное обеспечение процесса конструирования и повышение качества поршневых двигателей
81. Математическое моделирование теплового и напряженно-деформированного состояния деталей двигателей внутреннего сгорания Роль математического моделирования в процессе проектирования
82. Математические модели анализа теплового состояния деталей двигателя
83. Математические модели анализа напряженно-деформированного состояния деталей двигателя
84. Неупругое деформирование
85. Приближенные методы определения напряженно-деформированного состояния при пластическом деформировании
86. Ползучесть
87. Численные методы анализа теплового и напряженно-деформированного состояния деталей
88. Метод конечных элементов
89. Расчет теплового состояния деталей двигателя
90. Расчет напряженно-деформированного состояния деталей двигателя
91. Выбор расчетных режимов
92. Прочностная надежность и оценка прочности деталей двигателя
93. Многоцикловая усталость и расчет на выносливость деталей поршневых двигателей
94. Оценка работоспособности теплонапряженных деталей двигателя
95. Кинематика и динамика поршневых двигателей Кинематика кривошипно-шатунного механизма
96. Особенности кинематики дезаксиального КШМ
97. Кинематика КШМ V-образного двигателя с сочлененными шатунами
98. Динамика КШМ
99. Силы и моменты, действующие в поршневых двигателях
100. Силы, моменты и векторные диаграммы сил V-образных двигателей
101. Построение диаграммы набегающего крутящего момента
102. Равномерность крутящего момента и хода двигателя
103. Уравновешивание поршневых двигателей
104. Колебания в поршневых двигателях
105. Особенности кинематики и динамики роторно-поршневых двигателей
106. Виброактивность, шум двигателей и методы их снижения
107. Моделирование ТНДС деталей поршневой группы Основы конструирования поршней
108. Анализ конструкций поршней
109. Поршневой палец
110. Поршневые кольца
111. Материалы деталей поршневой группы
112. Моделирование теплового и напряженно-деформированного состояний (ТНДС) поршневой группы
113. Граничные условия при моделировании стационарного теплового состояния поршневой группы
114. Математические модели определения стационарного теплового состояния поршня

115. Математические модели определения напряженно- деформированного состояния (НДС) поршня
116. Оценка прочности элементов поршневой группы
117. Расчет на прочность поршневого пальца
118. Расчет теплового и напряженно-деформированного состояния кольца
119. Моделирование НДС деталей шатунной группы Основы конструирования шатунов
120. Анализ конструкции шатунов современных двигателей
121. Стержни шатунов
122. Поршневая и кривошипная головки шатунов, шатунные болты
123. Методы повышения несущей способности шатунов
124. Моделирование напряженно-деформированного состояния, многоуровневая система математических моделей шатунной группы
125. Общие положения
126. Упрощенная методика оценки НДС шатуна
127. Расчет шатуна на прочность численными методами
128. Моделирование НДС деталей группы коленчатого вала Основы конструирования коленчатых валов
129. Анализ конструкций коленчатых валов
130. Способы повышения прочности коленчатых валов
131. Материалы коленчатых валов
132. Моделирование напряженно-деформированного состояния коленчатого вала
133. Оценка циклической прочности
134. Многоуровневая система математических моделей коленчатого вала
135. Расчет коленчатого вала по разрезной схеме
136. Определение опорных нагрузок У- образного двигателя с рядом садящими шатунами
137. Расчет коленчатого вала по неразрезной схеме
138. Неравномерность вращения и динамическая нагруженность коленчатых валов
139. Моделирование НДС подшипникового узла Основы конструирования подшипников скольжения
140. Анализ конструкций подшипников скольжения
141. Материалы подшипников скольжения
142. Расчет подшипников скольжения
143. Подшипники качения в поршневых двигателях
144. Моделирование НДС деталей механизма газораспределения Основы конструирования механизма газораспределения
145. Схемы механизма газораспределения
146. Анализ конструкций деталей механизма газораспределения, материалы деталей
147. Детали передачи к клапанам
148. Определение геометрических параметров клапанов, "время-сечение" клапана
149. Кулачки
150. Кинематика и динамика механизма газораспределения
151. Силы, действующие в механизме газораспределения
152. Моделирование теплового и напряженно-деформированного состояний деталей механизма газораспределения
153. Клапаны
154. Определение теплового состояния клапанов

Шкала оценивания ПРЕЗЕНТАЦИИ

Дескрипторы	Минимальный ответ 2	Изложенный, раскрытый ответ 3	Законченный, полный ответ 4	Образцовый, примерный; достойный подражания ответ 5
Раскрытие проблемы	Проблема не раскрыта. Отсутствуют выводы.	Проблема раскрыта не полностью. Выводы не сделаны и/или выводы не обоснованы.	Проблема раскрыта. Проведен анализ проблемы без привлечения дополнительной литературы. Не все выводы сделаны и/или обоснованы .	Проблема раскрыта полностью. Проведен анализ проблемы с привлечением дополнительной литературы. Выводы обоснованы.
Представление	Представляемая информация логически не связана. Не использованы профессиональные термины.	Представляемая информация не систематизирована и/или не последовательна. Использован 1-2 профессиональный термин.	Представляемая информация систематизирована и последовательна. Использовано более 2 профессиональных терминов.	Представляемая информация систематизирована, последовательна и логически связана. Использовано более 5 профессиональных терминов.
Оформление	Не использованы информационные технологии (PowerPoint). Больше 4 ошибок в представляемой информации.	Использованы информационные технологии (PowerPoint) частично. 3-4 ошибки в представляемой информации.	Использованы информационные технологии (PowerPoint). Не более 2 ошибок в представляемой информации.	Широко использованы информационные технологии (PowerPoint). Отсутствуют ошибки в представляемой информации.
Ответы на вопросы	Нет ответов на вопросы.	Только ответы на элементарные вопросы.	Ответы на вопросы полные и/или частично полные.	Ответы на вопросы полные с приведением примеров и/или

Паспорт компетенций

Моделирование теплового и напряженно- деформированного состояния деталей энергоустановок					
ФГОС ВО 13.04.03 «Энергетическое машиностроение»					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие компетенции:					
КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонентов	Технология формирования компетенций	Форма оценочного средства**	Степени уровней освоения компетенций
ИНДЕКС	ФОРМУЛИРОВКА				
ПК-1	Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем	<p>Знать:</p> <p>Методики оценки результатов, проведенных самостоятельных опытно-конструкторских работ с использованием ТНДС деталей энергоустановок.</p> <p>Методики представления результатов исследований и опытно-конструкторских работ</p> <p>Уметь:</p> <p>Оценивать результаты проведенного самостоятельного исследования ТНДС деталей энергоустановок</p> <p>Оценивать результаты проведенных самостоятельных опытно-конструкторских работ с использованием ТНДС деталей энергоустановок.</p> <p>Представлять результаты исследований и опытно-конструкторских работ</p>	<p>Контактная работа с обучающимися во время аудиторных занятий в форме лекций, лабораторных работ.</p> <p>Самостоятельное изучение теоретического курса, подготовка к лабораторным работам</p> <p>Демонстрация слайдов презентаций и видеороликов посредством мультимедийного оборудования</p>	<p>Вопросы для собеседования со студентами (КТ1)</p> <p>Вопросы для собеседования со студентами (КТ2)</p> <p>Вопросы для промежуточной аттестации</p> <p>Э</p>	<p>Минимальный: Обучающийся обладает необходимой системой знаний и владеет некоторыми умениями.</p> <p>Базовый: Обучающийся демонстрирует результаты на уровне осознанного владения учебным материалом и учебными умениями, навыками и способами деятельности.</p> <p>Продвинутый: Достигнутый уровень является основой для формирования общекультурных и профессиональных компетенций, соответствующих требованиям ФГОС.</p>

		<p>Владеть:</p> <p>Методиками оценки результатов проведенного самостоятельного исследования ТиНДС деталей энергоустановок</p> <p>Методиками оценки результатов, проведенных самостоятельных опытно-конструкторских работ с использованием ТиНДС деталей энергоустановок.</p> <p>Методиками представления результатов исследований и опытно-конструкторских работ</p>			
--	--	---	--	--	--

ПК-2	Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по тематике организации	<p>Знать:</p> <p>Методики моделирования теплового и напряженно- деформированного состояния деталей энергоустановок</p> <p>Методики оценки результатов проведенного исследования ТиНДС деталей энергоустановок</p> <p>Уметь:</p> <p>Проводить научные исследования ТНДС деталей энергоустановок и опытно- конструкторские работы с учетом ТНДС деталей энергоустановок в рамках тематики организации</p> <p>Анализировать результаты проведенного исследования ТНДС деталей энергоустановок в рамках тематики организации</p> <p>Владеть:</p> <p>Навыками проведения исследований ТНДС деталей энергоустановок в рамках тематики организации</p> <p>Навыками проведения опытно-конструкторских работ с учетом ТНДС деталей энергоустановок в рамках тематики организации</p> <p>Методиками оценки результатов проведенного исследования ТиНДС деталей энергоустановок</p>	<p>Контактная работа с обучающимися во время аудиторных занятий в форме лекций, лабораторных работ.</p> <p>Самостоятельное изучение теоретического курса, подготовка к лабораторным работам</p> <p>Демонстрация слайдов презентаций и видеороликов посредством мультимедийного оборудования</p>	<p>Вопросы для собеседования со студентами (КТ1)</p> <p>Вопросы для собеседования со студентами (КТ2)</p> <p>Вопросы для промежуточной аттестации</p> <p>Э</p>	<p>Минимальный: Обучающийся обладает необходимой системой знаний и владеет некоторыми умениями.</p> <p>Базовый: Обучающийся демонстрирует результаты на уровне осознанного владения учебным материалом и учебными умениями, навыками и способами деятельности.</p> <p>Продвинутый: Достигнутый уровень является основой для формирования общекультурных и профессиональных компетенций, соответствующих требованиям ФГОС.</p>
------	--	---	---	--	---

