Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 18.09.2025 14:05:25
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

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

Транспортный факультет

УТВЕРЖДАЮ
И.о. декана
/М.Р. Рыбакова/
«27» февраля 2025 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Моделирование теплового и напряженно-деформированного состояния деталей энергоустановок

Направление подготовки/ специальность
13.04.03 «Энергетическое машиностроение»

Профиль/ специализация
Проектирование и эксплуатация двигателей для инновационного транспорта

Квалификация
Магистр

Форма обучения
Очная

Москва, 2025

Разработчик(и):

к.т.н., проф. /А.И. Федулов/

Согласовано:

Заведующий кафедрой «Энергоустановки для транспорта и малой энергетики», д.т.н. /Г.Г. Надарейшвили/

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 5
3. Структура и содержание дисциплины 5
3.1 Виды учебной работы и трудоемкость 5
3.2 Тематический план изучения дисциплины 6
3.3 Содержание дисциплины 8
3.4 Тематика семинарских/практических занятий 8
3.4.1. Семинарские/практические занятия 8
3.4.2. Лабораторные занятия 8
3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ) 8
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 9
4.1 Нормативные документы и ГОСТы 9
4.2 Основная литература 9
4.3 Дополнительная литература 9
4.4 Электронные образовательные ресурсы 9
4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение 9
4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы 9
5. Материально-техническое обеспечение 11
6. Методические рекомендации 11
6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения 11
6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины 12
7. Фонд оценочных средств 13
7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения 13
7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения 13
7.3 Оценочные средства 14
Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости в контрольной точке 1 (6-я неделя, ПК-1, ПК-2) 14
Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости в контрольной точке 2 (12-я неделя, ПК-1, ПК-2) 16
Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации студентов (оценка знаний, умений, навыков-компетенций: ПК-1, ПК-2) 19

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины является формирование у обучающихся компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО и образовательной программы.

Задачами освоения дисциплины являются:

- приобретение обучающимися знаний, умений, навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса;
- оценка достижения обучающимися планируемых результатов обучения как этапа формирования соответствующих компетенций.

Обучение по дисциплине «Моделирование теплового и напряженно-деформированного состояния деталей энергоустановок» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	**Индикаторы достижения компетенции**
ПК-1. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем	ИПК-2.1. Знает как осуществлять работы по анализу научно-технической информации и результатов исследований ИПК-2.2. Умеет участвовать в работах по поиску и анализу научно-технической информации ИПК-2.3. Владеет навыками обработки и анализу научно-технической информации и результатов исследований
	ИПК-3.1. Знает как осуществляется руководство коллективом при выполнении НИР ИПК-3.2. Умеет участвовать в составе группы работников в проведении исследований ИПК-3.3. Владеет навыками работы в научном коллективе, знает обязанности каждого сотрудника и может планировать НИР
ПК-2. Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по тематике организации	ИПК-1.1. Знает основы проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ ИПК-1.2. Умеет проводить научные исследования и конструкторские работы ИПК-1.3. Владеет навыками выполнения научных и конструкторских работ

	ИПК-2.1. Знает основы использования результатов проведенных НИР и опытно-конструкторских работ ИПК-2.2. Умеет пользоваться программными продуктами для проведения НИР и ОКР ИПК-2.3. Владеет навыками применения полученных результатов НИР и ОКР

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части блока Б1 «Дисциплины (модули)».

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. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы (144 часа).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			2
1	Аудиторные занятия	36	36
	В том числе:		
	Лекции	24	24
	Семинарские/практические занятия	12	12
	Лабораторные занятия	–	–
2	Самостоятельная работа	108	108
3	Промежуточная аттестация		
	Зачет/диф.зачет/экзамен	Экзамен	Экзамен
	Итого	144	144

3.2 Тематический план изучения дисциплины

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Всего	Аудиторная работа	Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1	Цели и задачи курса. Виды энергоустановок. Микротурбинная установка. Классификация турбомашин. Классификация теплообменных аппаратов. Цель расчётных исследований.	16	4	4		–	12
2	Выбор объекта исследований. Общий случай напряжённо-деформированного состояния.	16	4	2	2	–	12
3	Краевая задача теории упругости. Обоснование термических и газодинамических расчётов.	16	4	4		–	12
4	Теоретические основы термических расчётов.	16	4	2	2	–	12
5	Теоретические основы газодинамических расчётов.	16	4	4		–	12
6	Обоснование использования численных методов при моделировании напряжённо-деформированного состояния деталей. Программные продукты, реализующие численные методы при моделировании	16	4	2	2	–	12

	напряжённо-деформированного состояния деталей.						
7	Сетки конечных элементов.	16	4	2	2	–	12
8	Описание работы в модуле «Static Structural». Совмещение термических и газодинамических расчётов.	16	4	2	2	–	12
9	Моделирование течения жидкости или газа. Моделирование тепловых потоков.	16	4	2	2	–	12
	Итого:	144	36	24	12	–	108

3.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Особенности конструкции энергоустановок на примере газотурбинной установки.

Цели и задачи курса. Виды энергоустановок. Микротурбинная установка. Классификация турбомашин. Классификация теплообменных аппаратов. Цель расчётных исследований.

Тема 2. Теоретические основы прочностных расчётов деталей энергоустановок.

Выбор объекта исследований. Общий случай напряжённо-деформированного состояния. Краевая задача теории упругости.

Тема 3. Теоретические основы термических и газодинамических расчётов деталей энергоустановок.

Обоснование термических и газодинамических расчётов. Теоретические основы термических расчётов. Теоретические основы газодинамических расчётов.

Тема 4. Математическое моделирование напряжённо-деформированного состояния деталей.

Обоснование использования численных методов при моделировании напряжённо-деформированного состояния деталей. Программные продукты, реализующие численные методы при моделировании напряжённо-деформированного состояния деталей. Сетки конечных элементов. Описание работы в модуле «Static Structural».

Тема 5. Математическое моделирование течения газа, а также тепловых потоков в деталях.

Совмещение термических и газодинамических расчётов. Моделирование течения жидкости или газа. Моделирование тепловых потоков.

3.4 Тематика семинарских/практических занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

Практическое занятие №1 «Моделирование ТНДС деталей поршневой группы».

Практическое занятие №2 «Моделирование ТНДС деталей шатунной группы».

Практическое занятие №3 «Моделирование ТНДС деталей группы коленчатого вала».

Практическое занятие №4 «Моделирование ТНДС подшипникового узла».

Практическое занятие №5 «Моделирование ТНДС деталей механизма газораспределения».

Практическое занятие №6 «Моделирование ТНДС корпусных деталей».

Практическое занятие №7 «Основы метода конечных элементов».

Практическое занятие №8 «Особенности использования программных комплексов при решении задач в ДВС с помощью МКЭ».

Практическое занятие №9 «Решение практических задач с использованием МКЭ применительно к ДВС».

3.4.2. Лабораторные занятия

Лабораторные работы по дисциплине не предусмотрены.

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Курсовой проект (курсовая работа) по дисциплине не предусмотрены

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

Нормативные документы и ГОСТы по дисциплине не предусмотрены.

4.2 Основная литература

1. Васильев, Б. Е. Численное моделирование задач динамики и прочности деталей газотурбинных установок и двигателей : учебное пособие / Б. Е. Васильев. — Москва : МГТУ им. Баумана, 2018. — 174 с.
URL: https://e.lanbook.com/book/172870
2. 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.
URL: https://e.lanbook.com/book/336593

4.3 Дополнительная литература

1. Комаров, О. В. Тепловые и газодинамические расчеты газотурбинных установок : учебно-методическое пособие / О. В. Комаров, В. Л. Блинов, А. С. Шемякинский. — Екатеринбург : УрФУ, 2018. — 164 с.
URL: https://e.lanbook.com/book/170149

4.4 Электронные образовательные ресурсы

Курс «Моделирование теплового и напряженно-деформированного состояния деталей энергоустановок»
URL: https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=2906

4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее ПО:
Операционная система Windows 7 и выше, Офисные приложения Microsoft Office.

4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

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:
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.

Электронный каталог БИЦ МГУП.

http://mgup.ru/library/

Электронный каталог позволяет производить поиск по базе данных библиотеки МГУП.

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.

ЭБС «Polpred».

http://polpred.com/news

ЭБС представляет собой архив важных публикаций, собираемых вручную. База данных с рубрикатором: 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.

«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.

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.

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.

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.

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.

5. Материально-техническое обеспечение

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 № Н-406 107023, г. Москва, ул. Б. Семёновская, д. 38, стр.13

5. Комплекты мебели для учебного процесса.

6. Мультимедийное оборудование: Экран для проектора, переносной ноутбук, переносной проектор.

6. Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS). Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение практических занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Перед началом преподавания преподавателю необходимо:

- изучить рабочую программу, цели и задачи дисциплины;

- четко представлять себе, какие знания, умения и навыки должен приобрести студент;

- познакомится с видами учебной работы;

- изучить содержание разделов дисциплины.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

Во вступительной части лекции обосновать место и роль изучаемой темы в учебной дисциплине, раскрыть ее практическое значение. Если читается не первая лекция, то необходимо увязать ее тему с предыдущей, не нарушая логики изложения учебного материала. Лекцию следует начинать, только чётко обозначив её характер, тему и круг тех вопросов, которые в её ходе будут рассмотрены.

В основной части лекции следует раскрывать содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам.

Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя категорийный аппарат.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного семинарского или лабораторного занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к семинару или лабораторной работе. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на семинаре с докладами и рефератами по актуальным вопросам обсуждаемой темы.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины осуществляется при контактной работе с преподавателем и в процессе самостоятельной работы. 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.

Изучение дисциплины должно сопровождаться интенсивной самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателями литературными источниками и с материалами, полученными на лекционных занятиях. Студент должен помнить, что начинать самостоятельные занятия следует с первого дня изучения дисциплины и проводить их регулярно. Очень важно приложить максимум усилий, воли, чтобы заставить себя работать с полной нагрузкой с первого дня.

Каждый студент должен сам планировать свою самостоятельную работу, исходя из своих возможностей и приоритетов. Это стимулирует выполнение работы, создает более спокойную обстановку, что в итоге положительно сказывается на усвоении материала.

Для плодотворной работы немаловажное значение имеет обстановка, организация рабочего места. Нужно добиться, чтобы место работы по возможности было постоянным. Работа на привычном месте делает ее более плодотворной. Продуктивность работы зависит от правильного чередования труда и отдыха. Поэтому каждые час или два следует делать, перерыв на 10-15 минут. Выходные дни лучше посвятить активному отдыху, занятиям спортом, прогулками на свежем воздухе и т.д. Даже переключение с одного вида умственной работы на другой может служить активным отдыхом.

Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым образом организованное

взаимодействие между преподавателем-консультантом и студентами, направленное на разрешение проблем и внесение позитивных изменений в деятельность студентов.

7. Фонд оценочных средств

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.

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Оценивание и контроль сформированности компетенций осуществляется с помощью текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации. Для этого семестр делится на три периода. По окончанию первого периода (контрольная точка 1 (КТ1)) проводится собеседование со студентами по изученному на данный момент материалу. По окончанию второго периода обучения (КТ2) проводится аналогичная процедура. Третий период заканчивается промежуточной аттестацией по всему пройдённому материалу.

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 и тестирование. Критерии прохождения студентами текущего контроля следующие. При текущем контроле успеваемости обучающихся применяется система оценивания в виде отметки «зачтено» и «не зачтено».

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.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

При контроле успеваемости используется следующая шкала оценивания:

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.

При текущем контроле успеваемости с помощью тестов выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

Оценка «зачтено» выставляется студенту, если выполнено верно более 75% заданий теста (набрано более 15 баллов).

Оценка «не зачтено» выставляется студенту, если выполнено верно менее 75% (набрано менее 15 баллов).

7.3 Оценочные средства

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости в контрольной точке 1 (6-я неделя, ПК-1, ПК-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 нагружений 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 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 (12-я неделя, ПК-1, ПК-2)

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 CAD и
9. CAE 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 CAD-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. Компоновочные 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, ПК-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 нагружений 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 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

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 CAD и

59. CAE 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 CAD-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. Компоновочные 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 ТНДС 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 ТНДС 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 ТНДС 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 ТНДС 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