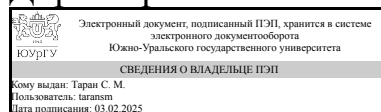


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:

Директор



С. М. Таран

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.М0.19 Тепловая и механическая напряженность двигателей
для направления 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

уровень Магистратура

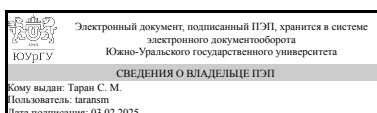
магистерская программа Двигатели для устойчивого развития с присвоением
второй квалификации "магистр 13.04.03 Энергетическое машиностроение"

форма обучения очная

кафедра-разработчик Передовая инженерная школа двигателестроения и
специальной техники "Сердце Урала"

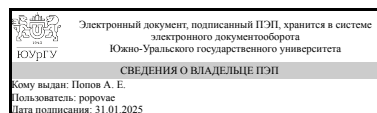
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению
подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, утверждённым приказом
Минобрнауки от 28.02.2018 № 147

Директор



С. М. Таран

Разработчик программы,
к.техн.н., доц., доцент



А. Е. Попов

1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины – изучение современных методов расчетной оценки распределения температур, деформаций и напряжений в основных деталях поршневых двигателей, обоснование и выбор граничных условий с учетом особенностей теплового и механического нагружения и взаимодействия между собой отдельных элементов конструкции, а также оценка степени опасности уровней температур, деформаций и напряжений, достигаемых в деталях, для обеспечения их работоспособности в пределах заданного ресурса. Задачи дисциплины – ознакомление с современными физическими концепциями и методами математического моделирования температурного и напряженно-деформированного состояния (ТНДС) деталей в поршневых двигателях, формирование у студентов навыков самостоятельного использования современных расчетных методов и их программных комплексов, умения разрабатывать конечно-элементные модели для решения конкретных задач анализа ТНДС элементов поршневых двигателей, реализовывать их с помощью ЭВМ и интерпретировать получаемые результаты.

Краткое содержание дисциплины

Основные разделы дисциплины: Математические модели ТНДС деталей поршневых двигателей. Численные методы анализа ТНДС деталей поршневых двигателей. МКЭ – основной метод численного анализа тепловой и механической напряженности деталей. Определение теплового состояния деталей поршневых двигателей. Определение напряженно-деформированного состояния деталей поршневых двигателей

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-3 Способен применять современные цифровые технологии для моделирования процессов и проектирования элементов и систем двигателей внутреннего сгорания	Знает: теоретические основы оценки тепловой и механической напряженности технических систем Умеет: использовать необходимое программное обеспечение для оценки тепловой и механической напряженности элементов и систем поршневых двигателей Имеет практический опыт: владеет практическими навыками оценки тепловой и механической напряженности

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Программные комплексы для проектирования поршневых двигателей, Новые методы проектирования и конструирования двигателей, Крутильные колебания	Не предусмотрены

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Новые методы проектирования и конструирования двигателей	Знает: методы использования математических моделей различного уровня для расчета и оптимизации рабочих процессов, для разработки экономичных и малотоксичных двигателей Умеет: использовать расчетные методы для достижения заданных параметров и характеристик проектируемых двигателей Имеет практический опыт: владеет практическими навыками формулирования выводов и рекомендаций по применению полученных результатов для реальных двигателей
Программные комплексы для проектирования поршневых двигателей	Знает: номенклатуру, функциональные возможности отечественных и зарубежных программных комплексов для моделирования и проектирования элементов и систем поршневых двигателей Умеет: осуществлять выбор необходимых программных комплексов с учетом решаемых задач; применять программные комплексы в практической деятельности Имеет практический опыт: владеет навыками работы с отечественными и зарубежными программными комплексами для моделирования и проектирования элементов и систем поршневых двигателей
Крутильные колебания	Знает: методы решения задач оптимизации параметров крутильной системы поршневых двигателей Умеет: решать задачи оптимизации параметров крутильной системы поршневых двигателей Имеет практический опыт: владеет практическими навыками решения задач оптимизации параметров крутильной системы поршневых двигателей

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч., 36,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		4
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72
<i>Аудиторные занятия:</i>	32	32
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды	16	16

аудиторных занятий (ПЗ)		
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
Самостоятельная работа (СРС)	35,75	35,75
Написание курсовой работы	20,75	20,75
Написание тематических рефератов	5	5
Подготовка тематических докладов	10	10
Консультации и промежуточная аттестация	4,25	4,25
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение	2	2	0	0
2	Математические модели ТНДС деталей поршневых двигателей	2	2	0	0
3	Численные методы анализа ТНДС деталей поршневых двигателей	4	2	2	0
4	МКЭ – основной метод численного анализа тепловой и механической напряженности деталей	2	2	0	0
5	Определение теплового состояния деталей поршневых двигателей	14	6	8	0
6	Определение напряженно-деформированного состояния деталей поршневых двигателей	8	2	6	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение. Предмет дисциплины.	2
1	2	Цели и задачи расчета ТНДС деталей на разных стадиях разработки проекта двигателя. Обзор математических моделей, используемых в упрощенных методах расчета.	2
1	3	Современные расчетные методы, применяемые в двигателестроении, для определения полей температур, деформаций и напряжений. Методы конечных разностей (МКР), конечных элементов (МКЭ) и граничных элементов (МГЭ).	2
1	4	Вариационная формулировка МКЭ. Глобальные и локальные координаты, преобразование координат. Виды элементов, классификация, базисные функции. Одномерные, двумерные и трехмерные линейные элементы. Элементы высоких порядков. Точность, устойчивость и сходимости решений МКЭ	2
1	5	Расчет стационарных температурных полей основных деталей цилиндро-поршневой группы (ЦПГ). Особенности расчета деталей, образующих подвижные соединения (поршень-пальцы-цилиндр).	4
2	5	Нестационарная задача теплопроводности применительно к деталям ЦПГ. Граничные условия и проблема их назначения.	2
1	6	Расчет полей деформаций и напряжений в упругой области. Неупругое деформирование. Расчет напряженно-деформированного состояния деталей ЦПГ высокофорсированных двигателей.	1

2	6	Влияние особенностей нагружения и свойств материала на поля перемещений, деформаций и напряжений в поршнях, головках (крышках) цилиндров и клапанах. Оценка прочности и долговечности теплонапряженных деталей современных поршневых и комбинированных двигателей.	1
---	---	--	---

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	3	Численные методы анализа ТНДС деталей поршневых двигателе	2
2	5	Ознакомление с комплексом ТЕДА	4
3	5	Определение с использованием комплекса ТЕДА температурного состояния деталей ДВС	4
4	6	Определение с использованием ЭВМ и комплекса ТЕДА напряженно-деформированного состояния деталей ДВС	2
5	6	Ознакомление с комплексом ТЕДА для определения напряженно-деформированного состояния деталей ДВС	4

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Написание курсовой работы	Костин, А. К. Теплонапряженность двигателей внутреннего сгорания Справ. пособие Под общ. ред. Костина А. К. - Л.: Машиностроение. Ленинградское отделение, 1979. - 222 с. ил. Чайнов, Н. Д. Тепломеханическая напряженность деталей двигателей Под ред. А. С. Орлина. - М.: Машиностроение, 1977. - 153 с. ил. Лазарев, Е. А. Основные принципы, методы и эффективность средств совершенствования процесса сгорания топлива для повышения технического уровня тракторных дизелей Текст монография Е. А. Лазарев ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Двигатели внутреннего сгорания ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2010. - 287, [1] с. ил.	4	20,75
Написание тематических рефератов	Костин, А. К. Теплонапряженность двигателей внутреннего сгорания Справ. пособие Под общ. ред. Костина А. К. - Л.: Машиностроение. Ленинградское отделение, 1979. - 222 с. ил. Чайнов, Н. Д. Тепломеханическая напряженность	4	5

	деталей двигателей Под ред. А. С. Орлина. - М.: Машиностроение, 1977. - 153 с. ил		
Подготовка тематических докладов	Костин, А. К. Теплонапряженность двигателей внутреннего сгорания Справ. пособие Под общ. ред. Костина А. К. - Л.: Машиностроение. Ленинградское отделение, 1979. - 222 с. ил.	4	10

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	4	Текущий контроль	Контрольная работа 1	1	10	Письменная контрольная работа проводится на 3-й неделе семестра. Задание включает два вопроса из приведенного списка. Время, отведенное на выполнение задания - 20 минут. Полный правильный ответ на вопрос оценивается в пять баллов. Полный правильный ответ на вопрос с незначительными неточностями оценивается в четыре балла. Ответ на вопрос дан не в полном объеме (не менее 60% содержания ответа) оценивается в три балла. Ответ на вопрос дан не в полном объеме (менее 60% , но не менее 40% содержания ответа) оценивается в два балла. Ответ на вопрос дан не в полном объеме (менее 40% , но не менее 20% содержания ответа) оценивается в один балл. Ответ на вопрос дан не в полном объеме (менее 20% содержания ответа) оценивается в ноль баллов.	зачет
2	4	Текущий контроль	Контрольная работа 2	1	10	Письменная контрольная работа проводится на 5-й неделе семестра. Задание включает два вопроса из приведенного списка. Время, отведенное на выполнение задания - 20 минут. Полный правильный ответ на вопрос оценивается в пять баллов. Полный правильный ответ на вопрос с незначительными неточностями оценивается в четыре балла.	зачет

						Ответ на вопрос дан не в полном объеме (не менее 60% содержания ответа) оценивается в три балла. Ответ на вопрос дан не в полном объеме (менее 60% , но не менее 40% содержания ответа) оценивается в два балла. Ответ на вопрос дан не в полном объеме (менее 40% , но не менее 20% содержания ответа) оценивается в один балл. Ответ на вопрос дан не в полном объеме (менее 20% содержания ответа) оценивается в ноль баллов.	
3	4	Текущий контроль	Контрольная работа 3	1	10	Письменная контрольная работа проводится на 7-й неделе семестра. Задание включает два вопроса из приведенного списка. Время, отведенное на выполнение задания - 20 минут. Полный правильный ответ на вопрос оценивается в пять баллов. Полный правильный ответ на вопрос с незначительными неточностями оценивается в четыре балла. Ответ на вопрос дан не в полном объеме (не менее 60% содержания ответа) оценивается в три балла. Ответ на вопрос дан не в полном объеме (менее 60% , но не менее 40% содержания ответа) оценивается в два балла. Ответ на вопрос дан не в полном объеме (менее 40% , но не менее 20% содержания ответа) оценивается в один балл. Ответ на вопрос дан не в полном объеме (менее 20% содержания ответа) оценивается в ноль баллов.	зачет
4	4	Текущий контроль	Контрольная работа 4	1	10	Письменная контрольная работа проводится на 9-й неделе семестра. Задание включает два вопроса из приведенного списка. Время, отведенное на выполнение задания - 20 минут. Полный правильный ответ на вопрос оценивается в пять баллов. Полный правильный ответ на вопрос с незначительными неточностями оценивается в четыре балла. Ответ на вопрос дан не в полном объеме (не менее 60% содержания ответа) оценивается в три балла. Ответ на вопрос дан не в полном объеме (менее 60% , но не менее 40% содержания ответа) оценивается в два балла. Ответ на вопрос дан не в полном объеме (менее 40% , но не менее 20% содержания ответа) оценивается в один балл. Ответ на вопрос дан не в полном объеме (менее 20% содержания ответа) оценивается в ноль баллов.	зачет

5	4	Текущий контроль	Контрольная работа 5	1	10	Письменная контрольная работа проводится на 11-й неделе семестра. Задание включает два вопроса из приведенного списка. Время, отведенное на выполнение задания - 20 минут. Полный правильный ответ на вопрос оценивается в пять баллов. Полный правильный ответ на вопрос с незначительными неточностями оценивается в четыре балла. Ответ на вопрос дан не в полном объеме (не менее 60% содержания ответа) оценивается в три балла. Ответ на вопрос дан не в полном объеме (менее 60% , но не менее 40% содержания ответа) оценивается в два балла. Ответ на вопрос дан не в полном объеме (менее 40% , но не менее 20% содержания ответа) оценивается в один балл. Ответ на вопрос дан не в полном объеме (менее 20% содержания ответа) оценивается в ноль баллов.	зачет
6	4	Текущий контроль	Тест	1	20	Тестирование проводится на 12-й неделе семестра. Время, отведенное на тест - 20 минут. Правильный ответ на вопрос соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 20. Весовой коэффициент мероприятия – 1.	зачет
7	4	Промежуточная аттестация	Зачет	-	10	Зачет проводится в устной форме. Задание включает два вопроса из приведенного списка. Время, отведенное на подготовку и ответы на вопросы - 40 минут. Полный правильный ответ на вопрос оценивается в пять баллов. Полный правильный ответ на вопрос с незначительными неточностями оценивается в четыре балла. Ответ на вопрос дан не в полном объеме (не менее 60% содержания ответа) оценивается в три балла. Ответ на вопрос дан не в полном объеме (менее 60% , но не менее 40% содержания ответа) оценивается в два балла. Ответ на вопрос дан не в полном объеме (менее 40% , но не менее 20% содержания ответа) оценивается в один балл. Ответ на вопрос дан не в полном объеме (менее 20% содержания ответа) оценивается в ноль баллов.	зачет

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	Форма проведения зачета - очная. Максимальное количество баллов: 10. Длительность: 40 минут. При проведении зачета предусмотрены следующие процедуры. 1. Преподаватель выдает билет к зачету, в билете два вопроса. 2. После окончания зачета преподаватель объявляет студенту оценку. Оценка результатов проводится по следующим правилам: Полный правильный ответ на вопрос оценивается в пять баллов. Полный правильный ответ на вопрос с незначительными неточностями оценивается в четыре балла. Ответ на вопрос дан не в полном объеме (не менее 60% содержания ответа) оценивается в три балла. Ответ на вопрос дан не в полном объеме (менее 60% , но не менее 40% содержания ответа) оценивается в два балла. Ответ на вопрос дан не в полном объеме (менее 40% , но не менее 20% содержания ответа) оценивается в один балл. Ответ на вопрос дан не в полном объеме (менее 20% содержания ответа) оценивается в ноль баллов.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ						
		1	2	3	4	5	6	7
ПК-3	Знает: теоретические основы оценки тепловой и механической напряженности технических систем	+	+	+	+	+	+	+
ПК-3	Умеет: использовать необходимое программное обеспечение для оценки тепловой и механической напряженности элементов и систем поршневых двигателей	+	+	+	+	+	+	+
ПК-3	Имеет практический опыт: владеет практическими навыками оценки тепловой и механической напряженности	+	+	+	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Лазарев, Е. А. Основные принципы, методы и эффективность средств совершенствования процесса сгорания топлива для повышения технического уровня тракторных дизелей Текст монография Е. А. Лазарев ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Двигатели внутреннего сгорания ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2010. - 287, [1] с. ил.
2. Двигатели внутреннего сгорания: Конструирование и расчет на прочность поршневых и комбинированных двигателей Учеб. для вузов по специальности "Двигатели внутр. сгорания" Д. Н. Вырубов, С. И. Ефимов, Н. А. Иващенко и др.; Под ред. А. С. Орлина, М. Г. Круглова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1984. - 383 с. ил.

б) дополнительная литература:

Не предусмотрена

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. Двигателестроение (Россия)
2. Двигатель (Россия)
3. Тракторы и сельхозмашины (Россия)
4. Двигатели внутреннего сгорания (Украина)
5. MTZ (Германия)
6. ATZ (Германия)
7. Diesel Engine and Gas Turbine (США)

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Лазарев, Е. А. Основные принципы, методы и эффективность средств совершенствования процесса сгорания топлива для повышения технического уровня тракторных дизелей Текст монография Е. А. Лазарев ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Двигатели внутреннего сгорания ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2010. - 287, [1] с. ил.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Шахов, В. Г. Термодинамика и теплопередача : учебное пособие / В. Г. Шахов. — Самара : Самарский университет, 2022. — 164 с. — ISBN 978-5-7883-1722-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/336659
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Петров, А. И. Техническая термодинамика и теплопередача / А. И. Петров. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 428 с. — ISBN 978-5-507-47350-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/362333

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	315a (2)	Компьютерная техника для проведения лекционных и практических занятий

Самостоятельная работа студента	125 (2)	Компьютерная техника для выполнения самостоятельных работ
Практические занятия и семинары	123 (2)	Макеты поршневых двигателей с газотурбинным наддувом, наглядные пособия для проведения практических работ