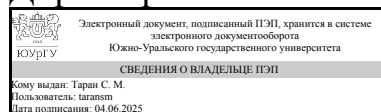


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:

Директор



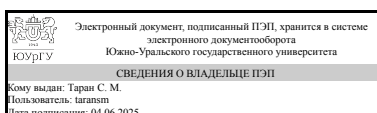
С. М. Таран

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины 1.Ф.М0.12 Тепловая и механическая напряженность двигателей
для направления 13.04.03 Энергетическое машиностроение
уровень Магистратура
магистерская программа Двигатели для устойчивого развития
форма обучения очная
кафедра-разработчик Передовая инженерная школа двигателестроения и
специальной техники "Сердце Урала"**

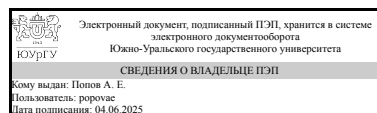
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.04.03 Энергетическое машиностроение, утверждённым приказом Минобрнауки от 28.02.2018 № 149

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-2 Способен проводить моделирование рабочих процессов, проектирование и испытания 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: оценки тепловой и механической напряженности элементов и систем поршневых двигателей
ПК-5 Способен осуществлять выбор конструкционных материалов, технологии изготовления и обработки деталей энергетических установок	Знает: физико-химические свойства конструкционных материалов в двигателестроении Умеет: осуществлять подбор конструкционных материалов в зависимости от условий работы деталей; задавать граничные условия материалов при проведении оценки тепловой и механической напряженности

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Конструкционные материалы, Методы расчета и моделирования процессов поршневых двигателей, Методы подобия в моделировании физических процессов	Современные методы испытаний поршневых двигателей, Прикладные задачи двигателестроения, Производственная практика (проектная) (4 семестр)

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

Дисциплина	Требования
Методы подобия в моделировании физических процессов	Знает: методы математического моделирования, используемые при проектировании поршневых и комбинированных ДВС Умеет: применять на практике методы подобия при проведении математического моделирования Имеет практический опыт:
Конструкционные материалы	Знает: номенклатуру существующих и перспективных конструкционных и функциональных материалов на металлической и не металлической основе; режимы и процессы обработки материалов в двигателестроении; современное технологическое оборудование машиностроительных предприятий Умеет: осуществлять выбор конструкционных и функциональных материалов с учетом условий, режимов работы, требований ресурса и надежности изделий; осуществлять подбор режимов и процессов обработки материалов с учетом конструктивных требований изделий Имеет практический опыт: выбора конструкционных и функциональных материалов, технологии изготовления и обработки деталей энергетических установок
Методы расчета и моделирования процессов поршневых 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: формулирования выводов и рекомендаций по применению полученных результатов для реальных двигателей

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 38,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам
		в часах
		Номер семестра
		3
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия:	32	32
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
Самостоятельная работа (СРС)	69,75	69,75
Написание тематических рефератов	15	15
Подготовка тематических докладов	15	15
Написание курсовой работы	39,75	39,75
Консультации и промежуточная аттестация	6,25	6,25
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 сходимость 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	4	Использование программных комплексов для определения ТНДС деталей ДВС	0
1	5	Ознакомление с комплексом ТЕДА	4
2	5	Определение с использованием комплекса ТЕДА температурного состояния деталей ДВС	4
1	6	Ознакомление с комплексом ТЕДА для определения напряженно-деформированного состояния деталей ДВС	4
2	6	Определение с использованием ЭВМ и комплекса ТЕДА напряженно-деформированного состояния деталей ДВС	2

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 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 деталей двигателей Под ред. А. С. Орлина. - М.: Машиностроение, 1977. - 153 с. ил	3	15
Подготовка тематических докладов	Костин, А. К. Теплонапряженность двигателей внутреннего сгорания Справ. пособие Под общ. ред. Костина А. К. - Л.: Машиностроение. Ленинградское	3	15

	отделение, 1979. - 222 с. ил.		
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.	3	39,75

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	3	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	3	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. 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
3	3	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	3	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	зачет

						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.	
5	3	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	3	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	3	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.	зачет

						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.	
--	--	--	--	--	--	---	--

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
курсовые работы	Форма защиты курсовой работы - очная Максимальное количество баллов: 5. Длительность защиты: 15 минут. Преподаватель задает вопросы по содержательной части курсовой работы. После окончания защиты преподаватель объявляет студенту оценку. Оценка результатов защиты проводится по следующим правилам: 1. Используется пятибалльная шкала оценивания 2. Студент имеет возможность набрать 2,5 балла за предоставленный отчет по курсовой работе, который выполнен верно и оформлен надлежащим образом. 3. Студент имеет возможность набрать дополнительные 2,5 балла за ответы на вопросы преподавателя, демонстрирующие отличное понимание изученного материала, изложенного в текстовой части курсовой работы. 4. Студент имеет возможность набрать дополнительные 1,5 балла за ответы на вопросы преподавателя, демонстрирующие хорошее понимание изученного материала, изложенного в текстовой части курсовой работы. 5. Студент имеет возможность набрать дополнительные 0,5 балла за ответы на вопросы преподавателя, демонстрирующие удовлетворительное понимание изученного материала, изложенного в текстовой части курсовой работы.	В соответствии с п. 2.7 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ
-------------	---------------------	------

		1	2	3	4	5	6	7
ПК-2	Знает: теоретические основы оценки тепловой и механической напряженности технических систем	+		+		+		+
ПК-2	Умеет: использовать необходимое программное обеспечение для оценки тепловой и механической напряженности элементов и систем поршневых двигателей	+		+		+		+
ПК-2	Имеет практический опыт: оценки тепловой и механической напряженности элементов и систем поршневых двигателей	+		+		+		+
ПК-5	Знает: физико-химические свойства конструкционных материалов в двигателестроении		+		+		+	+
ПК-5	Умеет: осуществлять подбор конструкционных материалов в зависимости от условий работы деталей; задавать граничные условия материалов при проведении 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 втузов 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:

1. Розенблит, Г. Б. Теплопередача в дизелях. - М.: Машиностроение, 1977. - 216 с. ил.

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

Нет

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
Практические занятия и семинары	123 (2)	Макеты поршневых двигателей с газотурбинным наддувом, наглядные пособия для проведения практических работ
Лекции	315a (2)	Компьютерная техника для проведения лекционных и практических занятий
Самостоятельная работа студента	125 (2)	Компьютерная техника для выполнения самостоятельных работ