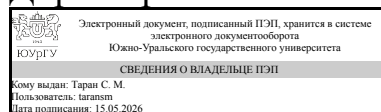


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:

Директор



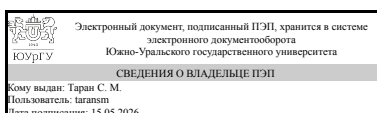
С. М. Таран

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"**

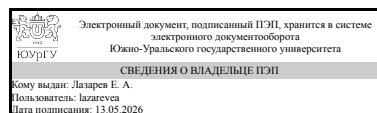
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.04.03 Энергетическое машиностроение, утверждённым приказом Минобрнауки от 28.02.2018 № 149

Директор



С. М. Таран

Разработчик программы,
д.техн.н., проф., профессор



Е. А. Лазарев

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

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
Планирование, обработка и анализ эксперимента, Методы подобия в моделировании физических процессов, Методы расчета и моделирования процессов	Прикладные задачи двигателестроения, Современные методы испытаний поршневых двигателей, Производственная практика (проектная) (4 семестр)

поршневых двигателей, Крутильные колебания, Конструкционные материалы, Производственная практика (технологическая) (2 семестр)	
---	--

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

Дисциплина	Требования
Крутильные колебания	Знает: методы решения задач оптимизации параметров крутильной системы поршневых двигателей Умеет: решать задачи оптимизации параметров крутильной системы поршневых двигателей Имеет практический опыт: решения задач оптимизации параметров крутильной системы поршневых двигателей
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
Планирование, обработка и анализ эксперимента	Знает: Методический и расчетно-теоретический аппарат теории планирования эксперимента, современные методы и методики организации и проведения безмоторных и стендовых испытаний Умеет: Осуществлять выбор и настройку измерительного и стендового оборудования; проводить обработку и анализ экспериментальных данных по результатам испытаний; учитывать результаты испытаний в расчетном моделировании процессов двигателей, формировать программы и методики экспериментальных исследований и испытаний с учетом решаемых практических задач Имеет практический опыт: Владения методами практического применения планирования экспериментов в области профессиональной деятельности
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:
Методы расчета и моделирования процессов поршневых двигателей	Знает: методы использования математических моделей различного уровня для расчета и оптимизации рабочих процессов, для разработки экономических 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
Производственная практика (технологическая) (2 семестр)	Знает: теоретические основы рабочих процессов в энергетических машинах, аппаратах и установках; методы расчетного анализа энергетических машин и установок Умеет: применять методы расчетного анализа процессов в энергетических машинах и установках для решения прикладных задач Имеет практический опыт: методами расчетного анализа процессов в энергетических машинах и установках

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
<i>Аудиторные занятия:</i>	32	32
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	69,75	69,75
Подготовка тематических докладов	15	15
Написание бонусной работы	19	19
Написание курсовой работы	20,75	20.75
Написание тематических рефератов	15	15
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	1	1	0	0
2	Математические модели ТНДС деталей поршневых двигателей	2	2	0	0
3	Численные методы анализа ТНДС деталей поршневых двигателей	2	2	0	0
4	МКЭ – основной метод численного анализа тепловой и механической напряженности деталей	8	3	5	0
5	Определение теплового состояния деталей поршневых двигателей	10	4	6	0
6	Определение напряженно-деформированного состояния деталей поршневых двигателей	9	4	5	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение. Предмет дисциплины.	1
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.	1
2	4	Одномерные, двумерные и трехмерные линейные элементы. Элементы высоких порядков. Точность, устойчивость и сходимость решений МКЭ	2
2	5	Нестационарная задача теплопроводности применительно к деталям ЦПГ. Граничные условия и проблема их назначения.	4
1	6	Расчет полей деформаций и напряжений в упругой области. Неупругое деформирование. Расчет напряженно-деформированного состояния деталей ЦПГ высокофорсированных двигателей.	2
1	6	Расчет стационарных температурных полей основных деталей цилиндро-поршневой группы (ЦПГ). Особенности расчета деталей, образующих подвижные соединения (поршень-пальцы-цилиндр).	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	4	Ознакомление с программными комплексами на базе МКЭ для определения ТНДС деталей ДВС	5
1	5	Определение с использованием ЭВМ и комплекса ТЕДА температурного состояния деталей ДВС	6
1	6	Определение с использованием ЭВМ и комплекса ТЕДА напряженно-деформированного состояния деталей ДВС	5

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
Подготовка тематических докладов	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.	3	15
Написание бонусной работы	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.	3	19
Написание курсовой работы	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.	3	20,75
Написание тематических рефератов	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.	3	15

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	Семестр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	3	Промежуточная аттестация	Создание контурной и конечно-элементной моделей сечения поршня	-	10	Просмотр представленных моделей	зачет

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	Анализ представленных моделей	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ
		1
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. 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. Конспект лекций

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:

Нет

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