ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель направления

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Тараненко П. А.
Пользователь: taranenkopa
Дата подписания: 10.12.2024

П. А. Тараненко

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины ФД.02 Цифровые двойники в двигателестроении
для направления 09.04.01 Информатика и вычислительная техника
уровень Магистратура
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 09.04.01 Информатика и вычислительная техника, утверждённым приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 918

Директор

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Таран С. М.
Пользователь: taransm
Дата подписания: 10.12.2024

С. М. Таран

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

Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП
Кому выдан: Тараненко П. А.
Пользователь: taranenkopa
Дата подписания: 09.12.2024

П. А. Тараненко

Челябинск

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 разрабатывать технические предложения для создания и совершенствования двигателей, автотранспортных средств и их компонентов, выполнять анализ процессов в автомобиле, двигателе и других его подсистемах на различных стадиях проектирования, систематизировать и документировать информацию о технико-экономических показателях и патентном поиске с учетом повышения конкурентоспособности проектов автотранспортных средств и их компонентов	Знает: методы разработки математических моделей двигателя и его подсистем различного уровня для расчета и оптимизации рабочих процессов Умеет: использовать методы математического моделирования для разработки и расчета процессов в двигателе и его подсистемах с целью оценки требований технического задания на ранних стадиях проектирования Имеет практический опыт: разработки и исследования двигателей и его подсистем на ранних стадиях проектирования в пакетах функционального моделирования; расчета процессов в двигателе и его подсистемах в пакетах твердотельной динамики и функционального моделирования

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ

1.Ф.07 Основы организации научных исследований, 1.Ф.01 Основы конструкции ДВС и классические методы расчета	1.Ф.05 Введение в теорию автоматического управления

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

Дисциплина	Требования
1.Ф.07 Основы организации научных исследований	Знает: основные методы поиска информации по решаемой научно-исследовательской задаче, стиль делового письма, особенности подготовки докладов и презентаций, основные методы поиска информации по решаемой научно-исследовательской задаче, отечественные и зарубежные базы данных научных статей, наукометрические базы данных; основы патентного поиска Умеет: искать и систематизировать оригинальную литературу по теме исследований, выполнять деловые коммуникации в сфере профессиональной деятельности, делать доклады и презентации, искать и систематизировать оригинальную литературу по теме исследований, составлять библиографическое описание (список использованных источников), выполнять патентный поиск Имеет практический опыт: поиска и анализа литературы по проблеме исследования, подготовки доклада и презентации на заданную тему, поиска и анализа литературы по проблеме исследования, в том числе и на иностранном языке, работы с библиографическими системами (Mendeley или Zotero), патентного поиска
1.Ф.01 Основы конструкции ДВС и классические методы расчета	Знает: устройство и принцип работы двигателя внутреннего сгорания, его систем, узлов и агрегатов; теоретические основы рабочих процессов в энергетических машинах и силовых установках Умеет: анализировать конструкцию двигателя и его подсистем по 3D модели конструкции Имеет практический опыт: использования классических методов расчета и анализа рабочих циклов и процессов в энергетических машинах и силовых установках

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
		2
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72
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)	35,75	35,75
Написание тематических рефератов	20,75	20.75
Подготовка тематических докладов	15	15
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	4	2	2	0
5	Определение теплового состояния деталей поршневых двигателей	10	4	6	0
6	Определение напряженно-деформированного состояния деталей поршневых двигателей	10	4	6	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение. Предмет дисциплины.	2
2	2	Цели и задачи расчета ТНДС деталей на разных стадиях разработки проекта двигателя. Обзор математических моделей, используемых в упрощенных методах расчета.	2
3	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
4	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
5	5	Расчет стационарных температурных полей основных деталей цилиндро-поршневой группы (ЦПГ). Особенности расчета деталей, образующих подвижные соединения (поршень-пальцы-цилиндр).	2

6	5	Нестационарная задача теплопроводности применительно к деталям ЦПГ. Граничные условия и проблема их назначения.	2
7	6	Расчет полей деформаций и напряжений в упругой области. Неупругое деформирование. Расчет напряженно-деформированного состояния деталей ЦПГ высокофорсированных двигателей.	2
8	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.	2

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 двигателей	2
2	4	Использование программных комплексов для определения ТНДС деталей ДВС	2
3	5	Ознакомление с комплексом ТЕДА	2
4	5	Определение с использованием комплекса ТЕДА температурного состояния деталей ДВС	4
5	6	Ознакомление с комплексом ТЕДА для определения напряженно-деформированного состояния деталей ДВС	2
6	6	Определение с использованием ЭВМ и комплекса ТЕДА 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 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	2	20,75
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.	2	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	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учи-тыва-ется в ПА
1	2	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	2	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	2	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	зачет

						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.	
4	2	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	2	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	2	Текущий контроль	Тест	1	20	Тестирование проводится на 12-й неделе семестра. Время, отведенное на тест - 20 минут.	зачет

						Правильный ответ на вопрос соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 20. Весовой коэффициент мероприятия – 1.	
7	2	Проме-жуточная 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-2	Знает: методы разработки математических моделей двигателя и его подсистем различного уровня для расчета и оптимизации рабочих	+	+	+	+	+	+	+

	процессов							
ПК-2	Умеет: использовать методы математического моделирования для разработки и расчета процессов в двигателе и его подсистемах с целью оценки требований технического задания на ранних стадиях проектирования	+	+	+	+	+	+	+
ПК-2	Имеет практический опыт: разработки и исследования двигателей и его подсистем на ранних стадиях проектирования в пакетах функционального моделирования; расчета процессов в двигателе и его подсистемах в пакетах твердотельной динамики и функционального моделирования	+	+	+	+	+	+	+

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 : 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 : межотраслевой науч.-техн. и произв. журн. / ООО "ЦНИДИ-Экосервис". - СПб., 1979-. -. URL: http://rdiesel.ru/DVIGATELESTROYENIYE/DVS.html
2. Тракторы и сельхозмашины : теорет. и науч.-практ. журн.: 16+ / Главсельхозмаш Ком. Рос. Федерации по машиностроению, АО "Автосельхозмаш-холдинг", "Сельхозмашкомплекс-Инвест". - М. : Машиностроение, 1996-. -
3. Реферативный журнал. Двигатели внутреннего сгорания. 39. : предм. указ. / Рос. акад. наук, Всерос. ин-т науч. и техн. информ. (ВИНИТИ). - М. : ВИНИТИ, 1963-1995. -

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Е.А. Лазарев Конспект лекций по дисциплине «тепловая и механическая напряженность поршневых двигателей. Учебное пособие, Челябинск, 2011

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Е.А. Лазарев Конспект лекций по дисциплине «тепловая и механическая напряженность поршневых двигателей. Учебное пособие, Челябинск, 2011

Электронная учебно-методическая документация

Нет

Перечень используемого программного обеспечения:

1. -T-FLEX CAD(бессрочно)
2. Microsoft-Office(бессрочно)
3. PTC-MathCAD(бессрочно)
4. Dassault Systèmes-SolidWorks Education Edition 500 CAMPUS(бессрочно)
5. ANSYS-ANSYS Academic Multiphysics Campus Solution (Mechanical, Fluent, CFX, Workbench, Maxwell, HFSS, Simplorer, Designer, PowerArtist, RedHawk)(бессрочно)
6. ASCON-Компас 3D(бессрочно)
7. 3В Сервис-SimInTech Academic Classroom(01.10.2025)
8. ООО "НОВА-ИНЖИНИРИНГ"-Универсальный механизм(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНИТИ 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	328а (2)	Компьютерный класс – 11 шт. Процессор AMD Ryzen 7700, 32 Гб ОЗУ, 512 Мб SSD (2 шт.), монитор AOC 27", клавиатура, мышь, предустановленное лицензионное ПО Solidworks, Ansys, MathCAD
Лекции	328а (2)	Компьютерный класс – 11 шт. Процессор AMD Ryzen 7700, 32 Гб ОЗУ, 512 Мб SSD (2 шт.), монитор AOC 27", клавиатура, мышь, предустановленное лицензионное ПО Solidworks, Ansys, MathCAD. Телевизор Xiaomi Mi Tv.
Практические занятия и семинары	319 (2)	Интерактивный комплекс "Виртуальная среда концепт-проектирования" (VR оборудование Pico 4, ПО "VR Concept (академическая)", ПО "Компас-3D (академическая)", ПО "T-FLEX (академическая)", ПК с монитором)