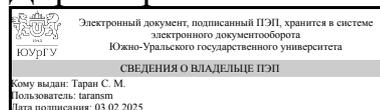


УТВЕРЖДАЮ:

Директор



С. М. Таран

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.М0.20.02 Методы подобия в моделировании физических процессов

для направления 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

уровень Магистратура

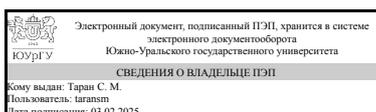
магистерская программа Двигатели для устойчивого развития с присвоением второй квалификации "магистр 13.04.03 Энергетическое машиностроение"

форма обучения очная

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

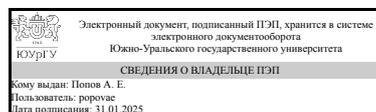
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 28.02.2018 № 147

Директор



С. М. Таран

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



А. Е. Попов

1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины – изучение современных принципов, методов и средств моделирования основных физических процессов в поршневых двигателях и их элементах. Задачи дисциплины – ознакомление с современными физическими концепциями и методами математического моделирования процессов теплообмена, теплопередачи и массообмена в поршневых двигателях, изучение особенностей моделирования процессов различной физической природы с использованием методов теории подобия, размерностей и аналогий; ознакомление с блочно-иерархическим подходом к математическим моделям физических процессов и методам решения задач анализа и синтеза при моделировании.

Краткое содержание дисциплины

Основные разделы и темы: Теория размерностей. Анализ размерностей. Единицы измерения. Системы единиц измерения. Алгебраический метод построения безразмерных комплексов. Теория подобия. Условия, необходимые и достаточные для подобия. Критерии подобия. Теоремы подобия. Метод приведения. Критериальные уравнения и их получение. Критерии подобия в теплопроводности. Критерии Фурье и Био. Теплоотдача и критерий Нуссельта. Конвективный теплообмен. Вынужденная конвекция: критерии Рейнольдса, Пекле, Стантона и Прандтля. Свободная конвекция: критерии Галилея, Архимеда, Грасгофа и Релея. Критерии подобия в гидрогазодинамике. Критерии Эйлера и Струхала. Критерий Маха. Теория аналогий. Блочно-иерархический подход и моделирование систем и процессов различной физической природы на микроуровне. Методы математического моделирования. Основные задачи и методы моделирования. Математические модели физических процессов и методы их получения на макроуровне.

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: методы математического моделирования, используемые при проектировании поршневых и комбинированных ДВС Умеет: применять на практике методы подобия при проведении математического моделирования Имеет практический опыт: владеет терминологией и основами теории подобия и методов математического моделирования

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Нет	Прикладные задачи двигателестроения, Планирование, обработка и анализ эксперимента, Совершенствование рабочих процессов в

	двигателях внутреннего сгорания, Современные методы исследований процессов в поршневых двигателях, Современные методы испытаний поршневых двигателей, Производственная практика (технологическая) (2 семестр), Производственная практика (эксплуатационная) (3 семестр)
--	---

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

Нет

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 40,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	
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>	67,5	67,5	
Подготовка к лекционным занятиям	46	46	
Подготовка к экзамену	21,5	21,5	
Консультации и промежуточная аттестация	8,5	8,5	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-		экзамен

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	Теория размерностей. Алгебраический метод построения безразмерных комплексов	4	2	2	0
3	Теория подобия. Критериальные уравнения и их получение	4	2	2	0
4	Критерии подобия в теплопроводности	4	2	2	0
5	Конвективный теплообмен	4	2	2	0
6	Критерии подобия в гидрогазодинамике	4	2	2	0

7	Двухфазные течения	4	2	2	0
8	Теория аналогий	4	2	2	0
9	Методы математического моделирования	2	0	2	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение. Предмет дисциплины. Цели и задачи изучения	2
2	2	Теория размерностей. Анализ размерностей. Единицы измерения. Системы единиц измерения. Алгебраический метод построения безразмерных комплексов	2
3	3	Теория подобия. Условия, необходимые и достаточные для подобия. Критерии подобия. Теоремы подобия. Метод приведения. Критериальные уравнения и их получение	2
4	4	Критерии подобия в теплопроводности. Критерии Фурье и Био. Теплоотдача и критерий Нуссельта	2
5	5	Конвективный теплообмен. Вынужденная конвекция: критерии Рейнольдса, Пекле, Стантона и Прандтля. Свободная конвекция: критерии Галилея, Архимеда, Грасгофа и Релея	2
6	6	Критерии подобия в гидрогазодинамике. Критерии Эйлера и Струхала. Критерий Маха	2
7	7	Двухфазные течения. Критерии Лапласа и Вебера	2
8	8	Теория аналогий. Блочно-иерархический подход и моделирование систем и процессов различной физической природы на микроуровне	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	2	Определение критериев подобия путем приведения уравнений к безразмерному виду (способ интегральных аналогов)	2
2	3	Применение метода анализа размерностей для получения критериального уравнения $Nu = f(Re, Pr)$	2
3	4	Критериальные уравнения теплопроводности (стационарной и нестационарной)	2
4	5	Критериальные уравнения конвективного теплообмена (свободного и вынужденного). Теплообмен и его виды. Применение критериев подобия при решении задач оценки теплового состояния деталей ДВС	2
5	6	Критериальные уравнения в гидрогазодинамических процессах	2
6	7	Критериальные уравнения для описания двухфазных процессов	2
7	8	Применение общей формулировки основных фундаментальных законов природы к тепловым и гидрогазодинамическим системам	2
8	9	Способы представления структуры системы. Графы и эквивалентные схемы. Компонентные и топологические уравнения	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
Подготовка к лекционным занятиям	Кавтарадзе, Р. З. Локальный теплообмен в поршневых двигателях Текст учеб.пособие для вузов по направлению "Энергомашиностроение" Р. З. Кавтарадзе. - Изд. 2-е, испр. и доп. - М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2007. - 471 с.	1	46
Подготовка к экзамену	Исаев, С.И. Теория тепломассообмена / С.И. Исаев, И.А. Кожин, В.И. Кофанов и др. Под ред. А.И. Леонтьева. – М.: Высшая школа, 1979. – 495 с.	1	21,5

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	1	Текущий контроль	Промежуточное тестирование №1	1	12	Промежуточное тестирование №1 проводится на 7й неделе семестра. Студенту задаются 6 вопросов из списка контрольных вопросов. Время, отведенное на подготовку - 20 минут. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Правильный ответ на вопрос соответствует 2 баллам. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 12. Весовой коэффициент мероприятия – 1. Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равно 60 %. Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %	экзамен
2	1	Текущий	Промежуточное	1	12	Промежуточное тестирование №2	экзамен

		контроль	тестирование №2			<p>проводится на последней неделе семестра.</p> <p>Студенту задаются 6 вопросов из списка контрольных вопросов.</p> <p>Время, отведенное на подготовку - 20 минут.</p> <p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179)</p> <p>Правильный ответ на вопрос соответствует 2 баллам.</p> <p>Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.</p> <p>Максимальное количество баллов – 12.</p> <p>Весовой коэффициент мероприятия – 1.</p> <p>Зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие больше или равно 60 %.</p> <p>Не зачтено: рейтинг обучающегося за мероприятие менее 60 %</p>	
3	1	Промежуточная аттестация	Экзамен	-	30	<p>Экзамен проводится в форме письменного (компьютерного) тестирования.</p> <p>Студенту задаются 15 вопросов из списка контрольных вопросов.</p> <p>Время, отведенное на подготовку - 40 минут.</p> <p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179)</p> <p>Правильный ответ на вопрос соответствует 2 баллам.</p> <p>Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов.</p> <p>Максимальное количество баллов – 30.</p> <p>Весовой коэффициент мероприятия – 1.</p> <p>Отлично: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85...100 %</p> <p>Хорошо: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75...84 %</p> <p>Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...74 %</p> <p>Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %</p>	экзамен

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
------------------------------	----------------------	---------------------

экзамен	Экзамен проводится в форме письменного (компьютерного) тестирования. Студенту задаются 15 вопросов из списка контрольных вопросов. Время, отведенное на подготовку - 40 минут.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения
---------	--	---

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ		
		1	2	3
ПК-2	Знает: методы математического моделирования, используемые при проектировании поршневых и комбинированных ДВС	+	+	+
ПК-2	Умеет: применять на практике методы подобия при проведении математического моделирования	+	+	+
ПК-2	Имеет практический опыт: владеет терминологией и основами теории подобия и методов математического моделирования	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

Не предусмотрена

б) дополнительная литература:

1. Кавтарадзе, Р. З. Теория поршневых двигателей. Специальные главы [Текст] учеб. для вузов по специальности "Двигатели внутр. сгорания" Р. З. Кавтарадзе. - М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008. - 719 с.
2. Гухман А. А. Применение теории подобия к исследованию процессов тепло-массообмена. Процессы переноса в движущейся среде / А. А. Гухман. - изд. 2-е, перераб. и доп.. - М. : Высшая школа, 1974. - 328 с.
3. Седов Л. И. Методы подобия и размерности в механике. - 10-е изд., доп.. - М. : Наука, 1987. - 430 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. Методы подобия физических процессов. Конспект лекций. - 2010

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Лазарев Е.А. Методы подобия физических процессов. Конспект лекций. - 2010

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Крамаренко, Н. В. Методы подобия в механике. Анализ размерностей : учебное пособие / Н. В. Крамаренко. — Новосибирск : НГТУ, 2020. — 212 с. — ISBN 978-5-7782-4087-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/152131

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	315а (2)	Компьютерная техника и презентационные материалы для проведения практических занятий
Лекции	315а (2)	Компьютерная техника и презентационные материалы для проведения лекционных занятий