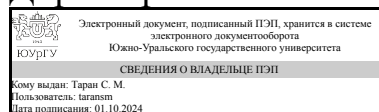


УТВЕРЖДАЮ:

Директор



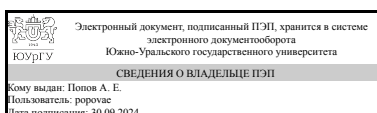
С. М. Таран

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины 1.Ф.М0.01 Новые методы расчета и моделирования процессов в поршневых двигателях**  
**для направления 13.04.03 Энергетическое машиностроение**  
**уровень Магистратура**  
**магистерская программа Двигатели для устойчивого развития**  
**форма обучения очная**  
**кафедра-разработчик Двигатели внутреннего сгорания**

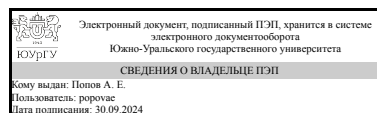
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.04.03 Энергетическое машиностроение, утверждённым приказом Минобрнауки от 28.02.2018 № 149

Зав.кафедрой разработчика,  
к.техн.н., доц.



А. Е. Попов

Разработчик программы,  
к.техн.н., доц., заведующий  
кафедрой



А. Е. Попов

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель преподавания дисциплины – формирование компетенций в области создания надежных энерго- и ресурсоэффективных поршневых двигателей на основе современных знаний методов расчета и моделирования термодинамических, газодинамических и других процессов при получении тепловой энергии и преобразовании её в механическую энергию в поршневых двигателях внутреннего сгорания. Задачи преподавания дисциплины – приобретение студентами знаний в области математического моделирования процессов топливоподачи, смесеобразования, теплообмена со стенками цилиндра и сгорания топливно-воздушных смесей широкого качественного состава в поршневых двигателях, ознакомление с современными концепциями физического и математического моделирования и изучение передовых технологий совершенствования реальных процессов, происходящих в поршневых двигателях, для повышения их технического уровня.

## Краткое содержание дисциплины

«Новые методы расчета и моделирования процессов в поршневых двигателях» входит в профессиональный цикл специальных дисциплин, устанавливаемых вузом для подготовки магистров по направлению «Энергетическое машиностроение» и включает в себя следующие основные разделы: – Термодинамические и газодинамические основы процессов и циклов; – Принципы и методы моделирования процессов и объектов; – Физическая и математическая модели объектов и процессов; – Однозонные и многозонные модели; – Методы моделирования элементарных процессов; – Модели теплообмена в цилиндре; – Модели впрыска топлива; – Моделирование нагрева и испарения топлива, смесеобразования; – Моделирование процесса сгорания; – Модели с заданным законом выгорания топлива; – Новые методы моделирования сгорания; – Модели с уточненной кинетикой сгорания; – Модели с упрощенной кинетикой сгорания; – Модель сгорания двухкомпонентного топлива; – Моделирование диссоциации продуктов сгорания; – Идентификация математических моделей; – Оценка адекватности моделей.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-2 Способность использовать знание теоретических основ рабочих процессов в энергетических машинах, аппаратах и установках, методов расчетного анализа объектов профессиональной деятельности	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: практическими навыками формулирования выводов и рекомендаций по применению полученных результатов для реальных двигателей

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Нет	Современные методы исследований процессов в двигателях внутреннего сгорания, Новые методы конструирования двигателей внутреннего сгорания, Компьютерное моделирование элементов двигателей в Ansys Workbench, Воздухоснабжение и топливоподача комбинированных двигателей

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 4 з.е., 144 ч., 74,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144	
<i>Аудиторные занятия:</i>	64	64	
Лекции (Л)	32	32	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	69,5	69,5	
Подготовка к практическим занятиям	54	54	
Подготовка к экзамену	15,5	15,5	
Консультации и промежуточная аттестация	10,5	10,5	
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	Физическая и математическая модели объектов и процессов	6	2	4	0
3	Иерархия моделей. Методы моделирования элементарных процессов	12	8	4	0
4	Моделирование процесса сгорания с заданным законом	8	2	6	0

	выгорания топлива				
5	Моделирование процесса сгорания с двойной функцией Вибе	8	2	6	0
6	Моделирование процесса сгорания с двойной функцией Вибе	12	6	6	0
7	Моделирование процесса сгорания с упрощенной кинетикой сгорания гетерогенной рабочей смеси и заданным законом смесеобразования	10	4	6	0
8	Идентификация математических моделей	2	2	0	0
9	Применение методов моделирования рабочих процессов на этапе разработки поршневых двигателей	4	4	0	0

## 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение в дисциплину.	2
2	2	Моделирование как метод научного познания.	2
3	3	Обзор математических моделей процесса сгорания в поршневых двигателях.	4
4	3	Моделирование рабочих процессов в поршневых двигателях.	4
5	4	Моделирование рабочего цикла поршневого двигателя с заданным законом выгорания топлива.	2
6	5	Моделирование рабочего цикла двигателя с двойной функцией Вибе.	2
7	6	Моделирование рабочего цикла поршневого двигателя с упрощенной кинетикой сгорания гомогенной рабочей смеси.	2
8	6	Модель сгорания двухкомпонентного топлива. Моделирование диссоциации продуктов сгорания.	4
9	7	Моделирование процесса сгорания в дизеле. Моделирование процессов впрыска и смесеобразования.	4
10	8	Идентификация математических моделей. Оценка адекватности моделей.	2
11	9	Опыт фирмы AVL LIST GmbH в применении методов моделирования для разработки двигателей и автомобилей.	4

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	2	Физическая и математическая модели объектов и процессов. Приобретение навыков построения физических и математических моделей процессов в поршневом двигателе.	4
2	3	Термодинамические и газодинамические основы процессов и циклов. Приобретение навыков анализа основных процессов в цилиндре.	4
3	4	Выдача контрольного задания №1. Приобретение навыков работы с программой расчета рабочего цикла двигателя с заданным законом сгорания.	2
4	4	Моделирование с заданным законом выгорания топлива.	4
5	5	Выдача контрольного задания №2. Приобретение навыков работы с программой расчета рабочего цикла двигателя с двойной функцией Вибе.	2
6	5	Моделирование с двойной функцией Вибе.	4
7	6	Выдача контрольного задания №3. Приобретение навыков работы с программой расчета рабочего цикла двигателя с упрощенной кинетикой сгорания гомогенной рабочей смеси.	2

8	6	Моделирование процесса сгорания с упрощенной кинетикой выгорания гомогенной рабочей смеси. Моделирование сгорания двухкомпонентного топлива. Моделирование диссоциации продуктов сгорания.	4
9	7	Выдача контрольного задания №4. Приобретение навыков работы с программой расчета рабочего цикла дизеля с заданным законом смесеобразования.	2
10	7	Моделирование процесса сгорания в дизеле с упрощенной кинетикой выгорания топлива. Моделирование заданного закона смесеобразования.	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
Подготовка к практическим занятиям	1. Шароглазов, Б. А. Поршневые двигатели : теория, моделирование и расчет процессов [Текст : непосредственный] учебник по курсу "Теория рабочих процессов и моделирование процессов в двигателях внутр. сгорания" по специальности 140501 "Двигатели внутреннего сгорания" направления подготовки 140500 "Энергомашиностроение" Б. А. Шароглазов, В. В. Шишков ; Юж.-Урал. гос. ун-т ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2011. - 524, [1] с. ил. 1 электрон. опт. диск 2. Автомобильные двигатели. Курсовое проектирование [Текст] учеб. пособие для вузов по направлению "Автомобили и автомобил. хоз-во" и др. М. Г. Шатров и др.; под ред. М. Г. Шатрова. - 3-е изд., испр. - М.: Академия, 2014. - 254, [1] с. ил., табл.	1	54
Подготовка к экзамену	1. Новые методы расчета и моделирования процессов в поршневых двигателях. Конспект лекций. 2. Самарский, А. А. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры Моногр. А. А. Самарский, А. П. Михайлов. – 2-е изд., испр. – М.: Физматлит, 2005. – 316 с.	1	15,5

### 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	Контрольное задание №1	1	3	3 балла – выполнен расчет и оформлены результаты в виде таблиц и графиков, дано устное обоснование полученных результатов. 2 балла – выполнен расчет и оформлены результаты в виде таблиц и графиков, но отсутствует устное обоснование полученных результатов. 1 балл – выполнен расчет, но отсутствуют оформленные результаты в виде таблиц и графиков и не дано устное обоснование полученных результатов. 0 баллов – не выполнен расчет, отсутствуют оформленные результаты в виде таблиц и графиков и не дано устное обоснование полученных результатов.	экзамен
2	1	Текущий контроль	Контрольное задание №2	1	3	3 балла – выполнен расчет и оформлены результаты в виде таблиц и графиков, дано устное обоснование полученных результатов. 2 балла – выполнен расчет и оформлены результаты в виде таблиц и графиков, но отсутствует устное обоснование полученных результатов. 1 балл – выполнен расчет, но отсутствуют оформленные результаты в виде таблиц и графиков и не дано устное обоснование полученных результатов. 0 баллов – не выполнен расчет, отсутствуют оформленные результаты в виде таблиц и графиков и не дано устное обоснование полученных результатов.	экзамен
3	1	Текущий контроль	Контрольное задание №3	1	3	3 балла – выполнен расчет и оформлены результаты в виде таблиц и графиков, дано устное обоснование полученных результатов. 2 балла – выполнен расчет и оформлены результаты в виде таблиц и графиков, но отсутствует устное обоснование полученных результатов. 1 балл – выполнен расчет, но отсутствуют оформленные результаты в виде таблиц и графиков и не дано устное обоснование полученных результатов. 0 баллов – не выполнен расчет,	экзамен

						отсутствуют оформленные результаты в виде таблиц и графиков и не дано устное обоснование полученных результатов.	
4	1	Текущий контроль	Контрольное задание №4	1	3	3 балла – выполнен расчет и оформлены результаты в виде таблиц и графиков, дано устное обоснование полученных результатов. 2 балла – выполнен расчет и оформлены результаты в виде таблиц и графиков, но отсутствует устное обоснование полученных результатов. 1 балл – выполнен расчет, но отсутствуют оформленные результаты в виде таблиц и графиков и не дано устное обоснование полученных результатов. 0 баллов – не выполнен расчет, отсутствуют оформленные результаты в виде таблиц и графиков и не дано устное обоснование полученных результатов.	экзамен
5	1	Промежуточная аттестация	Экзамен	-	5	5 баллов (отлично) – контрольное задание решено без ошибок и грамотно, логично и исчерпывающе изложено обоснование полученных результатов; 4 балла (хорошо) – контрольное задание решено без существенных ошибок и грамотно, по существу изложено обоснование полученных результатов, возможно, с небольшими неточностями; 3 балла (удовлетворительно) – контрольное задание решено с несущественными ошибками, обоснование полученных результатов изложено с неточными формулировками, неуверенно, с нарушением последовательности; 2 балла (неудовлетворительно) – контрольное задание решено с грубыми ошибками, а также неуверенно, с ошибками или большими затруднениями дано обоснование полученных результатов; 1 балл - контрольное задание выполнено частично или не выполнено совсем, обоснование не дано; 0 баллов - студент отсутствует на экзамене.	экзамен

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	Студенту выдается контрольное расчётное задание по специальной компьютерной программе. Время, отведенное на подготовку – 60 мин. После чего письменные решения контрольных заданий с устным обоснованием полученных	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

	результатов представляются экзаменатору. В ходе аттестации экзаменатор задает контрольные вопросы и оценивает ответы студента. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179).	
--	--	--

### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ				
		1	2	3	4	5
ПК-2	Знает: методы использования математических моделей различного уровня для расчета и оптимизации рабочих процессов, для разработки экономичных и малотоксичных двигателей	+	+	+	+	+
ПК-2	Умеет: использовать расчетные методы для достижения заданных параметров и характеристик проектируемых двигателей	+	+	+	+	+
ПК-2	Имеет практический опыт: практическими навыками формулирования выводов и рекомендаций по применению полученных результатов для реальных двигателей					+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная 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. Шароглазов, Б. А. Поршневые двигатели : теория, моделирование и расчет процессов [Текст : непосредственный] учебник по курсу "Теория рабочих процессов и моделирование процессов в двигателях внутр. сгорания" по специальности 140501 "Двигатели внутреннего сгорания" направления подготовки 140500 "Энергомашиностроение" Б. А. Шароглазов, В. В. Шишков ; Юж.-Урал. гос. ун-т ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2011. - 524, [1] с. ил. 1 электрон. опт. диск

#### б) дополнительная литература:

1. 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. ил.
2. Автомобильные двигатели : курсовое проектирование [Текст] учеб. пособие для вузов по специальностям "Автомобили и автомобил. хозяйство" и др. М. Г. Шатров и др.; под ред. М. Г. Шатрова. - 2-е изд., испр. - М.: Академия, 2012. - 254, [1] с. ил., табл. 22 см

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

1. Двигателестроение межотраслевой науч.-техн. и произв. журн. ООО "ЦНИДИ-Экосервис" журнал. - СПб., 1979-



2. Реферативный журнал. Двигатели внутреннего сгорания. 39. отд. вып. Рос. акад. наук, Всерос. ин-т науч. и техн. информ. (ВИНИТИ) реферативный журнал. - М.: ВИНИТИ, 1963-

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Новые методы расчета и моделирования процессов в поршневых двигателях. Конспект лекций

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Новые методы расчета и моделирования процессов в поршневых двигателях. Конспект лекций

### Электронная учебно-методическая документация

Нет

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. ANSYS-ANSYS Academic Multiphysics Campus Solution (Mechanical, Fluent, CFX, Workbench, Maxwell, HFSS, Simplorer, Designer, PowerArtist, RedHawk)(бессрочно)
3. Corel-CorelDRAW Graphics Suite X(бессрочно)
4. -Borland Developer Studio(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
Самостоятельная работа студента		Программа расчета рабочего цикла ДВС (разработана преподавателями кафедры ДВС ЮУрГУ); программа расчета рабочего цикла двигателя с воспламенением гомогенного заряда от сжатия «HCCI combustion v.1.0» (разработана преподавателями кафедры ДВС ЮУрГУ); Программные продукты фирмы AVL LIST GmbH: FIRE, FAME, IMPRESS BOOST, BRICKS, EXCITE, HYDSIM; программа Borland C++ Builder 6.
Практические занятия и семинары	123 (2)	Стенды-планшеты по конструкции двигателей и их систем, проекционное оборудование, плакаты двигателей в разрезе; Программные продукты фирмы AVL LIST GmbH: FIRE, FAME, IMPRESS BOOST, BRICKS, EXCITE, HYDSIM; программа Borland C++ Builder 6.
Лекции	123 (2)	Стенды-планшеты по конструкции двигателей и их систем, проекционное оборудование, плакаты двигателей в разрезе;