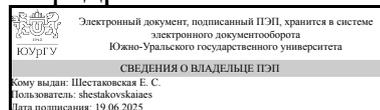


УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



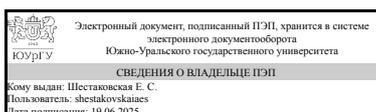
Е. С. Шестаковская

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** 1.Ф.ПО.10.01 Практикум по горению и взрыву  
**для направления** 01.03.03 Механика и математическое моделирование  
**уровень** Бакалавриат  
**профиль подготовки** Математическое моделирование и компьютерные технологии с присвоением второй квалификации "бакалавр 09.03.04 Программная инженерия"  
**форма обучения** очная  
**кафедра-разработчик** Вычислительная механика

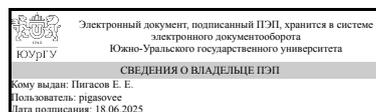
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.03 Механика и математическое моделирование, утверждённым приказом Минобрнауки от 10.01.2018 № 10

Зав.кафедрой разработчика,  
к.физ.-мат.н., доц.



Е. С. Шестаковская

Разработчик программы,  
старший преподаватель



Е. Е. Пигасов

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель курса «Практикум по горению и взрыву» - подготовка научных работников, для которых овладение методами практических расчетов в области физики и химии горения является необходимым элементом профессиональной подготовки. Задача курса сводятся к следующему: ознакомление с основными методами математического моделирования процессов горения, воспламенения и зажигания.

## Краткое содержание дисциплины

Формальная кинетика простых и сложных химических процессов. Воспламенение смесей. Зажигание смесей. Распространение дефлаграционных волн.

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

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-6 Уметь использовать математические модели и владеть математическим и методами расчетов задач механики сплошных сред	Умеет: применять методы математического моделирования распространения фронта пламени в сложных химических соединениях Имеет практический опыт: расчета температуры горения и самовоспламенения многокомпонентных смесей

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Гидрогазодинамика, Математические модели в механике сплошных сред	Не предусмотрены

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

Дисциплина	Требования
Математические модели в механике сплошных сред	Знает: основы математических моделей механики сплошных сред Умеет: Имеет практический опыт: использования математических моделей и методов решения задач механики жидкости и газа
Гидрогазодинамика	Знает: основные математические модели гидромеханики и газовой динамики Умеет: решать задачи одномерной гидрогазодинамики Имеет практический опыт: проведения типовых гидрогазодинамических расчётов

## 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 66,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		8	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<i>Аудиторные занятия:</i>	60	60	
Лекции (Л)	0	0	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0	
Лабораторные работы (ЛР)	60	60	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	41,5	41,5	
Подготовка к лабораторным работам	29,5	29,5	
Подготовка к дифференцированному зачету	12	12	
Консультации и промежуточная аттестация	6,5	6,5	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	диф.зачет	

## 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Формальная кинетика простых и сложных химических процессов	12	0	0	12
2	Воспламенение смесей	20	0	0	20
3	Зажигание смесей	12	0	0	12
4	Распространение дефлаграционных волн	16	0	0	16

### 5.1. Лекции

Не предусмотрены

### 5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

### 5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1-2	1	Простые реакции. Сложные реакции. Константы скорости химической реакции. Закон действующих масс.	4
3-4	1	Закон Аррениуса. Определение скоростей простых и сложных химических реакций. Энергия активации.	4
5-6	1	Анализ экспериментальных данных по воспламенению водород-воздушных и метан-воздушных смесей.	4
7-9	2	Моделирование нестационарного теплового взрыва в адиабатическом реакторе. Простая кинетика горения водорода.	6

10-12	2	Моделирование нестационарного теплового взрыва в адиабатическом реакторе. Сложная кинетика горения водорода.	6
13-14	2	Моделирование нестационарного теплового взрыва в адиабатическом реакторе. Определение времени задержки воспламенения.	4
15-16	2	Сравнение результатов численного моделирования с экспериментальными данными.	4
17-18	3	Осцилляционное горение водород-кислородной смеси в проточном реакторе идеального смешения.	4
19-20	3	Осцилляционное горение водород-воздушной смеси в проточном реакторе идеального смешения.	4
21-22	3	Оценка влияния начальных параметров водород-воздушной смеси на устойчивое горение смеси.	4
23-25	4	Моделирование распространения дефлаграционной волны горения.	6
26-28	4	Моделирование распространения дефлаграционной волны горения.	6
29-30	4	Определение зависимости скорости горения от параметров среды.	4

#### 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 лабораторным работам	ПУМД: осн. 1; ЭУМД: осн. 1, доп. 1.	8	29,5
Подготовка к дифференцированному зачету	ПУМД: осн. 1; ЭУМД: осн. 1, доп. 1.	8	12

#### 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	8	Текущий контроль	Лабораторная работа № 1	1	7	Показатели оценивания: 1. Сроки сдачи отчета: 1 балл – отчет сдан в установленные сроки, и работа зачтена; 0 баллов – отчет сдан после установленного срока или работа не зачтена. 2. Оценка программы: 3 балла – разработанная программа выполнена	дифференцированный зачет

					<p>без погрешностей и замечаний, правильно решает поставленную задачу, студент без затруднений смог пояснить программный код; 2 балла – разработанная программа выполнена без существенных погрешностей и замечаний, правильно решает поставленную задачу; 1 балл – разработанная программа неправильно решает поставленную задачу или студент испытывает затруднения, поясняя программный код; 0 баллов – разработанная программа не работает или неправильно решает поставленную задачу или студент не самостоятельно разработал программу и не способен пояснить программный код.</p> <p>3. Качество и защита отчета: 3 балла – работа выполнена полностью, студент формулирует собственные обоснованные выводы, представляет полные и развернутые ответы на вопросы; 2 балла – работа выполнена полностью, студент формулирует собственные обоснованные выводы, допуская незначительные ошибки при ответе на вопросы; 1 балл – работа выполнена</p>	
--	--	--	--	--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

						полностью, студент испытывает затруднения в формулировке собственных обоснованных выводов; 0 баллов – работа выполнена полностью, студент допускает грубые ошибки, испытывает затруднения в формулировке выводов, не способен ответить на вопросы.	
2	8	Текущий контроль	Лабораторная работа № 2	1	7	Показатели оценивания: 1. Сроки сдачи отчета: 1 балл – отчет сдан в установленные сроки, и работа зачтена; 0 баллов – отчет сдан после установленного срока или работа не зачтена. 2. Оценка программы: 3 балла – разработанная программа выполнена без погрешностей и замечаний, правильно решает поставленную задачу, студент без затруднений смог пояснить программный код; 2 балла – разработанная программа выполнена без существенных погрешностей и замечаний, правильно решает поставленную задачу; 1 балл – разработанная программа неправильно решает поставленную задачу или студент испытывает затруднения, поясняя программный код; 0 баллов – разработанная программа не	дифференцированный зачет

						<p>работает или неправильно решает поставленную задачу или студент не самостоятельно разработал программу и неспособен пояснить программный код.</p> <p>3. Качество и защита отчета: 3 балла – работа выполнена полностью, студент формулирует собственные обоснованные выводы, представляет полные и развернутые ответы на вопросы; 2 балла – работа выполнена полностью, студент формулирует собственные обоснованные выводы, допуская незначительные ошибки при ответе на вопросы; 1 балл – работа выполнена полностью, студент испытывает затруднения в формулировке собственных обоснованных выводов; 0 баллов – работа выполнена полностью, студент допускает грубые ошибки, испытывает затруднения в формулировке выводов, не способен ответить на вопросы.</p>	
3	8	Текущий контроль	Лабораторная работа № 3	1	7	<p>Показатели оценивания:</p> <p>1. Сроки сдачи отчета: 1 балл – отчет сдан в установленные сроки, и работа зачтена; 0 баллов – отчет сдан после установленного срока или работа не зачтена.</p>	дифференцированный зачет

					<p>2. Оценка программы:  3 балла –  разработанная программа выполнена без погрешностей и замечаний, правильно решает поставленную задачу, студент без затруднений смог пояснить программный код; 2 балла –  разработанная программа выполнена без существенных погрешностей и замечаний, правильно решает поставленную задачу; 1 балл –  разработанная программа неправильно решает поставленную задачу или студент испытывает затруднения, поясняя программный код; 0 баллов –  разработанная программа не работает или неправильно решает поставленную задачу или студент не самостоятельно разработал программу и не способен пояснить программный код.</p> <p>3. Качество и защита отчета: 3 балла –  работа выполнена полностью, студент формулирует собственные обоснованные выводы, представляет полные и развернутые ответы на вопросы; 2 балла –  работа выполнена полностью, студент формулирует собственные обоснованные выводы, допуская</p>	
--	--	--	--	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

						<p>незначительные ошибки при ответе на вопросы; 1 балл – работа выполнена полностью, студент испытывает затруднения в формулировке собственных обоснованных выводов; 0 баллов – работа выполнена полностью, студент допускает грубые ошибки, испытывает затруднения в формулировке выводов, не способен ответить на вопросы.</p>	
4	8	Текущий контроль	Лабораторная работа № 4	1	7	<p>Показатели оценивания:</p> <p>1. Сроки сдачи отчета: 1 балл – отчет сдан в установленные сроки, и работа зачтена; 0 баллов – отчет сдан после установленного срока или работа не зачтена.</p> <p>2. Оценка программы:</p> <p>3 балла – разработанная программа выполнена без погрешностей и замечаний, правильно решает поставленную задачу, студент без затруднений смог пояснить программный код; 2 балла – разработанная программа выполнена без существенных погрешностей и замечаний, правильно решает поставленную задачу; 1 балл – разработанная программа неправильно решает поставленную задачу или студент испытывает затруднения, поясняя</p>	дифференцированный зачет

					<p>программный код; 0 баллов – разработанная программа не работает или неправильно решает поставленную задачу или студент не самостоятельно разработал программу и неспособен пояснить программный код.</p> <p>3. Качество и защита отчета: 3 балла – работа выполнена полностью, студент формулирует собственные обоснованные выводы, представляет полные и развернутые ответы на вопросы; 2 балла – работа выполнена полностью, студент формулирует собственные обоснованные выводы, допуская незначительные ошибки при ответе на вопросы; 1 балл – работа выполнена полностью, студент испытывает затруднения в формулировке собственных обоснованных выводов; 0 баллов – работа выполнена полностью, студент допускает грубые ошибки, испытывает затруднения в формулировке выводов, не способен ответить на вопросы.</p>		
5	8	Промежуточная аттестация	Дифференцированный зачет	-	15	<p>Студенту выдается билет, содержащий 3 практических задания. Каждое задание оценивается по пятибалльной шкале: 5 баллов -</p>	дифференцированный зачет

					<p>студент безошибочно решил задание, демонстрирует системные и достаточно глубокие знания, владеет необходимой терминологией; 4 балла - студент в полном объеме решил задание, допущены незначительные неточности; 3 балла - студент не привел полное решение, но в ходе собеседования ответил на дополнительные вопросы; 2 балла - студент не привел полное решение и в ходе собеседования не ответил на дополнительные вопросы по билету; 1 балл - в решениях студент допустил ошибки и не смог их исправить в ходе собеседования; 0 баллов - ответ отсутствует.</p>	
--	--	--	--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
дифференцированный зачет	<p>Оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине проводится на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля. Прохождение всех контрольно-рейтинговых мероприятий текущего контроля обязательно. Если студент желает повысить свой рейтинг, то он проходит мероприятие промежуточной аттестации. Контрольное мероприятие промежуточной аттестации проводится во время дифференцированного зачета в виде решения практических заданий. Студенту выдается билет, содержащий 3 практических задания из разных тем курса. На подготовку дается 1 час, после чего проводится проверка и собеседование.</p>	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ				
		1	2	3	4	5

ПК-6	Умеет: применять методы математического моделирования распространения фронта пламени в сложных химических соединениях	+	+	+	+	+	+
ПК-6	Имеет практический опыт: расчета температуры горения и самовоспламенения многокомпонентных смесей	+	+	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Рябинин, В. К. Математическая теория горения [Текст] курс лекций В. К. Рябинин ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Вычисл. механика сплошных сред ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2014. - 440 с. ил., фот.

#### б) дополнительная литература:

Не предусмотрена

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

1. Физика горения и взрыва науч. журн. Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т гидродинамики им. М. А. Лаврентьева, Ин-т хим. кинетики и горения, Ин-т теорет. и приклад. химии журнал. - Новосибирск, 1965-

#### г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Организация и методическое сопровождение самостоятельной работы студентов: методические указания.

#### из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Организация и методическое сопровождение самостоятельной работы студентов: методические указания.

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	ЭБС издательства Лань	Гельфанд, Б. Е. Водород: параметры горения и взрыва / Б. Е. Гельфанд, О. Е. Попов, Б. Б. Чайванов. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2008. — 288 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/2680">https://e.lanbook.com/book/2680</a>
2	Дополнительная литература	ЭБС издательства Лань	Буданов, В. В. Химическая кинетика : учебное пособие / В. В. Буданов, Т. Н. Ломова, В. В. Рыбкин. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 288 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/42196">https://e.lanbook.com/book/42196</a>

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)
2. Microsoft-Office(бессрочно)
3. Math Works-MATLAB (Simulink R2008a, SYMBOLIC MATH)(бессрочно)

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
Лабораторные занятия	707 (1)	компьютерный класс с пакетом MATLAB