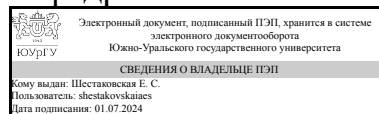


УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



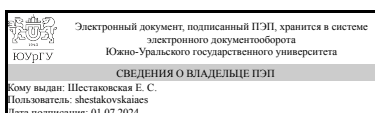
Е. С. Шестаковская

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П0.02 Математические модели в механике сплошных сред
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

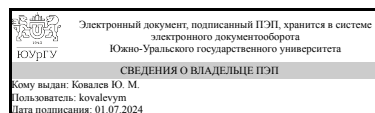
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.03 Механика и математическое моделирование, утверждённым приказом Минобрнауки от 10.01.2018 № 10

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



Е. С. Шестаковская

Разработчик программы,
д.физ.-мат.н., проф., профессор



Ю. М. Ковалев

1. Цели и задачи дисциплины

Цель курса «Математические модели механики сплошной среды» - получение фундаментальных знаний в области математического моделирования динамических процессов в сплошных средах. Конкретные задачи курса сводятся к следующему: • Получение навыков математического и механического подходов к проблеме моделирования разнообразных физических явлений: умение логически мыслить, формулировать математические модели и постановки задач, проводить анализ уравнений и построение решений, применять полученные знания для решения актуальных практических задач.

Краткое содержание дисциплины

Основные понятия и законы термодинамики. Гидростатика. Гидродинамика вязкой жидкости. Турбулентность. Модели упругих сред. Деформируемые твердые тела. Теория размерности.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-14 Уметь использовать математические модели и владеть математическим и методами расчетов задач механики сплошных сред	Знает: основы математических моделей механики сплошных сред Имеет практический опыт: использования математических моделей и методов решения задач механики жидкости и газа

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Гидрогазодинамика	Практикум по горению и взрыву, Производственная практика (преддипломная) (8 семестр)

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

Дисциплина	Требования
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., 72,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		7	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<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>	35,5	35,5	
Подготовка к экзамену	10	10	
Подготовка к практическим работам и устным опросам	25,5	25,5	
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	Основные понятия и законы термодинамики	10	6	4	0
2	Гидростатика	14	6	8	0
3	Гидродинамика вязкой жидкости	14	6	8	0
4	Турбулентность	6	2	4	0
5	Модели упругих сред	12	8	4	0
6	Деформируемые твердые тела	4	2	2	0
7	Теория размерности	4	2	2	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1-2	1	Основные понятия и законы термодинамики, первое и второе начала термодинамики. Уравнение производства энтропии, принцип Онзагера. Термодинамические потенциалы.	3
2-3	1	Модели жидкостей и газов. Совершенный газ. Линейно-вязкие и теплопроводные жидкости и газы.	3
4-5	2	Гидростатика, закон Архимеда. Гидромеханика идеальной жидкости, интеграл Бернулли, интеграл Коши-Лагранжа, явление кавитации. Постановка плоских задач о течении идеальной несжимаемой жидкости, обтекание цилиндра с циркуляцией, Сила Жуковского. Неустановившееся движение сферы в жидкости, парадокс Даламбера.	3
5-6	2	Распространение волн малой амплитуды в идеальном газе, эффект Доплера. Волны Римана. Сопло Лавая.	3
7-8	3	Гидродинамика вязкой жидкости. Стационарные течения Куэтта и Пуазейля.	3
8-9	3	Приближение Стокса, обтекание шара. Уравнения пограничного слоя на плоской пластине.	3

10	4	Тубулентность. Критерий Рейнольдса. Уравнения Рейнольдса. Полуэмпирические теории турбулентности.	2
11	5	Полная система уравнений нелинейной теории упругости. Изотропная линейная термоупругая среда.	2
12	5	Линейная теория упругости. Постановка задач в перемещениях и напряжениях. Уравнения Бельтрами-Мичелла. Принцип Сен-Венана. Плоские задачи теории упругости. Плоское деформированное состояние, обобщенное плоское напряженное состояние, функция напряжений Эри.	2
13	5	Приближенные методы решения задач, основанные на применении вариационного принципа.	2
14	5	Волны в безграничной упругой среде. Поверхностные волны Рэлея.	2
15	6	Модели вязкоупругих сред. Пластичность, ползучесть, релаксация. Основные понятия теории пластичности. Идеально-пластические тела и тела с упрочнением. Условия пластичности Треска и Мизеса.	2
16	7	Теория размерности и моделирование механических явлений. Пи-теорема, определяющие параметры, критерии подобия. Применение теории размерности для нахождения аналитических и численных решений, физического моделирования и обработки экспериментов.	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1-2	1	Решение задач по темам: Основные понятия и законы термодинамики, первое и второе начала термодинамики. Уравнение производства энтропии, принцип Онзагера. Термодинамические потенциалы. Модели жидкостей и газов. Совершенный газ. Линейно-вязкие и теплопроводные жидкости и газы. Практическая работа №1.	4
3-5	2	Решение задач по темам: Гидростатика, закон Архимеда. Гидромеханика идеальной жидкости, интеграл Бернулли, интеграл Коши-Лагранжа, явление кавитации. Постановка плоских задач о течении идеальной несжимаемой жидкости, обтекание цилиндра с циркуляцией, Сила Жуковского. Неустановившееся движение сферы в жидкости, парадокс Даламбера. Практическая работа №2. Устный опрос № 1	6
6	2	Решение задач по темам: Распространение волн малой амплитуды в идеальном газе, эффект Доплера. Волны Римана. Сопло Лавалья. Практическая работа №3.	2
7-8	3	Решение задач по темам: Гидродинамика вязкой жидкости. Стационарные течения Куэтта и Пуазейля. Практическая работа №4.	4
9-10	3	Решение задач по темам: Приближение Стокса, обтекание шара. Уравнения пограничного слоя на плоской пластине. Устный опрос №2	4
11-12	4	Решение задач по темам: Тубулентность. Критерий Рейнольдса. Уравнения Рейнольдса. Полуэмпирические теории турбулентности. Практическая работа №5.	4
13	5	Решение задач по темам: Полная система уравнений нелинейной теории упругости. Изотропная линейная термоупругая среда. Практическая работа №6.	2
14	5	Решение задач по темам: Линейная теория упругости. Постановка задач в перемещениях и напряжениях. Уравнения Бельтрами-Мичелла. Принцип Сен-Венана. Плоские задачи теории упругости. Плоское деформированное состояние, обобщенное плоское напряженное состояние, функция напряжений Эри. Приближенные методы решения задач, основанные на	2

		применении вариационного принципа. Волны в безграничной упругой среде. Поверхностные волны Рэлея. Устный опрос №3	
15	6	Решение задач по темам: Модели вязкоупругих сред. Пластичность, ползучесть, релаксация. Основные понятия теории пластичности. Идеально-пластические тела и тела с упрочнением. Условия пластичности Треска и Мизеса. Практическая работа №7.	2
16	7	Решение задач по темам: Теория размерности и моделирование механических явлений. Пи-теорема, определяющие параметры, критерии подобия. Применение теории размерности для нахождения аналитических и численных решений, физического моделирования и обработки экспериментов. Практическая работа №8. Устный опрос №4	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 экзамену	ПУМД осн. лит. 1. ПУМД доп. лит. 1. ПУМД доп. лит. 2. ЭУМД осн. лит. 1, разд. 1-3. ЭУМД доп. лит. 2, с. 123-242.	7	10
Подготовка к практическим работам и устным опросам	ПУМД осн. лит. 1. ПУМД доп. лит. 1, гл. 1-5,7. ПУМД доп. лит. 2, гл. 8-11. ЭУМД осн. лит. 1, разд. 1-3. ЭУМД доп. лит. 2, с. 123-242.	7	25,5

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	7	Текущий контроль	Практическая работа № 1	1	10	Работа содержит две задачи. Каждая задача оценивается по пятибалльной шкале: 5 баллов – задача решена верно, студент может объяснить полученное решение; 4 балла – задача решена верно, но имеются недочёты или незначительные ошибки; 3 балла – задача решена с ошибками, верно записаны основные соотношения, но студент не смог их применить; 2 балла	экзамен

						– задача решена не верно, ход решения выбран верный, имеются ошибки в формулах; 1 балл – задача не решена, но верно записаны основные формулы; 0 баллов – решение не предоставлено.	
2	7	Текущий контроль	Практическая работа № 2	1	10	Работа содержит две задачи. Каждая задача оценивается по пятибалльной шкале: 5 баллов – задача решена верно, студент может объяснить полученное решение; 4 балла – задача решена верно, но имеются недочёты или незначительные ошибки; 3 балла – задача решена с ошибками, верно записаны основные соотношения, но студент не смог их применить; 2 балла – задача решена не верно, ход решения выбран верный, имеются ошибки в формулах; 1 балл – задача не решена, но верно записаны основные формулы; 0 баллов – решение не предоставлено.	экзамен
3	7	Текущий контроль	Устный опрос №1	1	10	Опрос содержит два теоретических вопроса. Каждый вопрос оценивается по пятибалльной шкале: дан полный ответ на вопрос - 5 баллов; дан полный ответ на вопрос, но имеются неточности в ответе - 4 балла; дан неполный ответ на вопрос, выделены основные положения - 3 балла; дан неполный ответ на вопрос, допущены 1-2 негрубые ошибки - 2 балла; дан неполный ответ на вопрос, допущены грубые ошибки - 1 балл; ответ отсутствует - 0 баллов.	экзамен
4	7	Текущий контроль	Практическая работа № 3	1	10	Работа содержит две задачи. Каждая задача оценивается по пятибалльной шкале: 5 баллов – задача решена верно, студент может объяснить полученное решение; 4 балла – задача решена верно, но имеются недочёты или незначительные ошибки; 3 балла – задача решена с ошибками, верно записаны основные соотношения, но студент не смог их применить; 2 балла – задача решена не верно, ход решения выбран верный, имеются ошибки в формулах; 1 балл – задача не решена, но верно записаны основные формулы; 0 баллов – решение не предоставлено.	экзамен
5	7	Текущий контроль	Практическая работа № 4	1	10	Работа содержит две задачи. Каждая задача оценивается по пятибалльной шкале: 5 баллов – задача решена верно, студент может объяснить полученное решение; 4 балла – задача решена верно, но имеются недочёты или незначительные ошибки; 3 балла – задача решена с ошибками, верно	экзамен

						записаны основные соотношения, но студент не смог их применить; 2 балла – задача решена не верно, ход решения выбран верный, имеются ошибки в формулах; 1 балл – задача не решена, но верно записаны основные формулы; 0 баллов – решение не предоставлено.	
6	7	Текущий контроль	Устный опрос №2	1	10	Опрос содержит два теоретических вопроса. Каждый вопрос оценивается по пятибалльной шкале: дан полный ответ на вопрос - 5 баллов; дан полный ответ на вопрос, но имеются неточности в ответе - 4 балла; дан неполный ответ на вопрос, выделены основные положения - 3 балла; дан неполный ответ на вопрос, допущены 1-2 негрубые ошибки - 2 балла; дан неполный ответ на вопрос, допущены грубые ошибки - 1 балл; ответ отсутствует - 0 баллов.	экзамен
7	7	Текущий контроль	Практическая работа № 5	1	10	Работа содержит две задачи. Каждая задача оценивается по пятибалльной шкале: 5 баллов – задача решена верно, студент может объяснить полученное решение; 4 балла – задача решена верно, но имеются недочёты или незначительные ошибки; 3 балла – задача решена с ошибками, верно записаны основные соотношения, но студент не смог их применить; 2 балла – задача решена не верно, ход решения выбран верный, имеются ошибки в формулах; 1 балл – задача не решена, но верно записаны основные формулы; 0 баллов – решение не предоставлено.	экзамен
8	7	Текущий контроль	Практическая работа № 6	1	10	Работа содержит две задачи. Каждая задача оценивается по пятибалльной шкале: 5 баллов – задача решена верно, студент может объяснить полученное решение; 4 балла – задача решена верно, но имеются недочёты или незначительные ошибки; 3 балла – задача решена с ошибками, верно записаны основные соотношения, но студент не смог их применить; 2 балла – задача решена не верно, ход решения выбран верный, имеются ошибки в формулах; 1 балл – задача не решена, но верно записаны основные формулы; 0 баллов – решение не предоставлено.	экзамен
9	7	Текущий контроль	Устный опрос №3	1	10	Опрос содержит два теоретических вопроса. Каждый вопрос оценивается по пятибалльной шкале: дан полный ответ на вопрос - 5 баллов; дан полный ответ на вопрос, но имеются неточности в ответе - 4 балла; дан	экзамен

						неполный ответ на вопрос, выделены основные положения - 3 балла; дан неполный ответ на вопрос, допущены 1-2 негрубые ошибки - 2 балла; дан неполный ответ на вопрос, допущены грубые ошибки - 1 балл; ответ отсутствует - 0 баллов.	
10	7	Текущий контроль	Практическая работа № 7	1	10	Работа содержит две задачи. Каждая задача оценивается по пятибалльной шкале: 5 баллов – задача решена верно, студент может объяснить полученное решение; 4 балла – задача решена верно, но имеются недочёты или незначительные ошибки; 3 балла – задача решена с ошибками, верно записаны основные соотношения, но студент не смог их применить; 2 балла – задача решена не верно, ход решения выбран верный, имеются ошибки в формулах; 1 балл – задача не решена, но верно записаны основные формулы; 0 баллов – решение не предоставлено.	экзамен
11	7	Текущий контроль	Практическая работа № 8	1	10	Практическая работа содержит два задания, каждое из которых оценивается по 5 баллов. Работа выполнена верно - 5 баллов; работа выполнена верно, но имеются недочеты не влияющие на конечный результат - 4 балла; в работе допущены 1-2 ошибки - 3 балла; в работе допущено 3 ошибки - 2 балла; в работе допущено более трёх ошибок - 1 балл; работа не представлена - 0 баллов	экзамен
12	7	Текущий контроль	Устный опрос №4	1	10	Опрос содержит два теоретических вопроса. Каждый вопрос оценивается по пятибалльной шкале: дан полный ответ на вопрос - 5 баллов; дан полный ответ на вопрос, но имеются неточности в ответе - 4 балла; дан неполный ответ на вопрос, выделены основные положения - 3 балла; дан неполный ответ на вопрос, допущены 1-2 негрубые ошибки - 2 балла; дан неполный ответ на вопрос, допущены грубые ошибки - 1 балл; ответ отсутствует - 0 баллов.	экзамен
13	7	Промежуточная аттестация	Экзаменационная работа	-	15	Билет содержит три теоретических вопроса. Каждый вопрос оценивается по пятибалльной шкале: 5 баллов - студент безошибочно ответил на вопрос, демонстрирует системные и достаточно глубокие знания, владеет необходимой терминологией; 4 балла - студент в полном объеме ответил на вопрос, допущены незначительные неточности; 3 балла - студент дал	экзамен

						неполный ответ на вопрос, но в ходе собеседования ответил на дополнительные вопросы по билету; 2 балла - студент дал неполный ответ на вопрос, в ходе собеседования не ответил на дополнительные вопросы по билету; 1 балл - в ответах студент допустил ошибки и не смог их исправить в ходе собеседования; 0 баллов - ответ отсутствует.	
--	--	--	--	--	--	---	--

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	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, он проходит мероприятие промежуточной аттестации. Контрольное мероприятие промежуточной аттестации проводится во время экзамена в виде устного опроса. Студенту выдается билет, содержащий 3 вопроса из разных тем курса. Студенту дается 60 минут на подготовку ответов. Затем студент озвучивает свои ответы.	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	8	9	10	11	12	13	
ПК-14	Знает: основы математических моделей механики сплошных сред	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-14	Имеет практический опыт: использования математических моделей и методов решения задач механики жидкости и газа	+	+		+	+		+	+		+	+			

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

- Ковалев, Ю. М. Введение в математические модели механики сплошных сред [Текст : непосредственный] учеб. пособие по направлению "Механика и мат. моделирование" и др. Ю. М. Ковалев, В. Ф. Куропатенко ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Вычисл. механика ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2020. - 80, [2] с. ил.

б) дополнительная литература:

- Седов, Л. И. Механика сплошной среды Т. 1 Учебник для ун-тов и вузов: В 2 т. - 4-е изд., испр. и доп. - М.: Наука, 1983. - 528 с. ил.

2. Седов, Л. И. Механика сплошной среды Т. 2 Учебник для ун-тов и втузов. - 4-е изд., испр. и доп. - М.: Наука, 1984. - 560 с. ил.

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

1. 1. «Доклады РАН»
2. 2. «Известия РАН. Механика жидкости и газа»
3. 3. «Прикладная механика и техническая физика»
4. 4. «Журнал вычислительной математики и математической физики»
5. 5. Вестник Южно-Уральского Государственного Университета

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Методические рекомендации для СРС

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Методические рекомендации для СРС

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Андреев, В.К. Математические модели механики сплошных сред. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 240 с. http://e.lanbook.com/book/67464
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Победря, Б.Е. Основы механики сплошной среды. Курс лекций. [Электронный ресурс] / Б.Е. Победря, Д.В. Георгиевский. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2006. — 272 с. http://e.lanbook.com/book/47548

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(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
Лекции	708а (1)	компьютер, проектор, экран