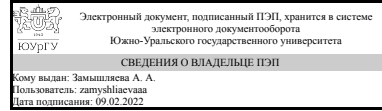


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
Институт естественных и точных
наук



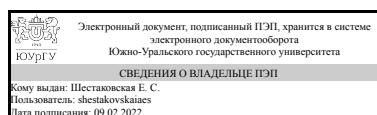
А. А. Замышляева

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П1.03 Математические модели в механике сплошных сред
для направления 01.03.03 Механика и математическое моделирование
уровень Бакалавриат
профиль подготовки Механика и математическое моделирование жидкости, газа и плазмы
форма обучения очная
кафедра-разработчик Вычислительная механика

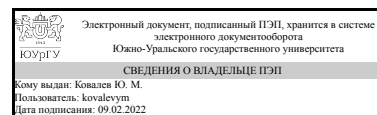
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.03 Механика и математическое моделирование, утверждённым приказом Минобрнауки от 10.01.2018 № 10

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



Е. С. Шестаковская

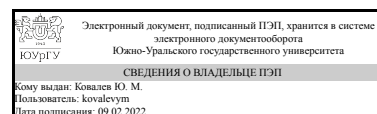
Разработчик программы,
д.физ.-мат.н., проф., профессор



Ю. М. Ковалев

СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной
программы
д.физ.-мат.н., проф.



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. Взаимодействие сплошных сред с электромагнитным полем.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-7 Уметь использовать математические модели и владеть математическими методами расчетов задач механики жидкости, газа и плазмы.	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
Гидромеханика	Не предусмотрены

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

Дисциплина	Требования
Гидромеханика	Знает: математические модели гидромеханики Умеет: Имеет практический опыт: проведения типовых гидродинамических расчётов

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 з.е., 180 ч., 108,75 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
--------------------	-------------	------------------------------------

		Номер семестра	
		6	7
Общая трудоёмкость дисциплины	180	72	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	96	48	48
Лекции (Л)	48	24	24
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	48	24	24
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	71,25	19,75	51,5
с применением дистанционных образовательных технологий	0		
Подготовка к практическим работам и устным опросам	35,25	10,75	24,5
Подготовка к экзамену	27	0	27
Подготовка к зачету	9	9	0
Консультации и промежуточная аттестация	12,75	4,25	8,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет	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	32	18	14	0
6	Деформируемые твердые тела	8	4	4	0
7	Теория размерности	4	2	2	0
8	Взаимодействие сплошных сред с электромагнитным полем	8	4	4	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	3

		плоской пластине.	
10-11	4	Турбулентность. Критерий Рейнольдса. Уравнения Рейнольдса. Полуэмпирические теории турбулентности.	2
12-14	5	Полная система уравнений нелинейной теории упругости. Изотропная линейная термоупругая среда.	6
15	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
16	5	Приближенные методы решения задач, основанные на применении вариационного принципа.	2
17-19	5	Задача о кручении круглого стержня. Задача Ламе о трубе под действием внутреннего и внешнего давлений. Задача о чистом изгибе балки. Методы сопротивления материалов в задаче об изгибе балки.	6
20	5	Волны в безграничной упругой среде. Поверхностные волны Рэлея.	2
21-22	6	Модели вязкоупругих сред. Пластичность, ползучесть, релаксация. Основные понятия теории пластичности. Идеально-пластические тела и тела с упрочнением. Условия пластичности Треска и Мизеса.	2
23	6	Деформационные теории и теории течения. Ассоциированный закон. Задача о кручении упруго-пластического стержня.	2
24	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
25	8	Взаимодействие сплошных сред с электромагнитным полем. Уравнения Максвелла. Проводимость, поляризация, намагничивание среды. Действие электромагнитного поля на сплошную среду.	2
26	8	Уравнения магнитной гидродинамики. Уравнения электродинамики. Проводимость, поляризация, намагничивание среды. Действие электромагнитного поля на сплошную среду.	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. Устный опрос № 1.	6
6	2	Решение задач по темам: Распространение волн малой амплитуды в идеальном газе, эффект Доплера. Волны Римана. Сопло Лавалю. Практическая работа №2.	2
7-9	3	Решение задач по темам: Гидродинамика вязкой жидкости. Стационарные течения Куэтта и Пуазейля.	4
10-11	3	Решение задач по темам: Приближение Стокса, обтекание шара. Уравнения	4

		пограничного слоя на плоской пластине. Практическая работа №3.	
12-13	4	Решение задач по темам: Турбулентность. Критерий Рейнольдса. Уравнения Рейнольдса. Полуэмпирические теории турбулентности. Практическая работа №4.	4
14-15	5	Решение задач по темам: Полная система уравнений нелинейной теории упругости. Изотропная линейная термоупругая среда.	4
16	5	Решение задач по темам: Линейная теория упругости. Постановка задач в перемещениях и напряжениях. Уравнения Бельтрами-Мичелла.	2
17	5	Решение задач по темам: Принцип Сен-Венана. Плоские задачи теории упругости. Плоское деформированное состояние, обобщенное плоское напряженное состояние, функция напряжений Эри.	2
18	5	Решение задач по темам: Приближенные методы решения задач, основанные на применении вариационного принципа.	2
19	5	Решение задач по темам: Задача о кручении круглого стержня. Задача Ламе о трубе под действием внутреннего и внешнего давлений. Задача о чистом изгибе балки. Методы сопротивления материалов в задаче об изгибе балки.	2
20	5	Решение задач по темам: Волны в безграничной упругой среде. Поверхностные волны Рэлея. Практическая работа №5.	2
21-22	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. Устный опрос № 2.	2
23	6	Решение задач по темам: Деформационные теории и теории течения. Ассоциированный закон. Задача о кручении упруго-пластического стержня. Практическая работа №6.	2
24	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 №7.	2
25	8	Решение задач по темам: Взаимодействие сплошных сред с электромагнитным полем. Уравнения Максвелла.	2
26	8	Решение задач по темам: Проводимость, поляризация, намагничивание среды. Действие электромагнитного поля на сплошную среду. Уравнения магнитной гидродинамики. Уравнения электродинамики. Практическая работа №8.	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 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	24,5
Подготовка к экзамену	ПУМД осн. лит. 1. ПУМД доп. лит. 1. ПУМД доп. лит. 2. ЭУМД осн. лит. 1,	7	27

	разд. 1-3. ЭУМД доп. лит. 2, с. 123-242.		
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.	6	10,75
Подготовка к зачету	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.	6	9

6. Текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация

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	6	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 – 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.	зачет
2	6	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.	зачет
3	6	Текущий контроль	Практическая работа № 3	1	10	Работа содержит две задачи. Каждая задача оценивается по пятибалльной	зачет

						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.	
4	6	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 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.	зачет
5	6	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.	зачет
6	6	Промежуточная аттестация	Зачет	-	10	Билет содержит два 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 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	зачет

						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.	
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	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
10	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	экзамен

						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	
11	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
12	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 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.	экзамен

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 и промежуточной аттестации. Прохождение всех контрольно-рейтинговых мероприятий текущего контроля обязательно. Контрольное мероприятие промежуточной аттестации проводится во время экзамена в виде устного опроса и является обязательным. 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
зачет	Оценивание учебной деятельности обучающихся по	В соответствии с

	<p>дисциплине проводится на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации. Прохождение всех контрольно-рейтинговых мероприятий текущего контроля обязательно.</p> <p>Контрольное мероприятие промежуточной аттестации проводится во время зачета в виде устного опроса и является обязательным. Студенту выдается билет, содержащий 2 вопроса из разных тем курса. Студенту дается 40 минут на подготовку ответов. Затем студент озвучивает свои ответы.</p>	<p>пп. 2.5, 2.6 Положения</p>
--	--	-----------------------------------

6.3. Оценочные материалы

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ПК-7	Знает: основы математических моделей механики сплошных сред	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-7	Имеет практический опыт: использования математических моделей и методов решения задач механики жидкости и газа	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Фонды оценочных средств по каждому контрольному мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. 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:

1. Седов, Л. И. Механика сплошной среды Т. 1 Учебник для ун-тов и втузов: 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. «Доклады РАН»
2. «Известия РАН. Механика жидкости и газа»
3. «Прикладная механика и техническая физика»
4. «Журнал вычислительной математики и математической физики»
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	708a (1)	компьютер, проектор, экран