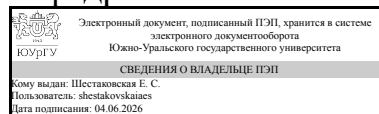


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



Е. С. Шестаковская

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** 1.Ф.М1.08.02 Математическое моделирование многокомпонентных газовых смесей

**для направления** 03.04.01 Прикладные математика и физика

**уровень** Магистратура

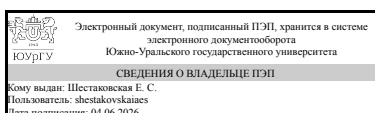
**магистерская программа** Физическая и химическая механика сплошных сред

**форма обучения** очная

**кафедра-разработчик** Вычислительная механика

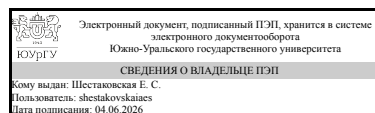
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 03.04.01 Прикладные математика и физика, утверждённым приказом Минобрнауки от 07.08.2020 № 898

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



Е. С. Шестаковская

Разработчик программы,  
к.физ.-мат.н., доц., заведующий  
кафедрой



Е. С. Шестаковская

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью данной дисциплины является изучение основ механики многокомпонентных и многофазных сред и методов математического моделирования быстропротекающих процессов в многокомпонентных средах. Задачами дисциплины являются ознакомление с моделями многокомпонентных сред, численными методами и получение навыков в решении конкретных задач механики многокомпонентных сред

## Краткое содержание дисциплины

Законы сохранения для многокомпонентной среды. Основные соотношения. Математическое моделирование задач механики газовых смесей.

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

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)                                                                                                                                                                          | Планируемые результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-1 Способен самостоятельно и (или) в составе исследовательской группы разрабатывать, исследовать и применять математические модели для качественного и количественного описания явлений и процессов механики сплошных сред | Знает: математические модели многокомпонентных газовых смесей; численные методы механики сплошных сред<br>Умеет: применять изученные математические модели для описания многокомпонентных газовых смесей<br>Имеет практический опыт: компьютерного моделирования задач механики многокомпонентных газовых смесей |

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана | Перечень последующих дисциплин, видов работ                   |
|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Нет                                                           | Физика взрыва и удара,<br>Теория детонации,<br>Теория горения |

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            |
| Аудиторные занятия:                                                        | 64   | 64             |
| Лекции (Л)                                                                 | 16   | 16             |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 48   | 48             |
| Лабораторные работы (ЛР)                                                   | 0    | 0              |
| Самостоятельная работа (СРС)                                               | 69,5 | 69,5           |
| Подготовка к практическим работам                                          | 51,5 | 51,5           |
| Подготовка к экзамену                                                      | 18   | 18             |
| 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         | Законы сохранения для многокомпонентной среды. Основные соотношения. | 20                                        | 12 | 8  | 0  |
| 2         | Математическое моделирование задач механики газовых смесей           | 44                                        | 4  | 40 | 0  |

### 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия                                                                                                                                                                                                        | Кол-во часов |
|----------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1        | 1         | Классификация многофазных (гетерогенных, неоднородных) сред. Основные принципы построения математических моделей. Гипотезы теории многофазного континуума. Среднеобъемные, среднемассовые и среднерасходные характеристики сплошной среды.                     | 2            |
| 2        | 1         | Диффузионное приближение для гомогенных смесей. Особенности математического описания гетерогенных смесей. Уравнения сохранения массы для составляющих и смеси в целом. Интенсивность фазового перехода.                                                        | 2            |
| 3        | 1         | Уравнение импульса. Межфазные силы. Уравнение (движения) импульса. Уравнение импульса. Интенсивность обмена импульсами. Сила межфазного взаимодействия. Функция давления в двухфазной среде. Условия совместного деформирования.                               | 2            |
| 4        | 1         | Уравнение энергии. Межфазный теплообмен. Условие локального термодинамического равновесия. Внутренняя энергия, кинетическая энергия и полная энергия фаз и смеси в целом. Межфазный обмен энергией (работа межфазных сил, теплопередача на межфазной границе). | 2            |
| 5        | 1         | Замыкающие соотношения. Уравнения состояния. Уравнение состояния для давления и внутренней энергии для газовой и жидкой фаз.                                                                                                                                   | 2            |
| 6        | 1         | Уравнение диффузии. Гомогенное приближение. Тепло- и массообмен. Уравнения диффузии в двухкомпонентной газовой и однокомпонентной конденсированной фазах.                                                                                                      | 2            |
| 7        | 2         | Метод Куропатенко для описания ударно-волновых процессов в лагранжевых координатах                                                                                                                                                                             | 2            |
| 8        | 2         | Метод крупных частиц для описания ударно-волновых процессов в                                                                                                                                                                                                  | 2            |

|  |                       |  |
|--|-----------------------|--|
|  | эйлеровых координатах |  |
|--|-----------------------|--|

## 5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара                             | Кол-во часов |
|-----------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1-2       | 1         | Построение математической модели многокомпонентной газовой смеси в лагранжевых координатах      | 4            |
| 3-4       | 1         | Построение математической модели многокомпонентной газовой смеси в эйлеровых координатах        | 4            |
| 5-7       | 2         | Рассчитать распространение волны разрежения в смеси двух газов методом Куропатенко              | 6            |
| 8-10      | 2         | Рассчитать распространение волны разрежения в смеси двух газов методом Куропатенко              | 6            |
| 11-13     | 2         | Рассчитать распространение волны разрежения в смеси двух газов методом крупных частиц           | 6            |
| 14-16     | 2         | Рассчитать распространение волны разрежения в смеси двух газов методом крупных частиц           | 6            |
| 17-18     | 2         | Рассчитать распространение стационарной ударной волны в смеси двух газов методом Куропатенко    | 4            |
| 19-20     | 2         | Рассчитать распространение стационарной ударной волны в смеси двух газов методом Куропатенко    | 4            |
| 21-22     | 2         | Рассчитать распространение стационарной ударной волны в смеси двух газов методом крупных частиц | 4            |
| 23-24     | 2         | Рассчитать распространение стационарной ударной волны в смеси двух газов методом крупных частиц | 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 работам | ПУМД доп.лит. 2 гл.1 стр. 18-127; ПУМД доп.лит. 3 гл.1,2,3; ПУМД осн.лит. 1 гл. 4 стр. 127-145; ПУМД доп.лит.1. ЭУМД осн.лит.2. гл. 1,2,6-9; ЭУМД доп.лит. 1 гл.3 стр.133-180. | 1       | 51,5         |
| Подготовка к экзамену             | ПУМД доп.лит. 2 гл.1 стр. 18-127; ПУМД доп.лит. 3 гл.1,2,3; ПУМД осн.лит. 1 гл. 4 стр. 127-145; ПУМД доп.лит.1. ЭУМД осн.лит.2. гл. 1,2,6-9; ЭУМД доп.лит. 1 гл.3 стр.133-180. | 1       | 18           |

## 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 | Практическая работа №1            | 1   | 5          | 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          |
| 2    | 1        | Текущий контроль | Практическая работа №2            | 1   | 5          | 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          |
| 3    | 1        | Текущий контроль | практическая работа №3            | 1   | 5          | Показатели оценивания:<br>1. Оценка программы: 2 балла – разработанная программа выполнена без погрешностей и замечаний, правильно решает поставленную задачу, студент без затруднений смог пояснить программный код; 1 балл – разработанная программа выполнена без существенных погрешностей и замечаний, правильно решает поставленную задачу, студент испытывал затруднения, поясняя программный код; 0 баллов- разработанная программа не работает или неправильно решает поставленную задачу или студент самостоятельно разработал программу и неспособен пояснить программный код.<br>2. Качество и защита отчета: 3 балла - Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при описании теории, формулирует собственные обоснованные выводы, представляет полные и развернутые ответы на дополнительные вопросы; 2 балла - Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при описании теории, формулирует собственные обоснованные | экзамен          |

|   |   |                  |                        |   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |         |
|---|---|------------------|------------------------|---|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|   |   |                  |                        |   |   | <p>выводы, допуская незначительные ошибки при ответе на дополнительные вопросы: 1 балл - Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом на допустимом уровне, отсутствуют ошибки при описании теории, испытывает затруднения в формулировке собственных обоснованных выводов, допуская незначительные ошибки при ответе на дополнительные вопросы; 0 баллов - Работа выполнена полностью. Студент не владеет теоретическим материалом, допуская грубые ошибки, испытывает затруднения в формулировке выводов, неспособен ответить на дополнительные вопросы.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |         |
| 4 | 1 | Текущий контроль | Практическая работа №4 | 1 | 5 | <p>Показатели оценивания:</p> <p>1. Оценка программы: 2 балла – разработанная программа выполнена без погрешностей и замечаний, правильно решает поставленную задачу, студент без затруднений смог пояснить программный код; 1 балл – разработанная программа выполнена без существенных погрешностей и замечаний, правильно решает поставленную задачу, студент испытывал затруднения, поясняя программный код; 0 баллов- разработанная программа не работает или неправильно решает поставленную задачу или студент самостоятельно разработал программу и неспособен пояснить программный код.</p> <p>2. Качество и защита отчета: 3 балла - Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при описании теории, формулирует собственные обоснованные выводы, представляет полные и развернутые ответы на дополнительные вопросы; 2 балла - Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при описании теории, формулирует собственные обоснованные выводы, допуская незначительные ошибки при ответе на дополнительные вопросы: 1 балл - Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом на допустимом уровне, отсутствуют ошибки при описании теории, испытывает затруднения в формулировке собственных обоснованных выводов, допуская незначительные ошибки при ответе на дополнительные вопросы; 0 баллов - Работа выполнена полностью.</p> | экзамен |

|   |   |                  |                        |   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |         |
|---|---|------------------|------------------------|---|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|   |   |                  |                        |   |   | Студент не владеет теоретическим материалом, допуская грубые ошибки, испытывает затруднения в формулировке выводов, неспособен ответить на дополнительные вопросы.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |         |
| 5 | 1 | Текущий контроль | Практическая работа №5 | 1 | 5 | <p>Показатели оценивания:</p> <p>1. Оценка программы: 2 балла – разработанная программа выполнена без погрешностей и замечаний, правильно решает поставленную задачу, студент без затруднений смог пояснить программный код; 1 балл – разработанная программа выполнена без существенных погрешностей и замечаний, правильно решает поставленную задачу, студент испытывал затруднения, поясняя программный код; 0 баллов- разработанная программа не работает или неправильно решает поставленную задачу или студент самостоятельно разработал программу и неспособен пояснить программный код.</p> <p>2. Качество и защита отчета: 3 балла - Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при описании теории, формулирует собственные обоснованные выводы, представляет полные и развернутые ответы на дополнительные вопросы; 2 балла - Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при описании теории, формулирует собственные обоснованные выводы, допуская незначительные ошибки при ответе на дополнительные вопросы; 1 балл - Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом на допустимом уровне, отсутствуют ошибки при описании теории, испытывает затруднения в формулировке собственных обоснованных выводов, допуская незначительные ошибки при ответе на дополнительные вопросы; 0 баллов - Работа выполнена полностью. Студент не владеет теоретическим материалом, допуская грубые ошибки, испытывает затруднения в формулировке выводов, неспособен ответить на дополнительные вопросы.</p> | экзамен |
| 6 | 1 | Текущий контроль | Практическая работа №6 | 1 | 5 | <p>Показатели оценивания:</p> <p>1. Оценка программы: 2 балла – разработанная программа выполнена без погрешностей и замечаний, правильно решает поставленную задачу, студент без затруднений смог пояснить программный</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | экзамен |

|   |   |                          |         |   |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |         |
|---|---|--------------------------|---------|---|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|   |   |                          |         |   |    | <p>код; 1 балл – разработанная программа выполнена без существенных погрешностей и замечаний, правильно решает поставленную задачу, студент испытывал затруднения, поясняя программный код; 0 баллов- разработанная программа не работает или неправильно решает поставленную задачу или студент самостоятельно разработал программу и неспособен пояснить программный код.</p> <p>2. Качество и защита отчета: 3 балла - Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при описании теории, формулирует собственные обоснованные выводы, представляет полные и развернутые ответы на дополнительные вопросы; 2 балла - Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при описании теории, формулирует собственные обоснованные выводы, допуская незначительные ошибки при ответе на дополнительные вопросы: 1 балл - Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом на допустимом уровне, отсутствуют ошибки при описании теории, испытывает затруднения в формулировке собственных обоснованных выводов, допуская незначительные ошибки при ответе на дополнительные вопросы; 0 баллов - Работа выполнена полностью. Студент не владеет теоретическим материалом, допуская грубые ошибки, испытывает затруднения в формулировке выводов, неспособен ответить на дополнительные вопросы.</p> |         |
| 7 | 1 | Промежуточная аттестация | Экзамен | - | 10 | <p>Билет содержит два теоретических вопроса. Каждый вопрос оценивается по пятибалльной шкале: 5 баллов - студент безошибочно ответил на все вопросы, демонстрирует системные и достаточно глубокие знания, владеет необходимой терминологией ; 4 балла - студент в полном объеме ответил на все вопросы, допущены незначительные неточности; 3 балла - студент дал неполные ответы на вопросы, но в ходе собеседования ответил на дополнительные вопросы по билету ; 2 балла - студент дал неполные ответы на вопросы, в ходе собеседования не ответил на дополнительные вопросы по билету; 1 балл - в ответах студент допустил ошибки и не смог их исправить в ходе</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | экзамен |

|  |  |  |  |  |                                               |  |
|--|--|--|--|--|-----------------------------------------------|--|
|  |  |  |  |  | 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 рейтинг студента по текущему контролю менее 60% или студент желает повысить оценку, тогда он проходит мероприятие промежуточной аттестации. Контрольное мероприятие промежуточной аттестации проводится во время экзамена в виде устного опроса. Студенту выдается билет, содержащий 2 вопроса из разных тем курса. Студенту дается 40 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 |
| ПК-1        | Знает: математические модели многокомпонентных газовых смесей; численные методы механики сплошных сред | +    | + | + | + | + | + | + |
| ПК-1        | Умеет: применять изученные математические модели для описания многокомпонентных газовых смесей         | +    | + | + | + | + | + | + |
| ПК-1        | Имеет практический опыт: компьютерного моделирования задач механики многокомпонентных газовых 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. Куропатенко, В. Ф. Основы численных методов механики сплошной среды [Текст] монография В. Ф. Куропатенко ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Вычисл. механика ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2017. - 253, [1] с. граф.

#### б) дополнительная 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.

2. Нигматулин, Р. И. Динамика многофазных сред Ч. 1 В 2 ч. - М.: Наука, 1987. - 464 с. ил.

3. Белоцерковский, О. М. Метод крупных частиц в газовой динамике: Вычисл. эксперимент. - М.: Наука, 1982. - 391 с. Ил.

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

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. методические рекомендации по самостоятельной работе студентов

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. методические рекомендации по самостоятельной работе студентов

### Электронная учебно-методическая документация

| № | Вид литературы            | Наименование ресурса в электронной форме | Библиографическое описание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---|---------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Дополнительная литература | ЭБС издательства Лань                    | Андреев, В. К. Математические модели механики сплошных сред : учебное пособие / В. К. Андреев. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 240 с. — ISBN 978-5-8114-1998-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/212141">https://e.lanbook.com/book/212141</a> (дата обращения: 17.06.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.                                                                      |
| 2 | Основная литература       | ЭБС издательства Лань                    | Темам, Р. Математическое моделирование в механике сплошных сред : учебное пособие / Р. Темам, А. Миранвиль ; перевод с английского И. О. Арушаняна. — 4-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2021. — 323 с. — ISBN 978-5-93208-542-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/166739">https://e.lanbook.com/book/166739</a> (дата обращения: 17.06.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей. |

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)
2. Math Works-MATLAB, Simulink 2013b(бессрочно)
3. 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 |
|---------------------------------|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Практические занятия и семинары | 707 (1) | компьютеры, пакет MATLAB                                                                                                                         |
| Лекции                          | 708a    | мультимедийное оборудование                                                                                                                      |

|  |     |  |
|--|-----|--|
|  | (1) |  |
|--|-----|--|