

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Институт естественных и точных наук
Кафедра «Вычислительная механика»
Направление 03.04.01 «Прикладные математика и физика»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

«Вычислительная механика»

_____ / Шестаковская Е.С. /

« ____ » _____ 2025 г.

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Направление подготовки: 03.04.01 Прикладные математика и физика

Магистерская программа: Физическая и химическая механика сплошных сред

Форма обучения: очная

2025 г.

Вводная часть

Порядок, форма организации и критерии оценивания результатов вступительных испытаний

Вступительное испытание при приеме на обучение по направлению 03.04.01 Прикладная математика и физика, магистерская программа: Физическая и химическая механика сплошных сред (Уровень магистратура) проводится очно в форме электронного тестирования в компьютерном классе университета.

Электронный тест состоит из 84 вопросов разного типа: задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа; задание комбинированного типа с выбором нескольких верных ответов из предложенных; задание закрытого типа на установление последовательности различного уровня сложности, направленных на проверку знаний по алгебре, математическому анализу, методам вычислений, механики сплошных сред, численным методам механики сплошных сред, газовой динамики, теории горения и теории детонации. Время прохождения тестирования – 60 минут.

Вопросы базового уровня сложности оцениваются в 1 балл, вопросы повышенного уровня сложности оцениваются в 2 балла, максимальное количество баллов – 100.

Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания, устанавливается равным 30 баллам.

**Программа вступительного испытания по направлению подготовки
03.04.01 Прикладная математика и физика, магистерская программа: Физическая и
химическая механика сплошных сред (Уровень магистратура)**

Алгебра и геометрия

Методы линейной алгебры; виды и свойства матриц, системы линейных аналитических уравнений, n -мерное линейное пространство, векторы и линейные операции над ними, элементы аналитической геометрии.

Математический анализ

Предел функции. Свойства предела. Правила дифференцирования. Производная суммы, произведения и частного. Производные основных элементарных функций. Производная сложной функции. Понятие первообразной. Неопределенный интеграл, его свойства. Таблица основных формул интегрирования. Непосредственное интегрирование. Основные методы интегрирования: внесение под знак дифференциала, замена переменной, интегрирование по частям. Определенный интеграл.

Методы вычислений

Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей. Численное дифференцирование и интегрирование. Вычислительные методы линейной алгебры. Численные методы решения систем дифференциальных уравнений. Сплайн-аппроксимация, интерполяция, метод конечных элементов.

Механика сплошных сред

Лагранжевы и эйлеровы координаты. Закон сохранения массы. Уравнение неразрывности в переменных Эйлера и Лагранжа. Условие несжимаемости. Массовые и поверхностные, внутренние и внешние силы. Законы сохранения количества движения и моментов количества движения для конечных масс сплошной среды. Дифференциальные уравнения движения и момента количества движения сплошной среды. Работа внутренних поверхностных сил. Закон сохранения энергии, внутренняя энергия. Уравнение притока тепла. Вектор потока тепла. Дифференциальные уравнения энергии и притока тепла. Законы теплопроводности Фурье. Модель идеальной жидкости. Уравнения Эйлера. Полные системы уравнений для идеальной, несжимаемой и сжимаемой жидкостей. Модель вязкой жидкости. Линейно-вязкая (ньютоновская) жидкость. Уравнения Навье – Стокса. Полные системы уравнений для вязкой несжимаемой и сжимаемой жидкостей. Начальные и граничные условия. Определение физического подобия. Критерии подобия. Числа Эйлера, Маха, Фруда, Рейнольдса, Струхала, Прандтля.

Теория горения

Основные представления теории горения: понятие горения, критические явления, критические условия, явления самораспространения пламени. Основные процессы горения: гомогенное, гетерогенное горение и их разновидности. Основные представления химической кинетики: открытые и замкнутые системы, гомогенные и гетерогенные реакции, простые и сложные реакции, стехиометрическое уравнение реакции, скорость химической реакции, закон действующих масс. Каталитические реакции. Автокаталитические реакции. Цепные реакции. Теория теплового самовоспламенения.

Теория детонации

Общая характеристика взрывчатых веществ и основные зависимости. Гидродинамическая теория детонации. Параметры детонации для газовых смесей. Детонация конденсированных взрывчатых веществ. Распределение параметров состояния

продуктов взрыва за фронтом детонационной волны. Режимы детонации. Критический диаметр детонации.

Газовая динамика

Основные понятия газовой динамики. Характеристики уравнений газовой динамики. Инварианты Римана. Специальные модели течения газа. Одномерные установившиеся течения газа. Неустановившиеся одномерные движения. Автомодельные течения газа. Распад произвольного разрыва. Теория ударных волн. Дозвуковые и околзвуковые течения газа. Сверх- и гиперзвуковые течения газа. Течения газа в соплах и диффузорах.

Численные методы механики сплошных сред

Способ получения разностных уравнений. Аппроксимация. Явные и неявные разностные схемы для уравнений переноса и теплопроводности. Прогонка. Устойчивость решения разностного уравнения. Разностные схемы в дифференциальном представлении. Критерий диссипативности. Механизмы диссипации энергии. Методы расчета ударных волн. Метод характеристик.

Литература:

1. Беклемишев, Д. В. Курс аналитической геометрии и линейной алгебры Учеб. для вузов. - 7-е изд., стер. - М.: Высшая школа, 1998. - 319,[1] с. ил.
2. Письменный, Д. Т. Конспект лекций по высшей математике [Текст] полн. курс : учебник Д. Т. Письменного. - 7-е изд. - М.: Айрис-пресс, 2008. - 602, [1] с. ил.
3. Вся высшая математика Т. 1 Учеб. для втузов М. Л. Краснов, А. И. Киселев, Г. И. Макаренко и др. - М.: Эдиториал УРСС, 2000. - 327,[1] с. ил.
4. Апатенок, Р. Ф. Сборник задач по линейной алгебре и аналитической геометрии Учеб. пособие для вузов Ред. В. Т. Воднева. - Минск: Высшая школа, 1990. - 285 с.
5. Сборник задач по математике для втузов В 4 ч. Под ред. А. В. Ефимова, Б. П. Демидовича Ч. 1 Линейная алгебра и основы математического анализа/ В. А. Болгов и др. - 3-е изд., испр. - М.: Наука, 1993. - 478,[1] с. ил.
6. Пискунов, Н. С. Дифференциальное и интегральное исчисления [Текст] Т. 1 учеб. пособие для втузов : в 2 т. Н. С. Пискунов. - Изд. стер. - Москва: Интеграл-Пресс, 2007. - 415 с. ил.
7. Пискунов, Н. С. Дифференциальное и интегральное исчисления Т. 2 Учеб. пособие для втузов. - Изд. стер. - М.: Интеграл-Пресс, 2001. - 544 с. ил.
8. Письменный, Д. Т. Конспект лекций по высшей математике [Текст] учеб. пособие Д. Т. Письменного. - 8-е изд. - М.: Айрис-пресс, 2009. - 602, [1] с. ил.
9. Берман, Г. Н. Сборник задач по курсу математического анализа Учеб. пособие Г. Н. Берман. - 22-е изд., перераб. - СПб.: Профессия, 2005. - 432 с.
10. Калиткин, Н. Н. Численные методы Учеб. пособие для вузов Под ред. А. А. Самарского. - М.: Наука, 1978. - 512 с. ил.
11. Бахвалов, Н. С. Численные методы [Текст] учеб. пособие для физ.-мат. специальностей вузов Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков ; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. - 7-е изд. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2011. - 636 с. ил.
12. 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.
13. 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.
14. Эглит, М. Э. Лекции по основам механики сплошных сред [Текст] М. Э. Эглит. - 5-е изд. - М.: URSS : ЛЕНАНД, 2014. - 206, [1] с. ил.

15. 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.
16. Франк-Каменецкий Д.А. Основы макрокинетики. Диффузия и теплопередача в химической кинетике. - М.: Интеллект, 2008.
17. Варнатц Ю., Маас У., Диббл Р. Горение. Физические и химические аспекты, моделирование, эксперименты, образование загрязняющих веществ. — М.: ФИЗМАТЛИТ. 2006. — 352 с.
18. Физика взрыва : в 2 т. / Андреев С. Г., Бабкин А. В., Баум Ф. А. [и др.] ; ред. Орленко Л. П. - 3-е изд., испр. - М. : Физматлит, 2004.
19. Солоухин Р. И. Ударные волны и детонация в газах.- М.: Физматгиз, 1963.-. 321 с.
20. Зельдович Я. Б., Райзер Ю. П. Физика ударных волн и высокотемпературных гидродинамических явлений. — Изд. 2-е, доп. — М. : Наука, 1966. — 688 с.
21. Фиккет У. Введение в теорию детонации: Пер. с англ. М.: Мир, 1989 -216 с.
22. Абрамович, Г. Н. Прикладная газовая динамика Ч. 1 В 2 ч. - 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Наука, 1991. - 597 с. ил.
23. Овсянников Л. В. Лекции по основам газовой динамики. М.; Ижевск, 2003. 336 стр.
24. Меньщиков В.М., Тешуков В.М. Газовая динамика. Задачи и упражнения. 2-е изд. / Новосиб. гос. ун-т. Новосибирск, 2012. 132 с.
25. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. М.: Наука, 1973. 847 с.
26. 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.
27. Самарский, А. А. Разностные методы решения задач газовой динамики Учеб. пособие для вузов по спец."Прикл. математика". - 3-е изд., доп. - М.: Наука, 1992. - 422,[1] с. ил.
28. Рихтмайер, Р. Д. Разностные методы решения краевых задач Р. Д. Рихтмайер, К. Мортон; Пер. с 2-го англ. изд. Б. М. Будака и др.; Под ред. Б. М. Будака, А. Д. Горбунова. - М.: Мир, 1972. - 418 с. ил.
29. Самарский, А. А. Введение в теорию разностных схем Текст А. А. Самарский. - М.: Наука, 1971. - 552 с. черт.
30. Зализняк, В. Е. Основы вычислительной физики Ч. 1 Введение в конечно-разностные методы В. Е. Зализняк; Науч.-исслед. физ.-техн. ин-т, Краснояр. гос. ун-т; Науч.-исслед. физ.-техн. ин-т; Краснояр. гос. ун-т. - М.; Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2004. - 251 с. ил.