

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова»
Институт математики и информатики
кафедра вычислительных технологий

Принято
Ученым советом ИМИ
Протокол № 9
от 22 марта 2022 г.



Утверждаю
Директор ИМИ
Н.Р. Пинигина
23 марта 2022 г.

ПРОГРАММА

вступительного экзамена по научной специальности:

1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ
отрасль науки: физико-математические науки, технические науки

Уровень высшего образования: подготовка кадров высшей квалификации

Тип образовательной программы: программа подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

Группа специальности: 1.2. Компьютерные науки и информатика

Форма обучения: очная

Якутск, 2022

ПРОГРАММА

вступительного экзамена по научной специальности

1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Пояснительная записка

Программа вступительного экзамена в аспирантуру по специальности 1.2.2. *Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ* предназначена для лиц, желающих пройти обучение в Федеральном государственном автономном учреждении высшего образования "Северо-Восточный федеральный университет".

В программу входят порядок проведения вступительного испытания, критерии оценивания, список вопросов программы, учебно-методическое обеспечение и информационное обеспечение программы.

Порядок проведения вступительных испытаний

Вступительное испытание проводится в форме *экзамена на основе билетов*. Каждый экзаменационный билет содержит по 2 вопроса. Экзамен проходит в *письменной* форме. Подготовка к ответу составляет 1 академический час (60 минут) без перерыва с момента раздачи билетов. Задания оцениваются от 0 до 10 баллов в зависимости от полноты и правильности ответов.

В случае проведения экзамена в дистанционном формате вступительное испытание проводится в режиме видеоконференцсвязи.

Критерии оценивания

Оценка поступающему за письменную работу выставляется в соответствии со следующими критериями:

Отлично (9-10 баллов). Поступающий в аспирантуру уверенно владеет *материалом*, приводит *точные формулировки теорем и других утверждений*, сопровождает их *строгими и полными доказательствами*, уверенно отвечает на дополнительные вопросы программы вступительного испытания.

Хорошо (6-8 баллов). Поступающий в аспирантуру владеет *материалом*, приводит *точные формулировки теорем и других утверждений*, сопровождает их *доказательствами*, в которых допускает отдельные неточности. Отвечает на большинство дополнительных вопросов по программе вступительного испытания.

Удовлетворительно (4-5 баллов). Поступающий в аспирантуру знаком с основным материалом программы, приводит *формулировки теорем и других утверждений*, но допускает некоторые неточности, сопровождает их *доказательствами*, в которых допускает погрешности либо описывает основную схему доказательств без указания деталей. Отвечает на дополнительные вопросы по программе вступительного испытания, допуская отдельные неточности.

Неудовлетворительно (менее 4 баллов). Поступающий в аспирантуру не владеет основным материалом программы, не знаком с основными понятиями, не способен привести *формулировки теорем и других утверждений*, не умеет доказывать теоремы и другие утверждения, не знает даже *схемы доказательств*. Не отвечает на большинство дополнительных вопросов по программе вступительного испытания.

Вопросы программы вступительного экзамена в аспирантуру по специальности

1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

1. Предел числовой последовательности и функции; критерии Коши существования предела. Непрерывные функции: локальные свойства непрерывных функций; свойства функций, заданных на отрезке.
2. Основные теоремы дифференциального исчисления: теоремы Ролля, Лагранжа и Коши о конечных приращениях; формула Тейлора с остаточным членом в форме Лагранжа и Коши.
3. Неопределенный и определенный интеграл, формула Ньютона-Лейбница. Основные приемы интегрирования.
4. Функции многих переменных: пределы, непрерывность; дифференциал и частные производные функции многих переменных; производная по направлению; дифференцирование сложных функций.
5. Числовые ряды: критерий Коши; признаки сходимости; абсолютная и условная сходимость; теорема Римана. Функциональные последовательности и ряды. Ряды Фурье.
6. Поверхностные и криволинейные интегралы. Их взаимосвязь. Элементы теории поля.
7. Необходимые и достаточные условия экстремума функции одной переменной. Экстремум функции многих переменных.
8. Линейное пространство. Линейная зависимость. Базис. Свойства матриц. Определитель матрицы. Обратная и псевдообратная матрицы. Системы линейных уравнений и критерий совместности.
9. Линейные операторы. Собственные векторы и собственные значения квадратной матрицы и симметричной квадратной матрицы. Диагонализация матрицы линейного оператора. Матричные разложения.
10. Векторы, скалярное произведение, нормы. Ортогональность.
11. Прямая линия и плоскость. Линии второго порядка: эллипс, гипербола и парабола. Поверхности второго порядка: эллипсоид; гиперболоид; параболоид, цилиндр; конические сечения.
12. Обыкновенные дифференциальные уравнения: теорема существования и единственности, линейные уравнения первого и второго порядков, однородные уравнения, классификация стационарных точек.
13. Уравнения с частными производными. Классификация уравнений с частными производными второго порядка. Общие понятия об уравнениях математической физики и

их связи с физическими задачами. Классификация уравнений математической физики.

14. Задачи Коши, Дирихле и Неймана для уравнений математической физики.

15. Методы решения основных задач математической физики. Метод разделения переменных.

16. Математическое моделирование. Основные принципы математического моделирования.

17. Понятие «модель», основные свойства моделей, виды математических моделей. Принципы построения математических моделей.

18. Методы исследования математических моделей. Вычислительный эксперимент.

19. Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений.

20. Численные методы решения нелинейных уравнений.

21. Численные методы решения задачи Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений.

22. Основные понятия теории разностных схем: аппроксимация, устойчивость, сходимость. Разностные тождества и неравенства.

23. Численные методы решения краевых задач для эллиптических уравнений.

24. Разностные методы решения нестационарных задач математической физики.

25. Системы и языки программирования. Машинно-ориентированные, проблемно-ориентированные и универсальные языки.

26. Типы данных, способы задания. Константы и переменные. Выражения, операции, операторы. Арифметические и логические операции и операторы.

27. Основы объектно-ориентированного программирования. Инкапсуляция, наследование, полиморфизм.

28. Прикладное программное обеспечение математического моделирования. Математические библиотеки, пакеты прикладных программ.

29. Технологии разработки комплексов прикладных программ.

**Учебно-методическое обеспечение и информационное обеспечение программы
вступительного экзамена в аспирантуру по специальности**

1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Обязательная литература:

1. Калиткин Н.Н. Численные методы. - М.: Наука, 1978. -512 с.
2. Кудрявцев Л.Д. Курс математического анализа: учебник для студентов вузов, обучающихся по естественнонаучным и техническим направлениям специальностям: [В 3т.] - М.: Дрофа, 2003.
3. Курош А.Г. Курс высшей алгебры : учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальностям "Математика", "Прикладная математика" / А. Г. Курош .- Изд. 18-е, стер. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2011 .
4. Михайлов В.П. Дифференциальные уравнения в частных производных. - М.: Наука, 1976. 392 с.
5. Понтрягин Л.С. Обыкновенные дифференциальные уравнения. - М.:Наука, 1998 г.
6. Самарский А.А. Теория разностных схем. - 2-ое изд. - М.: Наука, 1983. -432 с.
7. Самарский А.А., Гулин А.В. Численные методы. - М.: Наука, 1989.- 432 с.
8. Страуструп, Б. Язык программирования С++ / Бьерн Страуструп. — Москва: Бином, 2011.
9. Сузи Р.А. Язык программирования Python. - М.: Бином, 2007.
10. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. - М.: Наука, 1980.

Дополнительная литература:

1. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. - М.: Наука, 1987.- 600 с.
2. Бицадзе А.В. Основы теории аналитических функций комплексного переменного. - М.: Наука, 1969.
3. Вабищевич П.Н. Численное моделирование. - М., МГУ, 1993.
4. Вычислительные технологии. Базовый уровень. / Под ред. П.Н. Вабищевича. -М.: ЛЕНАНД, 2017.-272 с.
5. Вычислительные технологии. Профессиональный уровень. / Под ред. П.Н. Вабищевича - М.: ЛЕНАНД, 2017.-352 с.
6. Колмогоров А.Н. Фомин С.В. Элементы теории функций и функционального анализа. - М.: Наука, 1981.
7. Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. Т - 1,2,3. - М.: Наука, 1969.

Составитель программы:

Васильев В.И., д.ф.-м.н., профессор, зав.кафедрой вычислительных технологий ИМИ,
vasvasil@mail.ru