

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный
университет им. Н.И. Лобачевского»

Институт информационных технологий, математики и механики

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИИТММ
Золотых Н.Ю.
«___»_____2022 г.

**Программа вступительного испытания в аспирантуру
по специальной дисциплине**

Научная специальность:
**1.2.2. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ
И КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММ**

(шифр и наименование научной специальности)

Нижний Новгород
2022 год

1. Структура вступительного испытания

Вступительное испытание по специальной дисциплине состоит из двух частей: экзамена по специальной дисциплине (оценивается по 10-балльной шкале) и собеседования по тематике предполагаемого диссертационного исследования (оценивается по 10-балльной шкале).

Программа вступительного испытания сформирована на основе ФГОС ВО магистратуры и/или специалитета по соответствующим направлениям/специальностям.

2. Процедура проведения вступительного испытания

Экзамен по специальной дисциплине принимается устно по билетам. Каждый билет содержит 2 вопроса.

Собеседование по тематике предполагаемого диссертационного исследования проводится на основе подготовленного поступающим реферата.

3. Содержание вступительного испытания

3.1. Содержание экзамена по специальной дисциплине

Вопросы к экзамену:

I. Численные методы

1. Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей. Интерполяция полиномами. Метод наименьших квадратов. Сплайн-интерполяция. Задачи на отыскание наилучших равномерных приближений. Задачи на отыскание наилучших приближений в гильбертовых пространствах.
2. Численное дифференцирование. Основные подходы и понятия. Методы построения формул численного дифференцирования. Анализ общей погрешности численного дифференцирования.
3. Численное интегрирование. Квадратурные формулы интерполяционного типа, методы построения. Формулы Ньютона-Котеса. Составные формулы. Теоремы об оценке погрешности и ее порядке. Квадратурные формулы наивысшей алгебраической точности.
4. Итерационные методы линейной алгебры. Основные понятия. Примеры медленных и быстрых итерационных методов. Теоремы о сходимости методов. Обусловленность линейных систем. Вариационный подход к решению задач линейной алгебры.
5. Численные методы решения задачи Коши для ОДУ и систем ОДУ. Методы типа Рунге-Кутты. Основные понятия, анализ порядка и погрешности методов. Понятие жестких систем и методы их решения. Многошаговые методы решения задачи Коши для ОДУ. Методы построения и анализа многошаговых методов.
6. Основные понятия теории разностных схем. Аппроксимация, устойчивость, сходимость (на примере краевой задачи для ОДУ второго порядка).
7. Численные методы решения многомерных краевых задач математической физики (на примере задачи Дирихле для уравнения Пуассона). Принцип максимума для разностных схем. Обоснование сходимости и специфика численного решения схемы.
8. Численные методы решения нестационарных задач математической физики (на примере решения задачи Коши для нестационарного уравнения теплопроводности). Метод разделения переменных для разностных схем. Обоснование сходимости и проблемы вычислительной устойчивости.
9. Основные подходы к решению краевых задач (на примере линейных краевых задач для ОДУ). Интегрально-интерполяционный метод, метод Бубнова-Галеркина, метод конечных элементов, метод Рунге и др.
10. Численные методы решения нелинейных уравнений и систем.

II. Дискретная математика и математическое моделирование

1. Алгебра множеств. Множества, конечные и бесконечные. Теорема Кантора-Бернштейна. Системы уравнений в алгебре множеств.

2. Алгебра логики. Алгебра Жигалкина. Совершенные нормальные формы. Теорема Поста о функциональной полноте.
3. Линейные оптимизационные модели. Симплекс метод решения задач линейного программирования.
4. Экстремальные задачи переборного типа. Задачи о ранце, задачи коммивояжера, задачи о назначениях.
5. Графы. Эйлеровы графы. Гамильтоновы графы. Деревья. Кодирование деревьев. Планарность. Раскраска плоского графа. Оптимизационные задачи на графах.
6. Необходимые и достаточные условия в выпуклой негладкой задаче математического программирования (теорема Куна-Такера)
7. Необходимые условия оптимальности в форме принципа максимума Л.С.Понтрягина в задачах оптимального управления
8. Принцип наилучшего гарантированного результата. Задачи на минимакс. Оптимальные алгоритмы поиска экстремума.
9. Метод штрафных функций в оптимизационных задачах.
10. Динамическое программирование. Принцип оптимальности Р.Беллмана в форме необходимого и достаточного условий.
11. Модели обучения, игр и поведения. Персептрон как динамическая система. Автоматные и марковские модели игр и поведения.

III. Математическое обеспечение ЭВМ

1. Функции ядра операционной системы. Управление заданиями и процессами. Понятие процесса, состояния процесса. Обработка прерываний.
2. Языки высокого уровня. Компиляторы. Интерпретаторы.
3. Объектно-ориентированное программирование. Параллельное программирование.
4. Формальные языки и грамматики. Регулярные грамматики. Конечные автоматы.
5. Языки и системы программирования. Генерация объектного кода, взаимодействия, объединение и загрузка. Межъязыковые интерфейсы.
6. Технологии программирования. Методы проектирования программ и систем. Отладка, тестирование и верификация программ. Понятие о CASE-технологии.
7. Технология объектно-ориентированного программирования. Определение класса. Объект как представитель класса. Механизм наследования классов.
8. Экспертные системы. Модели представления знаний. Семантические сети. Логические модели представления знаний.
9. Мультимедиа и гипермедиа. Гипертекстовые системы. Компоненты интеллектуальных обучающих систем.
10. Системы управления базами данных. Логическая и физическая организация, архитектура баз данных. Администратор баз данных. Логические модели данных. Сетевая и иерархическая модели.

3.2. Требования к реферату по специальной дисциплине

Реферат по специальной дисциплине должен показать исследовательский потенциал абитуриента, его подготовленность к выполнению научно-исследовательской программы аспирантуры.

Объем реферата не должен превышать 10 страниц машинописного текста через 1,5 интервала, шрифт Times New Roman, номер 14; размеры полей: верхнее и нижнее – 2 см, левое – 3 см, правое – 1,0 см, выравнивание по ширине.

Реферат должен содержать краткий обзор литературы (состояние вопроса) по предмету исследования, формулировку и обоснование проблемы: ее актуальность, фундаментальные и прикладные аспекты, степень разработанности.

В текст реферата могут быть включены схемы, таблицы, рисунки, приложения.

Структура реферата:

- титульный лист (см. Приложение);
- введение (актуальность, цель, задачи, методы исследования);

- проблемы исследования, ожидаемые результаты;
- заключение (выводы);
- список литературы;
- список опубликованных и направленных в печать статей, и материалов (при наличии).

В реферате автор должен показать знание текущего состояния исследований в выбранной научной области, умение анализировать литературные источники, делать выводы о перспективах предполагаемого исследования.

Реферат представляется в экзаменационную комиссию в сроки и по адресам, указанным в расписании вступительных испытаний, опубликованном на сайте <http://priem-phd.unn.ru/>.

4 Описание шкал оценивания

Экзамен по специальной дисциплине оценивается по 10-балльной шкале.

Собеседование по тематике предполагаемого диссертационного исследования на основе подготовленного поступающим реферата оценивается по 10-балльной шкале.

Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение каждой части вступительного испытания, устанавливается равным 6 баллам. Результирующая оценка за вступительное испытание по специальной дисциплине складывается из оценки за экзамен по специальной дисциплине и оценки за собеседование по тематике предполагаемого диссертационного исследования на основе подготовленного поступающим реферата.

Шкала оценивания экзамена по специальной дисциплине

Оценка, баллы	Уровень подготовленности, характеризуемый оценкой
1	Нет ответа.
2	Нет понимания предмета.
3	Отсутствие правильной формулировки ответа на вопрос даже с помощью преподавателя.
4	Ответ с 3-мя и более грубыми ошибками, много неточностей, знания несистематические. Отсутствие правильной формулировки ответа на вопрос.
5	Ответ с 2-мя грубыми ошибками, много неточностей, знания несистематические. Отсутствие правильной формулировки ответа на вопрос даже с помощью преподавателя.
6	В целом положительный ответ с 3-4 незначительными ошибками. Умение с помощью преподавателя схематично, но правильно сформулировать ответ на поставленный вопрос.
7	В целом хороший ответ с несколькими незначительными ошибками, умение сопоставить теоретические знания. Умение правильно сформулировать ответ на поставленный вопрос. Владение информацией как минимум из одного источника основной литературы.
8	В целом полный ответ, демонстрирующий уверенные знания, с некоторыми неточностями, умение сопоставить теоретические знания. Свободное владение информацией из нескольких источников основной литературы.
9	Полный развернутый ответ, демонстрирующий системные знания, умение сопоставить теоретические знания, свободное владение информацией из нескольких источников основной и дополнительной литературы.
10	Полный развернутый ответ, демонстрирующий системные знания, умение сопоставить теоретические знания, свободное владение информацией из нескольких источников основной и дополнительной литературы. Иллюстрация ответа дополнительными примерами из собственных наблюдений и

	дополнительных источников информации.
--	---------------------------------------

Шкала оценивания собеседования на основе реферата

Оценка, баллы	Уровень подготовленности, характеризуемый оценкой
1	Содержание не соответствует теме реферата, материал не систематизирован и не структурирован, основные понятия проблемы не раскрыты; в постановке проблемы нет самостоятельности; в формулировании нового аспекта выбранной для анализа проблемы не продемонстрировано умение обобщать, сопоставлять различные точки зрения по рассматриваемому вопросу, аргументировать основные положения и выводы; неправильно оформлены ссылки на литературу; отсутствует культура изложения и оформления текста реферата
2	Содержание не соответствует теме реферата, материал плохо систематизирован и структурирован, основные понятия проблемы не раскрыты; в постановке проблемы нет самостоятельности; в формулировании нового аспекта выбранной для анализа проблемы не продемонстрировано умение обобщать, сопоставлять различные точки зрения по рассматриваемому вопросу, аргументировать основные положения и выводы; неправильно оформлены ссылки на литературу; отсутствует культура изложения и оформления текста реферата
3	Содержание не соответствует теме реферата, материал систематизирован и структурирован с недочетами, основные понятия проблемы раскрыты не полностью; в постановке проблемы отсутствует самостоятельность; правильно оформлены ссылки на литературу; отсутствует культура изложения и оформления текста реферата
4	Содержание соответствует теме реферата, но основные понятия проблемы не раскрыты; в формулировании нового аспекта выбранной для анализа проблемы не продемонстрировано умение обобщать, нет ссылок на литературу; отсутствует культура изложения и оформления текста реферата
5	Содержание соответствует теме реферата, но основные понятия проблемы не раскрыты; в формулировании нового аспекта выбранной для анализа проблемы не продемонстрировано умение обобщать, небрежно оформлены ссылки на литературу; отсутствует культура изложения и оформления текста реферата
6	Содержание соответствует теме реферата, материал систематизирован и структурирован, основные понятия проблемы раскрыты; правильно оформлены ссылки на литературу; отсутствует культура изложения и оформления текста реферата
7	Содержание соответствует теме реферата, материал систематизирован и структурирован, основные понятия проблемы раскрыты; правильно оформлены ссылки на литературу; продемонстрирована культура изложения и оформления текста реферата
8	Содержание соответствует теме реферата, материал систематизирован и структурирован, основные понятия проблемы раскрыты; в постановке проблемы присутствует новизна; правильно оформлены ссылки на литературу; продемонстрирована культура изложения и оформления текста реферата
9	Содержание соответствует теме реферата, материал систематизирован и структурирован, основные понятия проблемы раскрыты полностью и глубоко; в постановке проблемы присутствует новизна; в формулировании нового аспекта выбранной для анализа проблемы продемонстрировано умение обобщать, аргументировать основные положения и выводы; правильно оформлены ссылки на литературу; продемонстрирована культура изложения и оформления текста

	реферата
10	Содержание соответствует теме реферата, материал систематизирован и структурирован, основные понятия проблемы раскрыты полностью и глубоко; в постановке проблемы присутствует новизна и самостоятельность; в формулировании нового аспекта выбранной для анализа проблемы продемонстрировано умение обобщать, сопоставлять различные точки зрения по рассматриваемому вопросу, аргументировать основные положения и выводы; правильно оформлены ссылки на литературу; продемонстрирована культура изложения и оформления текста реферата

3. Источники для подготовки к экзамену

Литература

1. Самарский А.А., Гулин А.В. Численные методы. М.: Наука, 1989.
 2. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. М.: Наука, 1987.
 3. Березин И.С., Жидков Н.П. Методы вычислений. Т.1. М.: Физматгиз, 1966.
 4. Коллатц Л. Функциональный анализ и вычислительная математика. М.: Мир, 1969.
 5. Лекции по теории графов: для студентов по специальностям "Математика" и "Прикладная математика"./Емеличев В. А., Мельников О. И., Сарванов В. И., Тышкевич Р. И. - М.: Наука, 1990. – 382
 6. Карманов В.Г. Математическое программирование. М.: Наука, 2000.
 7. Алексеев В.М., Тихомиров В.М., Фомин С.В. Оптимальное управление. М.: Наука, 1979.
 8. Васильев Ф.П. Численные методы решения экстремальных задач. М.: Наука, 1982.
 9. Моисеев Н.Н. Элементы теории оптимальных систем. М.: Наука, 1975.
 10. Неймарк Ю.И., Коган Н.Я., Савельев В.П. Динамические модели теории управления. М.: Наука, 1985.
 11. Неймарк Ю.И. Динамические системы и управляемые процессы. М.: Наука, 1978.
 12. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Сетевые операционные системы: Учебник для ВУЗов. 2003. Изд-во: ПИТЕР. 544с. ISBN 5-272-00120-6
(<http://education.aspu.ru/view.php?olif=index>)
 13. Шауцукова Л.З. Информатика. Теория (с задачами и решениями). Гл.6-7. -М.: Просв-е, 2000 (<http://book.kbsu.ru/theory/>)
 14. Грэди Буч. Объектно-ориентированный анализ и проектирование с примерами приложений на C++ = Object-Oriented Analysis and Design with Applications / Пер. И.Романовский, Ф.Андреев. 2-е изд. М., СПб.: «Бином», «Невский диалект», 1998. -С. 276-278. -560 с.
 15. Антонов А.С. Параллельное программирование с использованием технологии OpenMP: Учебное пособие. М.: Изд-во МГУ, 2009. 77 с.
 16. Мاستихина А.А. Формальные языки и автоматы: Методические указания к выполнению домашнего задания по дискретной математике. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. – 23 с.
 17. Одинцов И. О. Профессиональное программирование. Системный подход. -2-е изд.. - СПб.: БХВ-Петербург, 2004. 624 с.
 18. Лаборатория систем мультимедиа MapГТУ. Программные средства гипермедиа (лекции по Java, JavaScript, Perl), <http://www.mari.ru/mmlab/home/PSHyper/index.htm>
 19. Кузнецов С. Д. Основы баз данных. -2-е изд. М.: Интернет-университет информационных технологий; БИНОМ. 2007. 484 с.____
- в) интернет - ресурсы:
- Электронные библиотечные системы «Лань» (<http://e.lanbook.com/>), «Юрайт» (<https://urait.ru/>), EqWorld (<http://eqworld.ipmnet.ru/index.html>)

Составители:

_____/Прпилуцкий М.Х./

Программа одобрена на заседании методической комиссии Института информационных технологий, математики и механики (22.12.21, протокол № 3).

Председатель методической комиссии _____/ Грезина А.В./

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный
университет им. Н.И. Лобачевского»

Институт информационных технологий, математики и механики

Реферат по специальной дисциплине

(шифр и наименование научной специальности)

Тема: _____

Выполнил:

_____ Ф.И.О.

Нижний Новгород
202_