

**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:

1.2.1. ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ

(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. Алгоритмы и структуры данных

1. Анализ алгоритмов. Сложность по времени и по памяти. Асимптотика. Символика O , Ω , Θ . Инварианты, пред- и постусловия. Работа с массивами. Указатели и динамическое управление памятью.
2. Простейшие структуры данных. Массивы, стеки, очереди, связанные списки. Сравнение временных затрат при различных операциях.
3. Сортировка последовательностей. Нижняя оценка сложности. Сортировка пузырьком, вставками. Быстрая сортировка. Оценка сложности.
4. Теоретические модели вычислений: машины Тьюринга и РАМ.
5. Сводимость и классификация задач по сложности. Классы P и NP . NP -полные задачи. Теорема Кука. Примеры сведения.

II. Численные методы и методы оптимизации

1. Число обусловленности задачи решения системы линейных уравнений.
2. Прямые методы решения систем линейных уравнений с произвольной квадратной и симметричной матрицей.
3. Итерационные методы решения систем линейных уравнений.
4. Динамическое программирование. Принцип Беллмана. Метод динамического программирования для решения задач дискретной оптимизации.
5. Задача математического программирования. Функция Лагранжа. Задача выпуклого программирования. Теорема Куна–Таккера.
6. Минимизация функций одной переменной. Метод золотого сечения и метод Фибоначчи

7. Задачи безусловной оптимизации. Метод градиентного спуска и его варианты. Метод сопряженных градиентов. Метод Ньютона. Квазиньютоновские методы.
8. Методы 0-го порядка. Метод Хука–Дживса. Метод Нелдера–Мида.

III. Теория вероятностей и математическая статистика

1. Условная вероятность. Теорема умножения вероятностей. Независимость событий. Формула полной вероятности. Формула Байеса.
2. Схема повторных независимых испытаний. Биномиальное и полиномиальное распределение. Свойства биномиального распределения
3. Одномерные и многомерные законы распределения. Дискретные и непрерывные распределения. Частные распределения.
4. Независимость случайных величин. Критерии независимости. Условные распределения. Теорема умножения плотностей.
5. Числовые характеристики случайных величин.
6. Центральная предельная теорема. Теорема Муавра-Лапласа.
7. Точечное и интервальное оценивание параметров распределения. Методы получения оценок.
8. Свойства статистических оценок: несмещенность, состоятельность, эффективность.
9. Проверка статистических гипотез. Ошибки первого и второго рода. Параметрические и непараметрические гипотезы с примерами.
10. Многомерное нормальное распределение и его свойства.

IV. Машинное обучение и анализ данных

1. Обучение с учителем и без учителя. Задачи классификации, регрессии, кластеризации.
2. Предобработка данных. Работа с пропущенными значениями. Обработка с категориальными признаками.
3. Недообучение и переобучение. Борьба с переобучением. Регуляризация.
4. Разделение выборки на обучающую и тестовую. Метрики качества моделей. Методика подбора гиперпараметров.
5. Линейная регрессия (метод наименьших квадратов).
6. Линейный и квадратичный дискриминантный анализ.
7. Логистическая регрессия.
8. Нейронные сети. Метод обратного распространения ошибки.
9. Деревья решений и их ансамбли.

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 20 страниц машинописного текста через 1,5 интервала, шрифт Times New Roman, номер 12; 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. Керниган Б., Ритчи Д. Язык программирования С. Изд-во Вильямс, 2008
2. Кормен Т., Лейзерсон Ч., Ривест Р., Штайн К. Алгоритмы: построение и анализ, 2-е издание. М. Изд-во Вильямс, 2005
3. Китаев А., Шень А., Вялый М. Классические и квантовые вычисления. М.: МЦНМО, 1999.
4. Липский В. Комбинаторика для программистов. М.: Мир, 1988.
5. Рейнгольд Э., Нивергельт Ю., Део Н. Комбинаторные алгоритмы. Теория и практика. М.: Мир, 1980.
6. Гэри М., Джонсон Д. Вычислительные машины и труднорешаемые задачи. М.: Мир, 1982.
7. Алексеев В.Е., Таланов В.А. Графы. Модели вычислений. Алгоритмы. Нижний Новгород: Изд-во ННГУ, 2005.

8. Самарский А.А., Гулин А.В. Численные методы. М.: Наука, 1989.
9. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. М.: Наука, 1987.
10. Березин И.С., Жидков Н.П. Методы вычислений. Т.1. М.: Физматгиз, 1966.
11. Васильев Ф.П. Методы оптимизации. М.: Факториал пресс, 2002.
12. Карманов В.Г. Математическое программирование. М.: Наука, 2000.
13. Боровков А.А. Теория вероятностей. М.: Эдиториал УРСС, 1999, 472 с.
14. Боровков А.А. Математическая статистика. 4-е изд. М.: Лань, 2010, 704 с.
15. Федоткин М.А. Основы прикладной теории вероятностей и статистики. — М.: Высшая школа. 2006. 368 с.
16. Федоткин М.А. Модели в теории вероятностей. — М.: Физматлит, 2012. 608 с.

в) интернет - ресурсы:

Электронные библиотечные системы «Лань» (<http://e.lanbook.com/>), «Юрайт» (<https://urait.ru/>), EqWorld (<http://eqworld.ipmnet.ru/index.html>)

Составители: _____/Н.Ю. Золотых./

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_