

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Кубанский государственный университет»

Факультет компьютерных технологий и прикладной математики

Кафедра анализа данных и искусственного интеллекта



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе и
инновациям

М.В. Шарафан.

«25» марта 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)

Краснодар
2022

Программа вступительного испытания сформирована на основе федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования по программам специалитета и (или) магистратуры, Положением о подготовке кадров высшей квалификации в аспирантуре ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»

Программу составили:

Коваленко А.В., доцент, д-р тех. наук, зав. кафедрой анализа данных и искусственного интеллекта факультета компьютерных технологий и прикладной математики КубГУ

Уртенев М.Х., профессор, д-р физ.-мат. наук, зав. кафедрой прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики КубГУ

Халафян А.А., доцент, д-р тех. наук, профессор кафедры анализа данных и искусственного интеллекта факультета компьютерных технологий и прикладной математики КубГУ

Программа одобрена на заседании кафедры анализа данных и искусственного интеллекта протокол № 8 от «17» марта 2022 г.

Программа одобрена на заседании учебно-методической комиссии факультета компьютерных технологий и прикладной математики протокол № 4 от «22» марта 2022 г.

Зав. отделом аспирантуры и докторантуры  Н.Ю. Звягинцева

1. Структура вступительного испытания

Вступительное испытание по специальной дисциплине состоит из двух частей: экзамена по специальной дисциплине и собеседования по предполагаемой тематике диссертационного исследования с учетом представленных публикаций или подготовленного поступающим реферата по планируемой тематике исследования.

2. Процедура проведения вступительного испытания

В первой части абитуриент рассказывает о направлении своих исследований и предполагаемой теме диссертации. Собеседование по тематике предполагаемого диссертационного исследования проводится на основе подготовленного поступающим реферата. Реферат представляется в экзаменационную комиссию в сроки и по адресам, указанным в расписании вступительных испытаний.

Во второй части оценивается теоретическая подготовленность абитуриента. Экзамен по специальной дисциплине принимается устно по билетам. Каждый билет содержит 2 вопроса. Абитуриенту предоставляется 10-15 минут на ответ.

Экзамен и собеседование проводится на русском языке.

По предварительному согласованию с абитуриентом экзамен и собеседование может проводиться дистанционно с использованием информационных технологий.

Содержание вступительного испытания по специальной дисциплине

Раздел 1. Анализ данных и математическое моделирование

Аксиоматика теории вероятностей. Формулы полной вероятности и Байеса. Случайные величины и их характеристики (плотность и функция распределения, математическое ожидание и дисперсия). Элементы теории проверки статистических гипотез. Дисперсия биномиального, равномерного, экспоненциального, Пуассоновского распределений. Моменты случайных величин. Теорема о центральных моментах нечетного порядка. Коэффициент асимметрии случайных величин, эксцесс случайной величины. Ковариация случайной величины. Свойства ковариации. Теорема и следствия из нее о ковариационной матрице линейного преобразования. Коэффициент корреляции. Неравенства Маркова и Чебышева. Закон больших чисел. Центральная предельная теорема. Вариационный ряд. Полигон, гистограмма. Средние величины. Показатели вариации. Оценка параметров распределения. Теорема о среднем арифметическом. Теорема о выборочной дисперсии. Метод моментов. Метод наибольшего правдоподобия. Проверка статистических гипотез. Уровень значимости критерия. Проверка гипотез о равенстве средних, дисперсий, о соответствии закона распределения нормальному.

Множественный регрессионный и корреляционный анализ. Деревья и леса классификации и регрессии. Интерактивные деревья. Стохастический градиентный бустинг. CHAID модели. Обобщенные методы кластерного анализа. Опорные вектора. k-ближайших соседей. Наивный Байесовский

классификатор. ARIMA модели. Автоматические нейронные сети. Классификация и кластеризация. Корреляционная матрица. t-критерий сравнения средних. Группировка и однофакторная ANOVA. Таблицы частот, кросстабуляции, флагов и заголовков. Линейная, кусочно-линейная, множественная и экспоненциальная регрессионные модели. Дискриминантный, кластерный, факторный, канонический анализ. Деревья классификации.

Симплекс-метод. Двойственный симплекс-метод. Матричные игры. Целочисленный метод решения задач линейного программирования. Решение задач линейного программирования с параметрами. Метод ветвей и границ решения задач линейного программирования. Задача о назначениях.

Математические модели финансового анализа данных. Простой, сложный процент. Аннуитетные платежи. Простейшие модели финансовых пирамид. Математическая модель расчета суммы, собираемой финансовой пирамидой. Курсовая стоимость и доходность облигаций. Реализованный процент. Дюрация. Изгиб.

Пакеты прикладных программ. Основные принципы формирования и функционирования. Компьютерное моделирование в среде MATLAB. Использование пакетов Toolbox. Пакет для статистического анализа данных Statistica. Язык программирования R для статистической обработки данных.

Основные принципы математического моделирования. Вычислительный эксперимент. Принципы проведения вычислительного эксперимента. Модель, алгоритм, программа. Математические модели в экономике и естественных науках. Модели динамических систем. Бифуркация. Динамический хаос. Математические методы и модели финансово-экономического анализа и кредитоспособности.

Раздел 2. Методы машинного обучения и искусственного интеллекта

Этапы развития нейронных сетей. Параллели из биологии. Известные типы сетей. Базовая искусственная модель. Определение искусственного нейрона. Функции активации. Аппаратная реализация нейронных сетей. Применение нейронных сетей: распознавание образов, прогнозирование. Применение нейронных сетей: кластеризация, классификация, аппроксимация, управление. Теорема Колмогорова-Арнольда. Работа Хехт-Нильсена. Математическое описание работы нейронной сети. Сбор данных для нейронной сети. Отбор переменных и понижение размерности. Этапы решения задач. Классификация задач.

Программы моделирования искусственных нейронных сетей. Типы нейронных сетей. Обучение многослойного персептрона. Алгоритм обратного распространения. Переобучение и обобщение. Отбор данных. Радиальная базисная функция. Линейная нейронная сеть. Вероятностная нейронная сеть. PNN-сети. Обобщенно-регрессионная нейронная сеть (GRNN). Генетические алгоритмы. Нейро-генетические алгоритмы отбора входных данных. Управляемое и неуправляемое обучение - обучение с учителем и без. Задачи

классификации. Сеть Кохонена. Топологическая карта. Решение задач классификации различными типами нейронных сетей. Таблица статистик классификации. Пороги принятия и отвержения решений.

Решение задач регрессии в пакете ST: Neural Networks. Задачи анализа временных рядов. Прогнозирование будущих значений временных рядов. Прогнозирование временных рядов в пакете ST: Neural Networks.

Графический интерфейс пользователя для Neural Networks Toolbox в системе Matlab. Простой нейрон. Функция активации. Нейрон с векторным входом. Архитектура и топология нейронных сетей. Создание, инициализация и моделирование сети. Процедуры адаптации и обучения. Методы обучения. Алгоритмы обучения нейронных сетей. Глубокое обучение.

Многослойные персептроны, линейные, радиальные базисные сети. Сети кластеризации и классификации. Самоорганизующиеся нейронные сети. LVQ-сети. Сети Элмана. Сети Хопфилда. Сверточные нейронные сети. Аппроксимация и фильтрация сигналов. Системы управления. Вычислительная модель нейронной сети. Формирование моделей нейронных сетей. Применение систем SNN, Matlab и других.

Теория нечетких множеств. Методологии системного и нечеткого моделирования. Анализ нечеткого и вероятностного подходов к моделированию неопределенностей. Определение нечеткого множества, основные характеристики.

Основные типы функций принадлежности. Операции над нечеткими множествами. Нечеткие отношения и способы его задания. Основные характеристики нечетких отношений. Нечеткое отображение. Нечеткая и лингвистическая переменные. Нечеткие величины, числа и интервалы. Функции принадлежности. Понятие нечеткого высказывания и нечеткого предиката. Основные логические операции. Правила нечетких продукций. Базовая архитектура систем нечеткого вывода. Основные этапы нечеткого вывода. Основные алгоритмы нечеткого вывода. Основные элементы системы Matlab. Процесс разработки системы нечеткого вывода в Fuzzy Logic Toolbox. Задача нечеткой кластеризации и алгоритм ее решения. Средства решения нечеткой кластеризации в Fuzzy Logic Toolbox. Гибридные нейро-нечеткие сети. ANFIS – адаптивные системы нейро-нечеткого вывода. Разработка нечетких моделей принятия решений. Пример нечеткого моделирования в Fuzzy Logic Toolbox Matlab. Многомерный статистический анализ данных. Дискриминантные, регрессионные, кластерные методы анализа данных. Глубинные нейронные сети. Алгоритмы глубокого обучения. Рекуррентные нейронные сети. Рекурсивные нейронные сети.

Вопросы к экзамену:

1. Анализ данных и математическое моделирование

1. Аксиоматика теории вероятностей. Формулы полной вероятности и Байеса. Случайные величины и их характеристики (плотность и функция распределения, математическое ожидание и дисперсия).

2. Элементы теории проверки статистических гипотез. Дисперсия биномиального, равномерного, экспоненциального, Пуассоновского распределений.

3. Моменты случайных величин. Теорема о центральных моментах нечетного порядка. Коэффициент асимметрии случайных величин, эксцесс случайной величины.

4. Ковариация случайной величины. Свойства ковариации. Теорема и следствия из нее о ковариационной матрице линейного преобразования. Коэффициент корреляции. Неравенства Маркова и Чебышева.

5. Закон больших чисел. Центральная предельная теорема. Вариационный ряд. Полигон, гистограмма. Средние величины. Показатели вариации. Оценка параметров распределения. Теорема о среднем арифметическом. Теорема о выборочной дисперсии.

6. Метод моментов. Метод наибольшего правдоподобия. Проверка статистических гипотез. Уровень значимости критерия. Проверка гипотез о равенстве средних, дисперсий, о соответствии закона распределения нормальному.

7. Множественный регрессионный и корреляционный анализ. Деревья и леса классификации и регрессии. Интерактивные деревья. Стохастический градиентный бустинг. CHAID модели

8. Обобщенные методы кластерного анализа. Опорные вектора. k-ближайших соседей. Наивный Байесовский классификатор. ARIMA модели.

9. Автоматические нейронные сети. Классификация и кластеризация.

10. Корреляционная матрица. t-критерий сравнения средних. Группировка и однофакторная ANOVA. Таблицы частот, кросстабуляции, флагов и заголовков.

11. Линейная, кусочно-линейная, множественная и экспоненциальная регрессионные модели.

12. Дискриминантный, кластерный, факторный, канонический анализ. Деревья классификации.

13. Симплекс-метод. Двойственный симплекс-метод. Матричные игры.

14. Целочисленный метод решения задач линейного программирования. Решение задач линейного программирования с параметрами.

15. Метод ветвей и границ решения задач линейного программирования. Задача о назначениях.

16. Математические модели финансового анализа данных. Простой, сложный процент. Аннуитетные платежи.

17. Простейшие модели финансовых пирамид. Математическая модель расчета суммы, собираемой финансовой пирамидой.

18. Курсовая стоимость и доходность облигаций. Реализованный процент. Дюрация. Изгиб.

19. Пакеты прикладных программ. Основные принципы формирования и функционирования.

20. Компьютерное моделирование в среде MATLAB. Использование пакетов Toolbox.

21. Пакет для статистического анализа данных Statistica.

22. Язык программирования R для статистической обработки данных.
23. Основные принципы математического моделирования. Вычислительный эксперимент. Принципы проведения вычислительного эксперимента. Модель, алгоритм, программа.
24. Математические модели в экономике и естественных науках. Модели динамических систем. Бифуркация. Динамический хаос.
25. Математические методы и модели финансово-экономического анализа и кредитоспособности.

2. Методы машинного обучения и искусственного интеллекта

1. Этапы развития нейронных сетей. Параллели из биологии. Известные типы сетей. Базовая искусственная модель. Определение искусственного нейрона. Функции активации. Аппаратная реализация нейронных сетей.
2. Применение нейронных сетей: распознавание образов, прогнозирование. Применение нейронных сетей: кластеризация, классификация, аппроксимация, управление. Теорема Колмогорова-Арнольда. Работа Хехт-Нильсена.
3. Математическое описание работы нейронной сети. Сбор данных для нейронной сети. Отбор переменных и понижение размерности. Этапы решения задач. Классификация задач.
4. Программы моделирования искусственных нейронных сетей. Типы нейронных сетей.
5. Обучение многослойного персептрона. Алгоритм обратного распространения. Переобучение и обобщение. Отбор данных.
6. Радиальная базисная функция. Линейная нейронная сеть. Вероятностная нейронная сеть. PNN-сети. Обобщенно-регрессионная нейронная сеть (GRNN).
7. Генетические алгоритмы. Нейро-генетические алгоритмы отбора входных данных. Управляемое и неуправляемое обучение - обучение с учителем и без.
8. Задачи классификации. Сеть Кохонена. Топологическая карта. Решение задач классификации различными типами нейронных сетей. Таблица статистик классификации. Пороги принятия и отвержения решений.
9. Решение задач регрессии в пакете ST: Neural Networks. Задачи анализа временных рядов. Прогнозирование будущих значений временных рядов. Прогнозирование временных рядов в пакете ST: Neural Networks.
10. Графический интерфейс пользователя для Neural Networks Toolbox в системе Matlab. Простой нейрон. Функция активации. Нейрон с векторным входом.
11. Архитектура и топология нейронных сетей. Создание, инициализация и моделирование сети.
12. Процедуры адаптации и обучения. Методы обучения. Алгоритмы обучения нейронных сетей. Глубокое обучение.

13. Многослойные персептроны, линейные, радиальные базисные сети. Сети кластеризации и классификации.

14. Самоорганизующиеся нейронные сети. LVQ-сети. Сети Элмана. Сети Хопфилда. Сверточные нейронные сети. Аппроксимация и фильтрация сигналов. Системы управления.

15. Вычислительная модель нейронной сети. Формирование моделей нейронных сетей. Применение систем SNN, Matlab и других.

16. Теория нечетких множеств. Методологии системного и нечеткого моделирования. Анализ нечеткого и вероятностного подходов к моделированию неопределенностей. Определение нечеткого множества, основные характеристики.

17. Основные типы функций принадлежности. Операции над нечеткими множествами. Нечеткие отношения и способы его задания. Основные характеристики нечетких отношений. Нечеткое отображение.

18. Нечеткая и лингвистическая переменные. Нечеткие величины, числа и интервалы. Функции принадлежности.

19. Понятие нечеткого высказывания и нечеткого предиката. Основные логические операции. Правила нечетких продукций. Базовая архитектура систем нечеткого вывода.

20. Основные этапы нечеткого вывода. Основные алгоритмы нечеткого вывода. Основные элементы системы Matlab. Процесс разработки системы нечеткого вывода в Fuzzy Logic Toolbox.

21. Задача нечеткой кластеризации и алгоритм ее решения. Средства решения нечеткой кластеризации в Fuzzy Logic Toolbox.

22. Гибридные нейро-нечеткие сети. ANFIS – адаптивные системы нейро-нечеткого вывода.

23. Разработка нечетких моделей принятия решений. Пример нечеткого моделирования в Fuzzy Logic Toolbox Matlab.

24. Многомерный статистический анализ данных. Дискриминантные, регрессионные, кластерные методы анализа данных.

25. Глубинные нейронные сети. Алгоритмы глубокого обучения. Рекуррентные нейронные сети. Рекурсивные нейронные сети.

1. 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.

2. Описание шкал оценивания

Экзамен по специальной дисциплине оценивается по 5-балльной шкале.

Собеседование по тематике предполагаемого диссертационного исследования на основе подготовленного поступающим реферата оценивается по 5-балльной шкале.

Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение каждой части вступительного испытания, устанавливается равным 3 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. Максимальное количество баллов по специальной дисциплине равно 10 баллам.

Шкала оценивания экзамена по специальной дисциплине

Оценка / Баллы	Уровень подготовленности, характеризуемый оценкой
1	Нет ответа.
2	Нет понимания предмета.
3	Ответ с грубыми ошибками, имеются неточности, знания несистематические. Отсутствие правильной формулировки ответа на вопрос даже с помощью преподавателя.
4	В целом положительный ответ с незначительными ошибками. Умение с помощью преподавателя схематично, но правильно сформулировать ответ на поставленный вопрос.
5	Полный развернутый ответ, демонстрирующий системные знания, умение сопоставить теоретические знания, свободное владение информацией из нескольких источников основной и дополнительной литературы.

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; 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; отсутствует культура изложения и оформления текста реферата
3	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
4	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
5	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; продемонстрирована культура изложения и оформления текста реферата

3. Источники для подготовки к экзамену

а) основная литература:

1. Ростовцев В. С. Искусственные нейронные сети: учебник для вузов. СПб.: Лань, 2021. 216 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/160142>.

2. Галушкин А.И. Нейронные сети: основы теории. СПб.: Лань, 2017. 496 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/111043>.

3. Барский А. Б. Искусственный интеллект и логические нейронные сети: Курс лекций. СПб: Лань, 2019. 360 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/161343>.

4. Калитин Д.В. Artificial neural networks: Учебное пособие. Издательство "МИСИС", 2018. 88 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/108048>.

5. Пегат А. Нечеткое моделирование и управление. Издательство "Лаборатория знаний" (ранее "БИНОМ. Лаборатория знаний"), 2020. 801 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/135549>.

6. Борисов В.В., Круглов В.В., Федулов А.С. Нечеткие модели и сети. Издательство "Горячая линия-Телеком", 2018. 284 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/111022>

7. Каштаева С. В. Математическое моделирование. Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д. Н. Прянишникова, 2020. 112 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/156708>

8. Зададаев С.А. Математика на языке R: Учебник. Издательство "Прометей", 2018. 324 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/107099>

б) дополнительная литература:

9. Нечеткие системы финансово-экономического анализа предприятий и регионов : монография / Е.В. Казаковцева, А.В. Коваленко, М.Х. Уртенев; М-во образования и науки Рос. Федерации, Кубанский гос. ун-т. - Краснодар: 2013. - 266 с.

10. Современные математические методы анализа финансово-экономического состояния предприятия: монография / Коваленко А.В., Уртенев М.Х., Барановская Т.П., Кармазин В.Н. / Краснодар: КубГАУ, 2009. – 250 с.

11. Коваленко А.В., Уртенев М.Х., Казаковцева Е.В., Арутюнян А.Х. Математические основы финансово-экономического анализа. Ч.2. Нечеткие производственные системы: учебное пособие. Краснодар. Издательско-полиграфический центр КубГУ. 2013. 251 с.

12. Математические основы финансово-экономического анализа. Ч.3. Нейросетевые технологии: учебное пособие. Уртенев М.Х., Арутюнян А.С., Коваленко А.В. Краснодар. Кубанский государственный технологический университет. 2014. 254 с.

13. Математические модели ценообразования на российском рынке ценных бумаг / Кесиян Г.А., Уртенев М.Х., Коваленко А.В. Краснодар. Кубанский государственный университет. 2014. 159 с.

в) интернет - ресурсы:

1. <http://eqworld.impnet.ru/ru/library/mechanics/solid.htm>.

2. <http://www.sciencedirect.com/>
3. <http://www.scopus.com/>
4. <http://www.scirus.com>
5. <http://www.elibrary.ru/>

Электронные библиотечные системы:

1. Электронная библиотечная система «РУКОНТ» (<http://www.rucont.ru>).
2. Электронная библиотечная система «Юрайт» (<http://www.biblio-online.ru>).
3. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE» (<http://www.biblioclub.ru>).
4. Электронная библиотечная система издательства «Лань» (<http://e.lanbook.com>).

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»

Реферат
по специальной дисциплине

1.2.1 Искусственный интеллект и машинное обучение

(шифр и наименование научной специальности)

Тема: _____

Выполнил: _____ Ф.И.О.

Краснодар
2022