

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского»

«Утверждаю»

Проректор по академической и
административной политике.

Заместитель председателя приёмной
комиссии

_____ В. О. Курьянов
« ____ » _____ 2019 г.

ПРОГРАММА

вступительного испытания по специальной дисциплине «Теоретические основы информатики» основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

Направление подготовки 02.06.01 Компьютерные и информационные науки

Направленность: Теоретические основы информатики

Симферополь 2019 г.

Разработчик программы:

Донской В.И., доктор физико-математических наук, заведующий кафедрой информатики факультета математики и информатики, имеющий звание профессор Таврической академии (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского

1. Пояснительная записка

Программа вступительных испытаний для поступления на обучение по основной профессиональной образовательной программе высшего образования – программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре – составлена на основании Порядка приема на обучение по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 26.03.2014 № 233, Правил приема на обучение по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского» на 2017-2018 учебный год, утвержденных приказом ректора университета от 30.09 2016 г. № 914, Образовательного стандарта высшего образования ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского» уровня высшего образования подготовки кадров высшей квалификации направления подготовки 02.06.01 Компьютерные и информационные науки, утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», протокол №7 от 29.05.2019 г.

Форма проведения вступительного испытания – устная.

Результаты вступительного испытания оцениваются по 100-балльной шкале

Вступительное испытание ориентировано на оценку уровня знаний, соответствующих результатам освоения основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы магистратуры (специалитета) согласно требованиям ФГОС ВО.

2. Содержание программы

Тема 1. Дифференциальное и интегральное исчисление функций одной переменной

Предел и непрерывность. Разрывы. Свойства пределов. Бесконечно малые и бесконечно большие функции. Асимптотическое оценивание. Замечательные пределы. Дифференциал и производная. Основные теоремы дифференциального исчисления и их приложения. Теоремы Ролля, Лагранжа, Коши. Правило Лопиталя. Формула Тейлора. Признаки постоянства, возрастание и убывание функции в точке и на промежутке. Максимум и минимум. Супремум и инфимум. Необходимое условие экстремума. Производная обратной функции. Производные высших порядков. Достаточное условие максимума и минимума. Нахождение наибольших и наименьших значений. Неопределенный интеграл. Первообразная функции, неопределенный интеграл. Основные свойства неопределенного интеграла. Интегрирование заменой переменных, по частям, рациональных, трансцендентных функций. Определенный интеграл. Необходимое и достаточное условия интегрируемости. Интегрируемость монотонной и непрерывной функции. Интегрируемость ограниченной функции с конечным числом точек разрыва. Основные свойства определенного интеграла. Теорема о среднем значении. Определенный интеграл с переменным верхним пределом. Существование первообразной функции. Формула Ньютона-Лейбница. Интегрирование по частям и замена переменной. Несобственные интегралы. Понятие несобственного интеграла. Несобственный интеграл от положительной функции. Абсолютная сходимость.

Тема 2. Функции многих переменных

Непрерывность и дифференцируемость функций многих переменных. Формула Тейлора. Неявные функции, определяемые уравнениями. Кривизна плоской кривой. Вычисление двойных интегралов с помощью повторного интегрирования и замены переменных. Криволинейные интегралы I и II рода. Формула Грина. Поверхностные интегралы I и II рода. Формула Остроградского–Гаусса.

Тема 3. Ряды

Числовые ряды. Признаки Даламбера и Коши. Интегральный признак сходимости. Знакопеременные ряды, теорема Лейбница. Абсолютно сходящиеся ряды. Перестановка членов абсолютно сходящегося ряда. Условно сходящиеся ряды. Теорема Римана. Задача разложения функции в степенной ряд. Ряд Тейлора. Приближенное вычисление значений функций и интегралов с помощью рядов. Функциональные последовательности и ряды. Область

сходимости, равномерная сходимость. Необходимый и достаточный признак равномерной сходимости. Признак равномерной и абсолютной сходимости. Предел равномерно сходящейся последовательности непрерывных функций. Сумма равномерно сходящегося ряда непрерывных функций. Интегрирование и дифференцирование последовательностей и рядов. Ряды Фурье. Интеграл Фурье. Степенные ряды. Интервал и радиус сходимости. Теорема Абеля. Равномерная сходимость степенного ряда. Интегрирование и дифференцирование степенных рядов.

Тема 4. Дифференциальные уравнения

Элементы общей теории обыкновенных дифференциальных уравнений. Различные формы дифференциального уравнения первого порядка. Поле направлений. Полигоны Эйлера. Теорема существования и единственности. Уравнения с разделяющимися переменными. Однородные уравнения. Линейные уравнения. Уравнение Бернулли. Уравнения в полных дифференциалах. Понятие об интегрирующем множителе. Интегрирующий множитель линейного уравнения. Уравнение первого порядка, не разрешенные относительно производной. Параметрический способ решения.

Теорема о существовании и единственности решения нормальной системы линейных уравнений. Пространство решений однородного линейного уравнения n -го порядка. Фундаментальные системы решений, общее решение. Вронскиан. Неоднородное линейное уравнение и вид его общего решения. Метод вариаций постоянных. Линейное уравнение второго порядка с постоянными коэффициентами. Свободные и вынужденные колебания. Резонанс. Системы дифференциальных уравнений.

Тема 5. Дискретная математики и математическая кибернетика

Класс R_2 . Элементарные булевы функции, формулы, тождества. Полиномы Жегалкина. Замкнутые классы и полнота. Критерий Поста. Предполные классы. Класс R_k . Элементарные функции k -значной логики. Разложения функций по I и II форме. Полнота и замкнутость. Классы, сохраняющие множество. Классы, сохраняющие разбиение. Система Поста. Функция Вебба. Критерии полноты в R_k . Дизъюнктивные нормальные формы. Задачи минимизации ДНФ. Пример кратчайшей ДНФ, не являющейся минимальной, и минимальной ДНФ, не являющейся кратчайшей. Метод Блейка построения сокращённой ДНФ. Ядровые и регулярные интервалы. Критерий Журавлева невхождения конъюнкции в ДНФ типа ΣT . Локальные алгоритмы Журавлева, основанные на понятии окрестности конъюнкции. Оценивание числа дискретных объектов. Асимптотическое оценивание числа функций, ДНФ, комбинаторных формул, числа шагов выполнения алгоритмов при помощи производящих функций и решения рекуррентных уравнений. Понятие конечного автомата. Основные способы задания конечных автоматов.

Ограниченно-детерминированные функции. Анализ поведения конечного автомата. Система канонических уравнений. Автоматные (о.д.ф.) операторы. Полнота в классе о.д.ф. Синтез конечных автоматов. Структурный синтез по В.М. Глушкову. Коды с исправлением ошибок. Линейные коды. Алфавитное кодирование. Префиксные коды. Критерий однозначности декодирования. Алгоритм распознавания однозначности декодирования. Неравенство Крафта-Макмиллана. Свойства взаимно однозначных кодов. Коды с минимальной избыточностью. Циклические коды. Коды Хэмминга. Метрическое пространство Хэмминга и метрические свойства кодов, исправляющих ошибки.

Тема 6. Математическая логика и теория алгоритмов

Исчисления. Язык L исчисления высказываний. Язык Pr исчисления предикатов I-го порядка. Язык Ar формальной арифметики. Теорема Гёделя о неполноте формальной арифметики. Алгоритмы. Формальное определение алгоритма: алгоритмические модели Тьюринга, Маркова и частично рекурсивные функции. Операции суперпозиции, примитивной рекурсии, минимизации. Рекурсивность элементарных функций, целочисленного деления, степени двойки, делимости, остатка, нумерации пар. Эквивалентность моделей, формально определяющих алгоритм. Алгоритмически неразрешимые проблемы. Метод алгоритмического сведения для доказательства разрешимости или неразрешимости.

Тема 7. Теория сложности вычислений

Классы P , $PSPACE$, NP , NPC , NPH . Полиномиальная сводимость. Теорема Кука о NP -полноте задачи выполнимости КНФ. Доказательство NP -полноты проблемы о k -полном подграфе. NP -полнота проблемы существования решений системы целочисленных линейных неравенств с булевыми переменными. $PSPACE$ -полнота проблемы истинности квантифицированной булевой формулы. Сильная NP -полнота. Класс $co-NP$. Жадные алгоритмы и матроиды. Теорема Радо-Эдмондса. Графовый матроид. Матроиды и линейная независимость.

Тема 8. Теория информации

Измерение информации. Энтропия дискретного источника информации. Энтропия непрерывной случайной величины. Экстремаль, максимизирующая энтропию одномерной непрерывной случайной величины с ограниченной дисперсией. Пропускная способность канала и основная теорема Шеннона. Теоремы Шеннона при наличии помех. Теорема Котельникова. Принципы дискретизации непрерывных сообщений.

Тема 9. Методы оптимизации, исследование операций и теория игр

Основные понятия и методы оптимизации. Линейное и дискретное программирование. Нелинейное программирование. Динамическое программирование. Примеры применения методов ветвей и границ и динамического программирования. Статические задачи принятия решений в условиях риска. Обработка экспериментальных данных и прогнозирование. Марковские процессы с дискретным и с непрерывным временем. Управляемые марковские процессы. Системы массового обслуживания. Метод имитационного моделирования. Принятие решений в условиях многокритериальности, неопределенности и конфликта. Множество Парето. Многокритериальная оптимизация. Матричные игры. Бескоалиционные игры n лиц. Коалиционные игры. Динамические задачи управления в условиях конфликта. Позиционные игры. Игры с повторениями. Иерархические игры.

Тема 10. Теория распознавания образов и искусственного интеллекта

Постановка задачи обучения распознаванию. Алгоритмы (методы) машинного обучения и решающие правила: виды и классы. Нейронные сети, потенциальные функции, решающие деревья, линейные модели и SVM. Детерминистская постановка задачи распознавания. Стохастические задачи распознавания образов. Задачи распознавания образов в условиях неопределенности. Алгебраический подход к синтезу алгоритмов распознавания Ю.И. Журавлева. Элементы теории Вапника-Червоненкиса: ёмкость семейств решающих правил, оценка равномерной сходимости частот ошибок на обучающей выборке к вероятностям ошибок. Определение требуемых длин обучающих выборок. Понятие обучаемости. Устойчивость алгоритмов обучения и обучаемость. Логические продукционные системы. Базы знаний. Фреймы для представления знаний. Извлечение знаний из эмпирических данных. Экспертные системы.

Тема 11. Вычислительная математика

Теорема о сжимающих отображениях в полном метрическом пространстве и ее применение в задачах линейной алгебры и для нахождения решения нелинейных задач. Классификация погрешностей. Абсолютная и относительная погрешности числа и функции. Прямая и обратная задачи теории погрешностей. Неустойчивые алгоритмы. Особенности машинной арифметики. Методы решения СЛАУ. Итерационные методы и сходимость. Методы Зейделя, Ньютона решения систем нелинейных уравнений. Среднеквадратические приближения: существование элемента наилучшего

приближения, способы его нахождения. Алгебраический интерполяционный многочлен, оценка погрешности интерполяции. Численное вычисление производной. Формулы численного интегрирования, оценка погрешности. Приближенное вычисление кратных интегралов. Метод Монте-Карло. Формулы численного дифференцирования. Оценка погрешности. Некорректность. Регуляризация. Понятие сеточной функции. Простейшие операторы конечных разностей.

Тема 12. Системное программирование

КС-грамматики. Деревья вывода. Нормальные формы Хомского. Свойства КС-языков. Определение синтаксически-ориентированного перевода. Нисходящий и восходящий разборы. Основные принципы объектно-ориентированного программирования: инкапсуляция, наследование, полиморфизм. Их характеристики и способы реализации. Классы как пользовательские типы данных. Члены классов (данные, методы). Объекты класса. Способы манипулирования объектами (создание, уничтожение, инициализация, копирование, передача сообщений). Понятие абстрактных типов данных. Линейный список, стек, очередь. Способы их реализации (последовательный, связанный). Бинарные деревья поиска. Сложностные оценки операций поиска, добавления и удаления узлов в двоичном дереве поиска. Способы записи арифметических выражений (инфиксная, префиксная, постфиксная). Алгоритмы вычисления арифметических выражений. Основы построения трансляторов. Структура оптимизирующего транслятора. Промежуточные представления программы: последовательность символов, последовательность лексем, синтаксическое дерево, абстрактное синтаксическое дерево. Уровни промежуточного представления: высокий, средний, низкий. Формы промежуточного представления. Оптимизация программ при их компиляции. Оптимизация базовых блоков, чистка циклов. Анализ графов потока управления и потока данных. Отношение доминирования и его свойства, построение границы области доминирования вершины, выделение сильно связанных компонент графа. Построение графа зависимостей. Перевод программы в SSA-представление и обратно. Глобальная и межпроцедурная оптимизация. Генерация объектного кода в компиляторах. Перенастраиваемые компиляторы. Переработка термов. Применение оптимизационных эвристик (целочисленное программирование, динамическое программирование) для автоматического порождения генераторов объектного кода. Планирование и диспетчеризация процессов и задач. Стратегии планирования. Дисциплины диспетчеризации. Виртуальное адресное пространство. Сегментный, страничный и сегментно-страничный способы организации виртуальной памяти. Хеширование. Формальные основы проектирования реляционных баз данных: функциональные зависимости, декомпозиция схем отношений, нормальные формы схем отношений. Структуры индексов: плотные и разреженные индексы, деревья и хеш-таблицы. Алгоритмы обработки данных, основанные на сортировке и хешировании.

Функционирование вычислительных систем, структура и функции операционных систем. Основные блоки и модули. Основные средства аппаратной поддержки функций операционных систем (ОС): система прерываний, защита памяти, механизмы преобразования адресов в системах виртуальной памяти, управление каналами и периферийными устройствами. Виды процессов и управления ими в современных ОС. Представление процессов, их контексты, иерархии порождения, состояния и взаимодействие. Многозадачный (многопрограммный) режим работы. Команды управления процессами. Средства взаимодействия процессов. Модель клиент-сервер и ее реализация в современных ОС. Параллельные процессы, схемы порождения и управления. Организация взаимодействия между параллельными и асинхронными процессами: обмен сообщениями, организация почтовых ящиков. Критические участки, примитивы взаимного исключения процессов, семафоры Дейкстры и их расширения. Проблема тупиков при асинхронном выполнении процессов, алгоритмы обнаружения и предотвращения тупиков. Компьютерные сети. Операционные средства управления сетями. Эталонная модель взаимодействия открытых систем ISO/OSI. Маршрутизация и управление потоками данных в сети. Локальные и глобальные сети. Сетевые ОС, модель «клиент - сервер», средства управления сетями в ОС семейства UNIX и Windows. Семейство протоколов TCP/IP, структура и типы IP-адресов, доменная адресация в Internet. Транспортные протоколы TCP, UDP.

3. Литература

1. Кудрявцев Л.Д. Курс математического анализа. т. 1,2,3. – М.: 1988.
2. Яблонский С.В. Дискретная математика. – М.: Наука, 1984.
3. Понтрягин Л.С. Обыкновенные дифференциальные уравнения. -М.: 1978.
4. Самарский А.А., Гулин А.В. Численные методы. – М., 1989.
5. Турчак Л.И. Основы численных методов. – М., 1987.
6. Глушков В.М. Синтез цифровых автоматов. – М.: Физматгиз, 1962.
7. Дискретная математика и математическая кибернетика. –Т.1. – М.: Наука, 1974.
8. В.Л. Матросов, В.А. Горелик. Теоретические основы информатики. Учебное пособие. – М.: МПГУ, 2005.
9. Горелик В.А., Фомина Т.П. Основы исследования операций: Учебное пособие. МПГУ, Липецкий ГУ. – М.: 2004.
10. Вапник В.Н., Червоненкис А.Я. Теория распознавания образов. – М.: Наука, 1984.
11. Донской В.И. Алгоритмические модели обучения классификации: обоснование, сравнение, выбор. – Симферополь: ДИАЙПИ, 2014.
12. Стюарт Рассел, Питер Норвиг. Искусственный интеллект: современный подход. – Киев: Издательский дом “Вильямс”. – 2006.
13. Ахо А., Сети Р., Ульман Д. Компиляторы: принципы, технологии, инструменты. – М.: Издательский дом "Вильямс", 2001.
14. Таненбаум Э.С. Современные операционные системы.2-ое изд. – СПб.: Питер, 2002
15. Гормеев А.В., Молчанов. Системное программное обеспечение. – СПб.: Питер, 2001.
16. Ахо А., Хопкрофт Дж., Ульман Д. Структуры данных и алгоритмы. – М.: Изд-во "Вильямс,2000.
17. Олифер В. Г., Олифер Н. А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов. 4-е изд. — СПб.: Питер, 2010.
18. Льюис Ф., Розенкранц Д., Стирнз Р. Теоретические основы проектирования компиляторов. – М.: Мир, 1979.