

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ РФ
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РА
Г О У В П О Р О С С И Й С К О - А Р М Я Н С К И Й
У Н И В Е Р С И Т Е Т**

ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАТИКИ



«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. директора ИМИ

П.С. Аветисян

18.05.2023 г.

ПРОГРАММА

для поступления в магистратуру

по направлению 01.04.02 «**Прикладная математика и информатика**»

(Магистерские программы - Математическое моделирование, Математическое и программное обеспечение защиты информации, Прикладная статистика и наука о данных, Искусственный интеллект и машинное обучение, Системное программирование)

ЕРЕВАН 2023 г

Перечень вопросов по дисциплинам кафедры математики и математического моделирования

1. Предел последовательности. Необходимое и достаточное условие Коши для сходимости последовательностей.
2. Предел монотонных последовательностей. Число e .
3. Основные теоремы о непрерывных функциях (I и II теоремы Больцано-Коши, I и II теоремы Вейерштрасса).
4. Равномерная непрерывность и теорема Кантора.
5. Основные теоремы о дифференцируемых функциях (теоремы Ферма, Ролля, Лагранжа).
6. Формула Тейлора. Приближенное вычисление элементарных функций при помощи формулы Тейлора.
7. Равномерная сходимость функциональных последовательностей. Равномерная сходимость и непрерывность.
8. Равномерная сходимость и почленное интегрирование рядов.
9. Определение определенного интеграла, формула Ньютона-Лейбница.
10. Теоремы о среднем значении определенного интеграла.
11. Полный дифференциал функции от многих переменных и его геометрическая интерпретация.
12. Двойной интеграл и формула для вычисления двойного интеграла.
13. Экстремумы функции от многих переменных.
14. Интегральная формула Коши об аналитических функциях.
15. Условный экстремум. Метод неопределенных коэффициентов Лагранжа.
16. Решение линейных дифференциальных уравнений I порядка.
17. Однородные и приводимые к однородным дифференциальные уравнения.
18. Уравнение в полных дифференциалах. Интегрируемый множитель.
19. Решение линейных однородных дифференциальных уравнений n -ого порядка с постоянными коэффициентами. Случай простых и кратных корней.
20. Задача Коши. Теорема существования и единственности решения задачи Коши для дифференциального уравнения $y' = f(x, y)$.
21. Решение линейных однородных дифференциальных уравнений и систем n -ого порядка с переменными коэффициентами. Фундаментальная система решений.
22. Решение задачи Коши для уравнения колебания струны. Формула Даламбера.
23. Метод Фурье и его применение к решению I краевой задачи для уравнения колебания струны.
24. Гармонические функции. Основные свойства гармонических функций.
25. Метод простой итерации для решения нелинейных алгебраических уравнений.
26. Метод секущих и метод касательных (метод Ньютона) для решения нелинейных алгебраических уравнений и сходимость этих методов.
27. Итерационные методы для решения систем линейных алгебраических уравнений

(метод Якоби (метод простой итерации), метод Гаусса -Зейделя) и их сходимость.

28. Задача об интерполяции. Интерполяционный многочлен Лагранжа и погрешность аппроксимации.
29. Квадратурные формулы. Обобщенные формулы прямоугольников, трапеций, Симпсона и их погрешность аппроксимации.
30. Численные решения обыкновенных дифференциальных уравнений I порядка, методы Эйлера и Рунге Куты.

Литература

1. Ильин В.А., Садовничий В.А. В.Л. Сендов Математический анализ. I, II тома
2. Фихтенгольц Г.М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. I, II, III тома
3. Рудин Основы математического анализа
4. Понтрягин Л.С. Обыкновенные дифференциальные уравнения
5. Петровский И.Г. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений
6. $\hat{O}^{3/2} \hat{n} \hat{U}^3 \hat{Y} \text{ Д.Д.}, \hat{i}^3 \hat{n}^3 \hat{a} \hat{U}^3 \hat{Y} \hat{\Pi}^2., \text{ Д} \hat{a} \hat{i} \hat{N}^3 \hat{Y} \hat{Y} \hat{C} \hat{e} \hat{U}^3 \hat{Y}^2 \text{ Д.} \hat{e} \hat{a} \hat{i} \hat{a} \hat{n}^3 \hat{i}^3 \hat{Y}^1 \hat{C} \hat{y} \hat{n} \hat{Y} \hat{o} \hat{C}^3 \hat{E} \hat{N}^3 \hat{i}^3 \hat{e}^3 \hat{n} \hat{a} \hat{o} \hat{U} \hat{Y} \hat{n}$
7. Владимиров. Уравнения математической физики
8. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения мат. физики
9. Петровский И.Г. Лекции об уравнении с частными производными
10. Бахвалов Н.С., Жуков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. М., 2000
11. Акопян Ю.Р. Основы численных методов. Часть 1. изд. РАУ, Ереван, 2005
12. Карапетян Г.А., Микилян М.А., Мелконян А.А. Дифференциальные уравнения в примерах и задачах. РАУ 2009г.

Перечень вопросов по дисциплинам кафедры математической кибернетики

Часть I. Алгебра. Теория вероятностей и математическая статистика.

1. Определитель n -го порядка и ее свойства. Теорема об определителе произведения матриц
2. Описание обратимых матриц. Теорема Крамера, правило Крамера.
3. Теорема Кронекера – Капелли. Пространство решений систем линейных однородных уравнений, его размерность.
4. Теорема о ранге произведения матриц.
5. Описание простых многочленов над полем действительных чисел.
6. Теорема о размерности суммы подпространств.
7. Теорема о размерности ядра и образа линейного отображения.
8. Канонический вид квадратичной формы. Закон инерции.
9. Алгоритм ортогонализации Грамма-Шмидта.
10. Теорема Лагранжа о порядке подгруппы.
11. Теорема о ядре гомоморфизма колец (ядро – идеал кольца).
12. Вероятностное пространство, формула полной вероятности, теорема Байеса.
13. Законы больших чисел. Сходимость последовательностей случайных величин. Теоремы Чебышева, Хинчина.
14. Нормальное распределение и центральная предельная теорема. Теорема Ляпунова.
15. Эмпирическое (выборочное) распределение и выборочные характеристики и их свойства. Теорема Гливленко.
16. Оценка неизвестных параметров. Классификация оценок. Методы получения точечных оценок (метод моментов, метод наибольшего правдоподобия).
17. Интервальное оценивание. Построение доверительных интервалов для параметров нормального распределения.
18. Эффективные оценки. Неравенство Рао-Крамера. Эффективность оценки параметра нормального распределения.
19. Проверка статистических гипотез. Критическая область. Критерий согласия Колмогорова и критерий значимости Пирсона.

Часть II. Математическая логика. Теория алгоритмов. Дискретная математика. Исследование операций.

1. Классическое исчисление высказываний (КИВ); понятие вывода, выводимости; теорема о полноте и непротиворечивости КИВ; разрешимость КИВ.
2. Исчисление предикатов первого порядка (Р): определение, интерпретация, теорема дедукции для Р, полнота Р (без доказательства).

3. Формальная арифметика (S): определение; построение выводов формул, выражающих основные свойства арифметических операций.
4. Примитивно рекурсивные, частично рекурсивные и общерекурсивные функции. Тезис Чёрча.
5. Алфавитное кодирование. Неравенство Мак-Миллана. Оптимальное кодирование(коды Хаффмена).
6. Турнирные задачи: определение участников, занявших первое и последнее; первое и второе; первое, второе и третье места.
7. Основные классы булевых функций: определения, свойства; теорема Поста.
8. Схемы из функциональных элементов; определение функции Шеннона, верхние и нижние ее оценки.
9. Определение графа, способы задания. Маршруты и циклы в графах, эйлеровы циклы (необходимое и достаточное условие), гамильтоновы циклы (достаточное условие).
10. Деревья, теорема Кэлли. Алгоритм построения минимального остового дерева.
11. Плоские графы. Теорема Эйлера. Теорема Понтрягина-Куратовского(без доказательства).
12. Полиномиальная сводимость комбинаторных задач. Примеры.
13. Задача линейного программирования и методы ее решения.
14. Сети, потоки в сетях, разрезы. Теорема о максимальном потоке и минимальном разрезе.
15. Классификация игр. Матричные игры. Смешанные стратегии. Теорема о минимаксе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Винберг Э.Б., Курс алгебры, М., Факториал, Пресс, 2002.
2. Кострикина А.И., Введение в алгебру, М., Наука, 1977.
3. Фаддев Д.К. Лекции по алгебре. М.Наука, 1984.
4. Курош А.Г., Курс высшей алгебры, М.Наука.
5. 1. Севастьянов Б.А. Курс теории вероятностей и математической статистики. М., "Наука", 1982.
6. Гнеденко Б.В. Теория вероятностей. М., 1970.
7. Э. Мендельсон. Введение в математическую логику. М., 1971.
8. С.В.Яблонский. Введение в дискретную математику. М., 1979.
9. Мальцев А., Алгоритмы и рекурсивные функции. М., "Наука", 1986.
10. Ахо А., Хопкрофт Дж., Ульман Дж. Построение и анализ вычислительных алгоритмов. М., "Мир", 1979.
11. Айгнер М. Комбинаторная теория. М., "Мир", 1982.
12. Ю.Оре О. Теория графов, М., Мир, 1969.
13. И.Х.Таха. Введение в исследование операций. М., 2005.
14. Боровков А.А. Математическая статистика. М.Наука, 1984.

Перечень вопросов по дисциплинам кафедры системного программирования

1. Массивы. Массивы на стеке, динамические массивы. Арифметические действия с указателями. Принципы реализации и сложность операций для массивов с динамически изменяемым размером.(напр. `std::vector`, `JavaList`, `C# ArrayList`).
2. Типы памяти в программах. Статическая память, стек, куча. Управление памятью в стеке. Управление памятью в куче. Умные указатели.
3. Автоматическая сборка мусора, `mark-sweep` алгоритм.
4. Функции, реализация вызова функций с помощью стека. Способы (по значению, по ссылке) и механизмы (стек, регистры) передачи параметров. Стоимость вызова функции, встраивание как механизм оптимизации (`inlining`).
5. Рекурсивные функции. Использование рекурсии - факторы быстроедействия и использования памяти. Оптимизация хвостовой рекурсии (`tail call elimination`).
6. Функции как значения, указатели на функции/делегаты, безымянные функции (лямбда-выражения), свертки (`closure`).
7. Классы как реализация абстрактных типов данных. Принцип инкапсуляции. Члены классов (данные, методы). Объекты класса, размещение объектов на стеке/в куче. Реализация классов в статически типизированных ОО-языках программирования (`C++`, `Java`, `C#`).
8. Интерфейсы и абстрактные классы. Наследование и виртуальные вызовы, полиморфизм времени исполнения. Реализация наследования и виртуальных вызовов в статически типизированных ОО-языках программирования (`C++`, `Java`, `C#`).
9. Бинарное дерево. Рекурсивные и нерекурсивные алгоритмы обхода бинарных деревьев. Бинарное дерево поиска. Сбалансированность.
10. Самобалансирующиеся деревья (`AVL`, красно-черные).
11. Бинарный поиск в отсортированном массиве, сложность. Построение бинарного дерева поиска на основе отсортированного массива.
12. Структура данных пирамида (`heap data structure`), пирамидальная сортировка (`heap sort`). Очередь с приоритетами (`priority queue`), реализация с помощью пирамиды и сбалансированных бинарных деревьев поиска.
13. Односвязные и двусвязные списки. Поиск, добавление и удаление элементов, сложность этих операций.
14. Структура данных стек (`stack`), применение. Реализация стека на основе динамического массива и связанного списка.
15. Структура данных очередь (`queue`), применение. Реализация очереди на основе динамического массива и связанного списка.
16. Сортировка массива, теоретический нижний предел сложности. Быстрая сортировка (`quick sort`), сортировка вставкой (`insertion sort`).

17. Сортировка массива. Стабильность сортировки. Сортировка вставкой, слиянием (insertion sort, merge sort).
18. Графы, реализация алгоритмов поиска в ширину и в глубину. Алгоритм Дейкстры.
19. Хэш-таблицы, способы реализации, сложность поиска.
20. Правовлинейные грамматики и конечные автоматы. КС-грамматики и МП –автоматы. Простые СУ – схемы и МП –преобразователи.
21. Регулярные языки и регулярные выражения. Примеры.
22. Распознавание регулярного языка конечным автоматом.
23. Этапы компиляции. Лексический и синтаксический анализ (top-down, bottom-up разбор).
24. Компилируемые и интерпретируемые языки. Компиляторы и компоновщики. Виртуальные машины, just-in-time компиляция. Бинарный интерфейс приложения (ABI).
25. Модель данных «сущность-связь»: множества сущностей, атрибуты, связи, моделирование ограничений, подклассы, слабые множества сущностей.
26. Реляционная модель данных: основы реляционной модели, реляционное отображение ER-диаграмм и объектных проектов.
27. Проектирование реляционных схем: аномалии, декомпозиция схем-отношений, нормальная форма Бойса-Кодда, декомпозиция в BCNF, третья нормальная форма.
28. Алгебра реляционных операций: основы реляционной алгебры, операции над мультимножествами, дополнительные операции. Алгебра как язык описания ограничений.
29. Требования ACID. Транзакции. Уровни изоляции транзакций.
30. Параллельные вычисления. Многопроцессорность и многопоточность. Переключение контекста. Приоритеты потоков. Поточно-локальные данные (thread local storage).
31. Основные проблемы, возникающие при многопоточном программировании. Способы синхронизация. Синхронизационные примитивы: мьютексы, семафоры, события.
32. Виртуальная память, цели и реализация. Буфер быстрого преобразования адреса (TLB).
33. Модель OSI. Протоколы и интерфейсы. Стек протоколов. Протокол TCP/ IP.

Литература

1. Дейтел Х.М Дейтел П.Дж. Как программировать на C++.-М.:Изд-во “БИНОМ”,2001. (или эквиваленты для Java или C#)
2. Modern C++ Design: Generic Programming and Design Patterns Applied by Andrei Alexandrescu, Addison-Wesley, 2001
3. Jones, Richard; Hosking, Antony; Moss, Eliot (2011-08-19). The Garbage Collection Handbook: The Art of Automatic Memory Management. CRC Applied Algorithms and Data Structures Series. Chapman and Hall/CRC.
4. Страуструп, Бьерн. Язык программирования C++. -М.: Изд-во “БИНОМ”,2001.
5. Т. Кормен, Ч. Лейзерсон, Р. Ривест, К. Штайн, "Алгоритмы: Построение и анализ", 3-е издание, М. "Вильямс" 2013

6. Кнут Д.Э. Искусство программирования. Том 1. Основные алгоритмы. Третье издание. Перевод с английского. Под общей редакцией Ю.В. Козаченко. (Москва: Издательский дом «Вильямс», 2002)
7. Ахо А., Ульман Д. Теория синтаксического анализа, перевода и компиляции. М.: Мир, 1978.
8. Ахо А., Сети Р., Ульман Д. Компиляторы: принципы, технологии, инструменты. Изд. дом "Вильямс", второе издание, 2008
9. Э.Таненбаум. Современные операционные системы. 3-е издание
10. Э. Таненбаум. Архитектура компьютера, 6-е издание
11. Гарсиа-Молина Г., Ульман Дж., Уидом Дж. - Системы баз данных
12. К. Дейт. Введение в системы баз данных. М., Изд-во "Вильямс", 2001г.
13. В.Г.Олифер, Н.А. Олифер. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. СПб. Изд-во "Питер", 2010г.