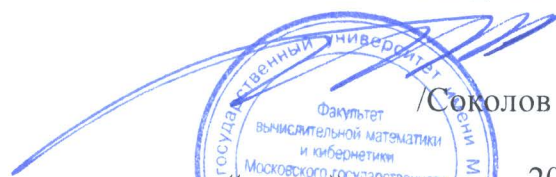



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»
Факультет вычислительной математики и кибернетики

«УТВЕРЖДАЮ»

Декан факультета ВМК МГУ,
академик РАН


/Соколов И.А./
2022 г.



ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА

**(для осуществления приема на обучение по
образовательным программам высшего образования -
программам подготовки научных и научно-педагогических
кадров в аспирантуре)**

***2.3.5 «Математическое и программное обеспечение
вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей»***

Программа утверждена
Ученым советом факультета
(протокол № 4 от 28 апреля 2022 г.)

I. ОПИСАНИЕ ПРОГРАММЫ

Настоящая программа предназначена для осуществления приема на обучение по образовательным программам высшего образования - программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре вступительного экзамена в аспирантуру по специальности 2.3.5 *Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей* и содержит основные темы и вопросы к экзамену, список основной и дополнительной литературы и критерии оценивания. (все темы и вопросы должны быть не выше ФГОС ВО магистратуры и специалитета)

II. ОСНОВНЫЕ РАЗДЕЛЫ И ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

1. Общая часть.

1. Непрерывные функции одной переменной и их свойства. Равномерная непрерывность. Равностепенная непрерывность семейства функций. Теорема Арцела.
2. Функции многих переменных. Полный дифференциал, и его геометрический смысл. Достаточные условия дифференцируемости. Градиент.
3. Определенный интеграл. Интегрируемость непрерывной функции. Первообразная непрерывной функции. Приближенное вычисление определенных интегралов. Формулы трапеций и Симпсона, оценки погрешностей. Понятие о методе Гаусса.
4. Числовые ряды. Сходимость рядов. Критерий Коши. Достаточные признаки сходимости (Коши, Даламбера, интегральный, Лейбница).
5. Абсолютная и условная сходимость ряда. Свойства абсолютно сходящихся рядов. Перестановка членов ряда. Теорема Римана. Умножение рядов.
6. Ряды и последовательности функций. Равномерная сходимость. Признак Вейерштрасса. Свойства равномерно сходящихся рядов (непрерывность суммы, почленное интегрирование и дифференцирование).
7. Собственные и несобственные интегралы, зависящие от параметра. Равномерная сходимость по параметрам и ее признаки. Непрерывность, интегрирование и дифференцирование интегралов по параметру.
8. Мера множества. Измеримые функции. Интеграл Лебега и его основные свойства.
9. Степенные ряды в действительной и комплексной области. Радиус сходимости. Теорема Коши-Адамара. Теорема Абеля. Свойства степенных рядов (почленное интегрирование и дифференцирование). Разложение элементарных функций.

10. Функции комплексного переменного. Условия Коши-Римана. Геометрический смысл аргумента и модуля производной.
11. Элементарные функции комплексного переменного z^n , e^z , $\frac{az+b}{ez+d}$, и даваемые ими конформные отображения. Простейшие многозначные функции \sqrt{z} , $\text{Ln}(z)$.
12. Теорема Коши об интеграле по замкнутому контуру. Интеграл Коши. Ряд Тейлора.
13. Ряд Лорана. Полюс и существенно особая точка. Вычеты. Основная теорема о вычетах и ее применение.
14. Линейные преобразования. Квадратичные формы. Приведение их к каноническому виду линейными преобразованиями в комплексной и действительной областях. Закон инерции.
15. Линейная зависимость и независимость векторов. Ранг матрицы. Системы линейных алгебраических уравнений, теорема Кронекера-Капелли. Общее решение системы линейных алгебраических уравнений.
16. Ортогональные преобразования в евклидовом пространстве и ортогональные матрицы. Свойства ортогональных матриц.
17. Характеристический многочлен линейного преобразования векторного пространства. Собственные числа и собственные векторы. Свойства собственных чисел и векторов симметрических матриц. Понятие о методе ортогональных вращений решения полной проблемы собственных значений.
18. Итерационные методы решения уравнения $f(x)=0$ (хорд, Ньютона). Принцип сжатых отображений в полных метрических пространствах и его применение.
19. Линейные операторы, норма линейного оператора. Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений (методы простой итерации и Зейделя).
20. Гильбертово пространство. Линейные и билинейные функционалы в гильбертовом пространстве. Линейные уравнения с вполне непрерывным оператором.
21. Интегральные уравнения Фредгольма 2-ого рода. Теорема Фредгольма. Интегральные уравнения с симметричным ядром.
22. Ортогональные системы функций. Ряды Фурье по ортогональной системе функций, неравенство Бесселя, сходимость ряда Фурье. Достаточные условия равномерной сходимости рядов Фурье по тригонометрической системе функций. Влияние гладкости функции на порядок коэффициентов Фурье.
23. Теорема существования и единственности решения задачи Коши для уравнения, системы уравнений первого порядка и уравнения n -ого порядка.

24. Лине́йные дифференциальные уравнения n -ого порядка. Лине́йное однородное уравнение. Лине́йная независимость функций. Фундаментальная система решений. Определитель Вронского. Общее решение неоднородного уравнения.
25. Лине́йные обыкновенные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами (однородные и неоднородные).
26. Устойчивость по Ляпунову решений обыкновенных дифференциальных уравнений. Теорема об устойчивости по первому приближению. Второй метод Ляпунова.
27. Простейшая задача вариационного исчисления. Уравнение Эйлера. Вариационная задача с подвижными концами. Условия трансверсальности.
28. Градиентные методы поиска экстремума.
29. Формализация понятия алгоритма (машины Тьюринга, нормальные алгоритмы Маркова). Алгоритмическая неразрешимость.
30. Структура и состав вычислительной системы (аппаратура + программное обеспечение). Физические и виртуальные ресурсы. Управление ресурсами в вычислительной системе. Потоки управляющей информации и данных в вычислительной системе. Проблемы дисбаланса производительности компонентов вычислительной системы и аппаратно-программные решения, предназначенные для сглаживания этого дисбаланса. Кеширование информационных потоков в вычислительной системе.
31. Архитектура многопроцессорных вычислительных систем. Графовая модель представления параллельных алгоритмов. Принципы построения параллельных программ с использованием технологий MPI и OpenMP. Показатели качества параллельных программ. Закон Амдала, его следствия.
32. Операционные системы, основные функции. Типы операционных систем. Организация управления и взаимодействия процессов в Операционной системе. Модели и средства синхронизации. Программирование взаимодействующих процессов. Модели организации и управления ОЗУ.
33. Парадигмы программирования (функциональное, императивное, объектно-ориентированное программирование).
34. Базы данных. Основные понятия реляционной модели данных. Реляционная алгебра. Средства языка запросов SQL.
35. Функции алгебры логики. Реализация их формулами. Совершенная дизъюнктивная нормальная форма.
36. Схемы из функциональных элементов и простейшие алгоритмы их синтеза. Оценка сложности схем, получаемых по методу Шеннона.

2. Дополнительная часть.

1. Элементы теории алгоритмов, математической логики и дискретной математики

1.1. Понятие алгоритма и его уточнения. Машины Тьюринга, нормальные алгоритмы Маркова; эквивалентность этих уточнений. Тезис Тьюринга. Понятие алгоритмической неразрешимости; примеры алгоритмически неразрешимых проблем.

1.2. Временная и пространственная алгебраическая сложность алгоритма в худшем случае и в среднем; символы O , Ω , и Θ в асимптотических оценках сложности. Сложность в худшем случае сортировки слияниями, быстрой сортировки; сложность в среднем быстрой сортировки. Понятие битовой сложности. Нижние границы сложности класса алгоритмов. Нижние границы сложности классов алгоритмов сортировки и поиска с помощью сравнений. Алгоритм, оптимальный в данном классе, оптимальность по порядку сложности.

1.3. Классы P и NP алгоритмов распознавания языков. Проблема $P \stackrel{?}{=} NP$.

Полиномиальная сводимость; NP -полные задачи (формулировка основных фактов, примеры).

1.4. Логика 1-го порядка. Выполнимость и общезначимость. Общая схема метода резолюций. Логические программы. SLD-резолютивные вычисления логических программ. Правильные и вычислимые ответы на запросы к логическим программам. Стандартная стратегия выполнения логических программ.

1.5. Теорема Поста о полноте систем функций в алгебре логики. Графы, деревья, планарные графы, их свойства.

2. Операционные системы

2.1. Основы архитектуры операционных систем. Базовые понятия - процесс, ресурс. Физические, виртуальные (логические) ресурсы. Структура ОС. Ядро. Системные вызовы. Структурная организация ОС. Монолитные, микроядерные ОС. Логические функции ОС. Прерывания, обработка прерываний. Мультипроцессные (мультипрограммные) ОС, требования к аппаратуре компьютера по обеспечению корректного мультипроцессирования. Управление процессами. Управление устройствами. Управление данными. Задачи планирования. Типы ОС: пакетные, разделения времени, реального времени. Сетевые, распределенные ОС.

2.2. Управление процессами. Определение процесса. Жизненный цикл, состояния процесса. Основные типы процессов: полновесные процессы, легковесные процессы (нити). Контекст процесса. Планирование

распределения времени ЦП между процессами - основные подходы: вытесняющие и невытесняющие стратегии; алгоритмы, основанные на квантовании; алгоритмы, использующие приоритет: планирование по наивысшему приоритету, понятие относительного и абсолютного приоритета, алгоритмы, использующие изменяющийся приоритет. Очереди с обратной связью. Смешанные алгоритмы планирования.

2.3. Взаимодействие процессов. Взаимодействие параллельных процессов и их синхронизация. Классификация средств межпроцессного взаимодействия. Разделяемые ресурсы и синхронизация доступа к ним. Взаимное исключение. Тупики. Механизмы обеспечения взаимного исключения: семафоры Дейкстры, мониторы Хоара, обмен сообщениями. Способы реализации взаимного исключения в однопроцессорных ЭВМ, многопроцессорных ЭВМ с общей памятью, в распределенных вычислительных системах. Классические задачи синхронизации процессов: «обедающие философы», «читатели и писатели», «спящий парикмахер». Типовые средства межпроцессного взаимодействия (базовые средства взаимодействия процессов ОС Unix, IPC ОС Unix, сокеты, MPI).

2.4. Файловые системы. Файлы, структурная организация файлов. Атрибуты файлов. Типовые программные интерфейсы работы с файлами. Структура файловой системы, подходы в практической реализации. Модели реализации файлов. Понятие индексного узла (дескриптора). Модели реализации каталогов. Квотирование пространства файловой системы. Надежность файловой системы, целостность файловой системы. Распределенные файловые системы. Алгоритмы обеспечения консистентности кэшей в распределенных файловых системах.

2.5. Управление оперативной памятью. Базовые концепции и стратегии управления оперативной памятью. Виртуальная оперативная память. Организация управления памятью при одиночном непрерывном распределении; распределении разделами: распределении перемещаемыми разделами; страничном распределении (таблица страниц. TLB, иерархическая организация таблицы страниц, хэширование таблицы страниц, инвертированные таблицы страниц, алгоритмы замещения страниц); сегментном распределении; сегментно-страничном распределении. Кэширование данных при управлении оперативной памятью. Управление оперативной памятью в распределенных вычислительных системах, распределенная общая память, алгоритмы реализации, модели консистентности.

2.6. Управление внешними устройствами. Общие концепции. Архитектура организации управления внешними устройствами. Драйверы физических и логических устройств, иерархия драйверов. Буферизация обмена. Модельная организация управления внешними устройствами на примере ОС Unix. Планирование дисковых обменов, типовые алгоритмы. RAID системы.

3. Компьютерные сети

3.1. Иерархическая организация компьютерных сетей (понятия протокола, иерархии протоколов, сервис и интерфейсы, архитектуры сети), классификация транспортных сред (способы коммутации данных, типы каналов, топология среды), классификация компьютерных сетей (локальные сети, городские сети, региональные сети). Требования, предъявляемые к современным компьютерным сетям (производительность, надежность, безопасность, расширяемость, масштабируемость, управляемость, совместимость).

3.2. Способы организации систем передачи данных (на примерах телефонных сетей, стандартов X.25, Frame Relay, SONET, ISDN, ATM, семейство xDSL, GSM сети. GPRS служба), методы уплотнения данных в канале (мультиплексирование), организация и виды коммутаторов.

3.3. Эталонная модель OSI ISO: понятие открытой системы, основные понятия модели, распределение функций сети между уровнями модели (физический, канальный, сетевой, транспортный, сессии, представления, приложений). Модель TCP/IP.

3.4. Теоретические основы передачи данных (данные, сигнал, передача; взаимосвязь пропускной способности канала и ширины его полосы пропускания [теорема Нийквиста- Котельникова, теорема Шеннона]). Основные виды физических сред передачи данных и их свойства (витая пара, коаксиальный кабель, оптоволокно); беспроводные каналы (радио сети, микроволновые сети, сотовые сети, спутниковые сети).

3.5. Различные виды сигналов, используемых для передачи разных видов данных, и взаимосвязь между ними. Способы представления данных на физическом уровне (потенциальные коды, импульсные коды, дифференциальные коды и их примеры, достоинства и недостатки).

3.6. Каналы с множественным доступом: статические и динамические протоколы предоставления доступа к каналу (FDM, TDM методы, протоколы с обнаружением несущей, р - настойчивые протоколы, протоколы с ограниченным числом конфликтов, адаптивные протоколы). Примеры протоколов семейства IEEE 802.x (Ethernet, шина с маркером, кольцо с маркером). Примеры высокоскоростных протоколов: FDDI. Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, Fiber Channel.

3.7. Внутренняя организация сетевого уровня и предоставляемый им сервис. Алгоритмы маршрутизации (основные свойства (*корректность, простота, устойчивость, стабильность, справедливость, оптимальность*), принцип оптимальности, критерии оптимальности): маршрутизация по кратчайшему пути; маршрутизация лавиной; маршрутизация с анализом потока; маршрутизация по вектору расстояния; маршрутизация по состоянию канала; иерархическая маршрутизация; маршрутизация для мобильного узла; маршрутизация при вещании; маршрутизация для группы.

3.8. Явление перегрузки. Основные принципы управления перегрузками (методы с открытым контуром управления и методы с обратной связью). Спецификация потока и форматирование трафика. Подавляющие пакеты и сброс нагрузки. Межсетевая маршрутизация (сопряжение виртуальных каналов, фрагментация, туннелирование).

3.9. Основные протоколы сетевого уровня в Internet (на примерах протоколов ARP, RARP, IPv.4, IPv.6, OSPF, EGRP, BGP).

3.10. Управление качеством сервиса на транспортном уровне. Адресация на транспортном уровне. Методы установления и разрыва соединений, управления потоком и буферизацией, восстановлением после сбоев, повышения производительности на транспортном уровне. Протокол TCP. Протокол UDP.

3.11. Основные проблемы, входящие в сферу обеспечения безопасности в сетях ЭВМ (конфиденциальность, целостность, идентификация подлинности), и способы их решения. Основные принципы шифрования. Алгоритмы шифрования с закрытым ключом. Алгоритмы шифрования с открытым ключом. Протоколы установления подлинности. Электронная подпись.

3.12. Принципы организации и основные протоколы функционирования приложений: DNS, FTP, Электронная почта, SNMP протокол, WWW.

4. Языки и системы программирования

4.1 Языки программирования. Понятие о парадигмах программирования. Процедурные, объектно-ориентированные и функциональные языки программирования. Понятие о логическом программировании.

4.2 Концепция типа данных. Базисные типы данных в современных языках программирования (булевский, целый, вещественный, символьный, перечислимый, ограниченный, указатели, ссылки, массивы, записи). Динамические структуры данных (списки, бинарные деревья, стек, очередь), основные операции над ними, способы их машинного представления. Таблицы, поиск по ключу. Способы представления таблиц (упорядоченные массивы, деревья поиска, перемешанные таблицы). Оценки сложности (в среднем и в худшем случае) операций поиска по ключу и вставки нового элемента в таблицу.

4.3 Основные управляющие конструкции в современных языках программирования. Процедуры (функции): вызов процедур, способы передачи параметров, локализация переменных, побочные эффекты. Понятие исключительной ситуации. Обработка исключительных ситуаций. Понятие модуля, отдельная трансляция (зависимая и независимая). Средства инкапсуляции данных. Абстрактные типы данных.

4.4 Основные принципы объектно-ориентированного программирования. Понятие класса и его реализация в современных языках программирования. Объекты (основные свойства и отличительные признаки). Наследование. Полиморфизм. Динамическое связывание методов. Абстрактные классы и интерфейсы. Понятие о родовых модулях и шаблонах. Обобщенное программирование.

4.5 Машинно-ориентированные языки, язык ассемблера. Представление машинных команд и констант. Команды транслятору. Их типы, принципы реализации. Макросредства, макровыводы, языки макроопределений, условная макрогенерация, принципы реализации.

4.6 Системы программирования (СП). Состав, схема функционирования классической СП. Этапы жизненного цикла программного продукта. СП в рамках интегрированной среды разработки (ИСР). Типы трансляторов, особенности интерпретаторов и компиляторов. Основные функции редакторов текстов и отладчиков в рамках ИСР. Назначение и функционирование редактора связей и загрузчика. Основные типы библиотек. Основные методы распределения памяти и оптимизации программ.

4.7 Теория формальных грамматик и языков. Порождающая грамматика. Язык, порождаемый грамматикой. Классификация формальных грамматик. Определение типов грамматик и языков по Хомскому. Использование грамматик в лексическом и синтаксическом анализе. Эквивалентность языков, определяемых регулярными выражениями, регулярными грамматиками и конечными автоматами. Необходимое условие регулярности языка (лемма о разрастании для регулярных языков). Эквивалентность языков, определяемых КС-грамматиками и недетерминированными магазинными автоматами. Лемма о разрастании для контекстно-свободных языков.

4.8 Элементы теории трансляции. Общая схема работы компилятора. Анализ исходной программы в компиляторе. Автоматные (регулярные) грамматики и сканирование, контекстно-свободные грамматики и синтаксический анализ. Метод рекурсивного спуска: назначение, семантика процедур метода рекурсивного спуска. Достаточные условия применимости метода рекурсивного спуска. Предсказывающий синтаксический анализ сверху вниз типа LL(1): построение таблицы, определение, алгоритм разбора. Синтаксический анализ снизу-вверх типа перенос-свертка LR(1): построение канонической системы множеств, построение анализирующего автомата, определение, алгоритм разбора.

5. Параллельные вычисления и распределенная обработка данных

5.1. Параллельная и конвейерная обработка данных. Параллелизм и конвейерность в архитектуре современных высокопроизводительных компьютеров. Скалярные и векторные команды. Скалярные, конвейерные и векторные устройства. Иерархия памяти в компьютерах как средство повышения скорости выполнения программ, локальность вычислений и

локальность использования данных. Закон Амдала и его следствия, суперлинейное ускорение.

5.2. Основные классы современных параллельных вычислительных систем. Компьютеры с общей памятью, примеры, причины снижения производительности на реальных программах. Архитектуры SMP, NUMA, ccNUMA. Коммутация процессоров и модулей памяти, шина, матричный коммутатор, омега-сеть. Векторно-конвейерные вычислительные системы, примеры, причины снижения производительности. Компьютеры с распределенной памятью, примеры, причины снижения производительности. Топология связи между процессорами: звезда, решетка, трехмерный тор, двоичный гиперкуб, их свойства. Вычислительные кластеры, примеры, латентность и пропускная способность различных коммуникационных технологий. Архитектуры с параллелизмом на уровне машинных команд, VLIW, суперскалярность.

5.3. Технологии параллельного программирования. Традиционные последовательные языки и распараллеливающие компиляторы, проблемы. Спецкомментарии и директивы компилятору, расширения существующих языков. Специальные языки параллельного программирования. Программирование с использованием библиотек и интерфейсов передачи сообщений. Параллельные предметные библиотеки, специализированные пакеты и программные комплексы высокого уровня. Технологии параллельного программирования MPI, OpenMP, Linda.

5.4. Производительность параллельных вычислительных систем. Универсальность и специализация компьютеров, производительность спецпроцессоров. Закон Мура. Методы оценки производительности. Введение единого числового параметра, Mflops, MIPS. Пиковая и реальная производительность компьютеров. Тест Linpack и его варианты. Наборы взаимодополняющих тестовых программ, STREAM и NPB.

5.5. Графовые модели программ. Граф управления и информационный граф программы. Информационная и операционная история реализации программ. Граф алгоритма как компактная параметрическая форма представления информационной истории. Информационная независимость операций и возможность их параллельного исполнения. Длина критического пути графа алгоритма как мера степени параллельности. Конечный и массовый параллелизм, координатный и скошенный параллелизм. Эквивалентные преобразования программ, элементарные преобразования циклов.

5.6. Неоднородные распределенные вычислительные системы. Метакомпьютеры и метакомпьютинг, существующие метакомпьютерные проекты. Отличительные свойства метакомпьютеров. Понятие GRID, базовые компоненты и сервисы, существующие проекты GRID-сегментов, понятие виртуальной организации.

6. Организация баз данных и знаний

6.1. Основные понятия структурной части реляционной модели данных. Тип данных, домен, заголовок отношения, кортеж, тело отношения, переменная отношения. Целостная часть реляционной модели данных: возможные и первичный ключи, целостность сущности; понятие внешнего ключа, ссылочная целостность. Манипуляционная часть реляционной модели данных. Реляционная алгебра Кодда: базовые теоретико-множественные и специальные реляционные операции. Общая операция соединения, эквисоединение, естественное соединение. Минимальный набор операций алгебры Кодда. Реляционное исчисление кортежей. Кортежные переменные, правильно построенные формулы, кванторы, свободные и связанные переменные. Выражения исчисления кортежей.

6.2. Функциональные зависимости. Замыкания функциональных зависимостей, аксиомы Армстронга. Покрытия функциональных зависимостей, минимальное покрытие атрибутов отношения. Декомпозиция отношения без потерь, теорема Хита. Аномалии обновлений и нормализация отношений. Минимальные функциональные зависимости, вторая нормальная форма отношений. Транзитивные функциональные зависимости, третья нормальная форма. Независимые проекции, теорема Риссанена. Атомарные проекции. Перекрывающиеся возможные ключи, нормальная форма Бойса-Кодда.

6.3. Обобщенная архитектура, компоненты и функции системы управления базой данных (СУБД). Структуры внешней памяти реляционных баз данных, способы организации индексов. Алгоритмы буферизации базы данных в основной памяти. Физическая и логическая целостность баз данных. Понятие транзакции. Способы поддержания логической целостности данных, ограничения целостности и триггеры. Методы восстановления баз данных после сбоев, восстановление физически и логически целостного состояния базы данных. Авторизация доступа к базе данных, механизм привилегий.

6.4. Понятие ACID-транзакции. Минимальные требования к поддержке атомарности, согласованности, изолированности и сохранности результатов транзакций. Виды конфликтов транзакций. Сериализация транзакций. Методы сериализации транзакций. Двухфазный протокол синхронизационных блокировок. Гранулированные и предикатные блокировки. Сериализация транзакций на основе временных меток. Журнализация изменений базы данных, протокол WAL. Логическая и физическая журнализация. Индивидуальные откаты транзакций. Восстановления базы данных по журналу после мягких и жестких сбоев.

6.5. Язык баз данных SQL. Типы данных. Средства определения, изменения определения и отмены определения доменов, базовых таблиц, представлений и ограничений целостности. Базовые средства выборки и обновления данных. Средства определения триггеров. Привилегии, передача привилегий, аннулирование привилегий.

6.6. Методы представления знаний в системах искусственного интеллекта (ИИ): процедурные представления, логические представления, семантические сети, фреймы, системы продукций. Метазнания в системах ИИ. Базы знаний. Приобретение (извлечение) знаний. Открытость знаний системы ИИ. Понятие о генетических алгоритмах.

6.7. Представление задач в пространстве состояний. Стратегии поиска решения: методы полного перебора (поиск в ширину, поиск в глубину, поиск с увеличением глубины); эвристический поиск (алгоритм Дейкстры, алгоритм A^* , допустимость алгоритма A^*). Поиск на игровых деревьях: дерево игры, минимаксная процедура, альфа-бета процедура. Планирование действий. Роботы и искусственный интеллект. Агенты.

6.8. Экспертные системы (ЭС). Области применения ЭС. Архитектура ЭС. База знаний, механизмы вывода, подсистемы: объяснения, общения, приобретения знаний ЭС.

7. Программная инженерия

7.1. Основы программной инженерии. Понятие жизненного цикла программного обеспечения (ЖЦ ПО). Стандарт ISO/IEC 12207 (Information Technology - Software Life Cycle Processes). Процессы ЖЦ ПО: основные, вспомогательные и организационные. Понятия модели и стадии ЖЦ ПО. Каскадная и итерационная модели ЖЦ. Методы «быстрой» разработки ПО (Agile Software Development). Понятие зрелости процессов создания ПО (Software Process). Модель оценки зрелости CMM (Capability Maturity Model). Уровни зрелости процессов создания ПО (начальный, воспроизводимый, определенный, управляемый, оптимизируемый).

7.2. Технологии создания ПО. Понятие технологии создания ПО и ее состав (технологические процессы, технологические операции, рабочие продукты, роли, руководства, инструментальные средства). Требования, предъявляемые к технологии. Факторы оценки и выбора технологии. Технологии создания ПО как программные продукты. Унифицированный процесс разработки ПО (Unified Software Development Process).

7.3. Метрики ПО. Оценка сложности и размера ПО. Стандартные метрики, применяемые для оценки размера ПО (количество строк кода и функциональных точек (function points)). Методы оценки трудоемкости создания ПО (статистические модели, экспертные оценки, оценки по аналогии). Базовая методика оценки трудоемкости Боэма (COCOMO - Конструктивная модель стоимости). Расчет трудоемкости по методу функциональных точек. Методика выявления функциональных типов и подсчета количества функциональных точек.

7.4. Качество ПО. Понятие качества ПО. Показатели качества ПО (функциональность, надежность, удобство использования, производительность, адаптируемость). Методы обеспечения качества ПО (отладка, тестирование, верификация и аттестация ПО). Методы, принципы, стратегии и этапы тестирования ПО. Функциональное и нагрузочное тестирование ПО, тестирование пользовательского

интерфейса. Модульное, интеграционное и регрессионное тестирование ПО. Организация и планирование тестирования ПО.

7.5. Визуальное моделирование ПО. Определение архитектуры ПО. Элементы архитектуры и архитектурные представления. Понятие языка моделирования. Унифицированный язык моделирования UML. Состав языка (элементы, связи и диаграммы). Структурные модели (диаграммы классов, компонентов и размещения). Модели поведения (диаграммы вариантов использования, взаимодействия, состояний и деятельности). Механизмы расширения UML (стереотипы, примечания и ограничения).

7.6. Управление требованиями к ПО. Классификация требований (функциональные и нефункциональные требования). Организация процесса управления требованиями. Участники процесса (роли). Этапы работы с требованиями. Атрибуты и взаимосвязи (трассировка) требований. Методы выявления требований (интервьюирование, анкетирование, мозговой штурм, создание прототипов). Определение приоритетов требований. Основные документы, формируемые в процессе управления требованиями. Определение функциональных требований к системе с помощью вариантов использования (use case). Описание вариантов использования с помощью потоков событий (сценариев).

7.7. Анализ и проектирование ПО. Структурное проектирование ПО. Моделирование потоков данных. Моделирование данных. Модель «сущность-связь». Объектно-ориентированный анализ и проектирование ПО. Принципы построения объектной модели (абстракция, инкапсуляция, модульность, иерархия). Составляющие объектной модели (объект, класс, атрибут, операция, интерфейс, компонент, связи) и их свойства. Процесс анализа и проектирования ПО. Архитектурный анализ. Анализ вариантов использования. Выявление классов, участвующих в реализации варианта использования. Распределение обязанностей между классами. Проектирование архитектуры системы. Проектирование классов и подсистем. Отображение объектной модели в реляционную модель данных. Понятие образца (pattern) и способы его описания.

7.8. Тестирование. Методы «черного» и «белого ящиков». Критерии полноты тестового покрытия. Тестирование на основе моделей. Критерии тестового покрытия при тестировании на основе моделей. Тестирование на основе конечно-автоматной модели. Построение конечно-автоматной модели по спецификациям ограничений. Унифицированная архитектура тестовой системы. Компоненты тестовой системы: тестовые драйверы, оракулы, фильтры, сценарии, скрипты, тестовые варианты, тестовые наборы, тестовые планы. Управления требованиями и проектирование тестов.

III. РЕФЕРАТ ПО ИЗБРАННОМУ НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ

Реферат по избранному направлению подготовки представляет собой обзор литературы по теме будущего научного исследования и позволяет понять основные задачи и перспективы развития темы будущей диссертационной работы. Реферат включает титульный лист, содержательную часть, выводы и список литературных источников. Объем реферата 10-15 страниц машинописного текста. В отзыве к реферату предполагаемый научный руководитель дает характеристику работы и рекомендуемую оценку, входящую в общий экзаменационный балл.

IV. ПРИМЕР ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

Вопрос 1. Числовые ряды. Сходимость рядов. Критерий Коши. Достаточные признаки сходимости (Коши, Деламбера, интегральный, Лейбница).

Вопрос 2. Базы данных. Основные понятия реляционной модели данных. Реляционная алгебра. Средства языка запросов SQL.

Вопрос 3. Содержание реферата по теме диссертационного исследования (с приложением реферата и отзыва на реферат с отметкой предполагаемого научного руководителя).

V. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. ОСНОВНАЯ

1. Ильин В.А., Поздняк Э.Г. Основы математического анализа, часть 1 и часть 2. М.: Физматлит, 2005 (часть 1) и 2002 (часть 2).
2. Кудрявцев Л.Д. Математический анализ, часть 1 и часть 2. М.: Дрофа, 2003 (часть 1) и 2004 (часть 2).
3. Александров П.С. Лекции по аналитической геометрии. М.: Наука, 1968.
4. Воеводин В.В. Линейная алгебра. М.: Наука, 1980.
5. Привалов И.И. Введение в теорию функций комплексного переменного. СПб.: Лань, 2009.
6. Свешников А.Г., Тихонов А.Н. Теория функций комплексного переменного. М.: Физматлит, 2008.
7. Гельфанд И.М. Лекции по линейной алгебре. Изд-во МЦНМО, 1998.
8. Курош А.Г. Курс высшей алгебры. СПб.: Лань, 2006.
9. Колмогоров А.Н., Фомин С.В. Элементы теории функций и функционального анализа. М.: Физматлит, 2004.
10. Шилов Г.Е. Введение в теорию линейных пространств. М.: ГИТТЛ, 1956.
11. Понтрягин Л.С. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: Наука, 1982.
12. Степанов В.В. Курс дифференциальных уравнений. М.: Эдиториал УРСС, 2004.

13. Петровский И.Г. Лекции по обыкновенным дифференциальным уравнениям. М.: Физматлит, 2009.
14. Эльсгольц Л.З. Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление. М.: Наука, 1969.
15. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. М.: Наука, 2004.
16. Соболев С.Л. Уравнения математической физики. М.: Наука, 1966.
17. Петровский И.Г. Лекции об уравнениях с частными производными. М.: Физматлит, 2009.
18. Березин И.С., Жидков Н.П. Методы вычислений, том 1 и том 2. М.: ГИФМЛ, 1962 (том 1) и 1959 (том 2).
19. Бахвалов Н.С. Численные методы. М.: Наука, 1975.
20. Самарский А.А. Введение в теорию разностных схем. М.: Наука, 1971.
21. Феллер В. Введение в теорию вероятностей и ее приложения, том 1 и том 2. М.: Мир, 1964 (том 1) и 1967 (том 2).
22. Крамер Г. Математические методы статистики. М.: Мир, 1975.
23. Яблонский С.В. Введение в дискретную математику. М.: Высшая Школа, 2010.
24. Алексеев В.Б. Лекции по дискретной математике. М.: Инфра-М, 2012.
25. Ложкин С.А. Лекции по основам кибернетики. М.: Издательский отдел ф-та ВМК МГУ, 2004.
26. Мальцев А.И. Алгоритмы и вычислимые функции. М.: Наука, 1986.
27. Карлин С. Математические методы в теории игр, программировании и экономике. М.: Мир, 1964.
28. Васильев Ф.П. Методы оптимизации. М.: Факториал пресс, 2002.
29. Гермейер Ю.Б. Введение в теорию исследования операций. М.: Наука, 1971.
30. Корухова Л.С., Шура-Бура М.Р. Введение в алгоритмы. Учебное пособие для студентов I курса, 2-е исправленное издание. — М. Издательский отдел факультета ВМиК МГУ (лицензия ИД № 05899 от 24.09.2001 г.); МАКС Пресс, 2010, <http://sp.cmc.msu.ru/info/1/vvedalg.pdf>
31. Э. Таненбаум, Т. Остин, Архитектура компьютера. 6-е издание, СПб: Питер, 2013.
32. Операционные системы. У. Столингс. Вильямс. 2002.
33. Э. Таненбаум, Х. Бос Современные операционные системы. 4-е издание, СПб: Питер, 2015.
34. Т. Пратт. М. Зелкович. Языки программирования. Разработка и реализация 4-е издание, СПб: Питер, 2002.
35. В. Ш. Кауфман. Языки программирования. Концепции и принципы. - М.: ДМК-Пресс, 2010.
36. К. Дейт. Введение в системы баз данных. М: Вильямс, 2006.
37. В.В. Воеводин, Вл.В. Воеводин "Параллельные вычисления", БХВ-Петербург, 2002, 608с.
38. А.С. Антонов Технологии параллельного программирования MPI и OpenMP: Учеб пособие. Предисл. : В.А. Садовничий - М.: Изд-во Моск. ун-та, 2012. – 344 с. - (Серия "Суперкомпьютерное образование").

2. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ

1. Любимский Э. З., Мартынюк В. В., Трифонов Н. П.

- Программирование. - М.: Наука. 1980. - 608 с.
2. Кормен Т., Лейзерсон Ч., Ривест Р. Алгоритмы: построение и анализ. - М.: МЦНМО. 2000. - 960 с. ISBN 5-900916-37-5.
 3. Метакидес Г., Нероуд А., Принципы логики и логического программирования. - М.: «Факториал», 1998. - 288 с.
 4. Яблонский С. В. Введение в дискретную математику. - М.: «Высшая школа», 2003. - 384 с. ISBN 5-06-004681-8.
 5. Корухова Л.С., Шура-Бура М.Р. Введение в алгоритмы. Учебное пособие для студентов I курса, 2-е исправленное издание. — М. Издательский отдел факультета ВМиК МГУ (лицензия ИД № 05899 от 24.09.2001г.); МАКС Пресс, 2010, <http://sp.cmc.msu.ru/info/1/vvedalg.pdf>.
 6. Ахо А., Хопкрофт Дж., Ульман Дж. Построение и анализ вычислительных алгоритмов. - М.: Мир, 1979. - 539 с.
 7. Макконелл Дж. Анализ алгоритмов. Вводный курс. - М.: Техносфера, 2002. - 304 с. ISBN 5-94836-005-9.
 8. Алексеев В. Б. Введение в теорию сложности алгоритмов: Учебное пособие для студентов. - М: Изд. отд. ф-та ВМиК МГУ, 2002. - 82 с.
 9. Братко И. Алгоритмы искусственного интеллекта на языке PROLOG - М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. - 640 с. ISBN 5-8459-0664-4
 10. Алексеев В. Б., Ложкин С. А. Элементы теории графов и схем: Учебное пособие. - М.: Изд. отд. ф-та ВМиК МГУ. 2000. - 58 с. ISBN 5-89407-087-2
 11. Столлинс В. Операционные системы. Внутреннее устройство и принципы проектирования. 4 изд. - М.: Изд. дом «Вильямс», 2002. - 843 с. ISBN 5-8459-03 10-6.
 12. Таненбаум Э. Современные операционные системы. - СПб.: Питер, 2002. - 1040 с. ISBN 5-318-00299-4.
 13. Стивенс У. UNIX - взаимодействие процессов. - СПб.: Питер, 2002. - 576 с. ISBN 5-318-00534-9.
 14. Вдовикина Н. В., Казунин А. В., Машечкин И. В., Терехин И. В. Системное программное обеспечение - взаимодействие процессов. - М.: МГУ, 2002. - 184 с. ISBN 5-89407-139-9.

15. Вахалия Ю. Unix изнутри. - СПб.: Питер, 2003. - 844 с. ISBN 5-94723-013-5.
16. Таненбаум Э., Стеен М. ван. Распределенные системы. Принципы и парадигмы. - СПб.: Питер, 2003. - 887 с. ISBN 5-272-00053-6.
17. Соломон Д., Руссинович М. Внутреннее устройство MS Windows 2000. Мастер класс. - СПб.: Питер; М.: Издательско-торговый дом «Русская Редакция», 2001. - 752 с. ISBN 5-318-00545-4, ISBN 5-7502-0136-4.
18. Инструментальные средства разработки ПО в ОС UNIX. Герасимов С.В., Машечкин И.В., Петровский М.И., Попов И.С., Терехин А.Н., Чернов А.В. МАКС Пресс, 66 с., Москва, 2011 г.
19. Организация кэширования. Герасимов С.В., Машечкин И.В., Петровский М.И., Попов И.С., Терехин А.Н., Чернов А.В. МАКС Пресс, 24 с., Москва, 2011 г.
20. Программирование в ОС UNIX на языке Си. Вдовикина Н.В., Машечкин И.В., Терехин А.Н., Тюляева В.В. МАКС Пресс Москва, 103 с., Москва, 2009 г.
21. Операционные системы: взаимодействие процессов. Вдовикина Н.В., Машечкин И.В., Терехин А.Н., Томилин А.Н. МАКС Пресс Москва, 216 с. Москва 2008 г.
22. Операционные системы: планирование выполнения процессов. Попов И.С. МАКС-Пресс, 52 с., Москва 2015 г.
23. Крюков В. А. Конспект лекций по курсу «Распределённые операционные системы» - <http://sp.cs.msu.ru/courses/os/>
24. Смелянский Р. Л. Компьютерные сети: в 2 т. т.1 Системы передачи данных. - Издательский центр "Академия" г.Москва, 2011. — С. 304.
25. Смелянский Р. Л. Компьютерные сети: в 2 т. т.2. Сети ЭВМ. — Издательский центр "Академия" г.Москва, 2011. — С. 240.
26. Материалы по курсу Введение в Сети ЭВМ: https://asvk.cs.msu.su/education/net_fund

27. Столлингс В. Современные компьютерные сети. 2-е изд. - СПб.: Питер 2003. - 784 с. ISBN 5-94723-327-4, 0-13-032221-0.
28. Таненбаум Э. Компьютерные сети. 4-е изд. - СПб.: Питер 2003. - 992 с. ISBN 5-318- 00492-X
29. Столлингс В. Компьютерные системы передачи данных. 6-е изд. - М.: Издательский дом «Вильяме», 2002. - 928 с. ISBN 5-8459-0311 - 4, 0-1308-4370-9.
30. Пратт Т., Зелковиц М. Языки программирования: разработка и реализация. 4-е изд. - СПб.: Питер, 2002. - 688 с. ISBN 5-318-00189-0, 0-13-027678-2.
31. Себеста Роберт У. Основные концепции языков программирования. 5-е изд. - М.: Издательский дом «Вильяме», 2001. - 671 с. ISBN 5-8459-0192-8, 0-201-75295-6
32. Пильщиков В. Н. Программирование на языке Ассемблера IBM PC. - М.: Диалог-МИФИ, 2003.-288 с. ISBN 5-86404-051-7.
33. Рэндал Э. Брайант, Дэвид О'Халларон. Компьютерные системы: архитектура и программирование (Computer Systems: A Programmer's Perspective). Издательство: БХВ-Петербург, 2005 г. — 1186 стр.
34. Гордеев А. В., Молчанов А. Ю. Системное программное обеспечение. - СПб.: Питер, 2001. - 736 с. ISBN: 5-94723-562-5.
35. Волкова И. А., Руденко Т. В. Формальные грамматики и языки. Элементы теории трансляции. - М.: Изд. отд. ф-та ВМиК МГУ, 1999. - 64 с. ISBN 5-89407-032-5.
36. Серебряков В. А., Галочкин М. П., Гончар Д. Р., Фуругян М. Г. Теория и реализация языков программирования. - М.: МЗ-Пресс, 2003. - 345 с. ISBN 5-94073-053-1.
37. Ахо А., Сети А., Ульман Дж. Компиляторы: принципы, технологии, инструменты. - М.: Изд. дом «Вильяме», 2003. - 768 с. ISBN 5-8459-0189-8, 0-201-10088-6.
38. Ахо А., Ульман Дж.. Теория синтаксического анализа, перевода и компиляции, т. 1,2. - М.: Мир, 1978,-1052 с.

39. Хопкрофт Дж., Мотвани Р., Ульман Дж. Введение в теорию автоматов, языков и вычислений. 2-е изд. - М.: Изд. дом «Вильямс», 2002. - 528 с. ISBN 5-8459-0261-4.
40. Воеводин В. В., Воеводин Вл. В. Параллельные вычисления. - СПб.: БХВ-Петербург. 2002.-608 с. ISBN 5-94157-160-7.
41. Королев Л. Н. Архитектура процессоров электронных вычислительных машин. - М.: «Научный мир», 2005. - 272 с. ISBN 5-89176-274-9.
42. Корнеев В. В. Параллельные вычислительные системы. - М.: Изд-во «Нолидж», 1999. - 320 с. ISBN 5-89251-065-4.
43. Антонов А. С. Параллельное программирование с использованием технологии MPI: Учебное пособие.-М.: Изд-во МГУ, 2004.-71 с. ISBN 5-211-04907-1.
44. Лацис А. О. Как построить и использовать суперкомпьютер. - М.: Изд-во «Бестселлер», 2003. - 247 с. ISBN 5-98158-003-8.
45. Крюков В. А. Разработка параллельных программ для вычислительных кластеров и сетей. - Информационные технологии и вычислительные системы. - М.: ИМВС РАН, 2003, № 1-2,- 42-61 с.
46. Кузнецов С. Д. Основы баз данных. Курс лекций. - М.: Интернет-университет информационных технологий, 2005 - 487 с. ISBN 5-9556-0028-0.
47. Кузнецов С. Д. Основы современных баз данных. - ЦИТ. - <http://vwww.citforum.ru/database/osbd/contents.slitml>
48. Большакова Е. И., Мальковский М. Г., Пильщиков В. Н. Искусственный интеллект: методы и алгоритмы эвристического поиска. - М.: Изд. отд. ф-та ВМиК МГУ, 2002. - 81 с
49. Люгер Дж. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем. 4-е издание. - М.: Изд. дом «Вильямс», 2003. - 864 с. ISBN 5-8459-0437-4, 0-201-64866-0.
50. Марков А. С., Лисовский К. Ю., Базы данных. Введение в теорию и методологию. - М.: Финансы и статистика, 2004. - 512 с.

ISBN 5-279-02298-5.

51. Кузнецов С. Д. Базы данных. Языки и модели. - М.: Бином, 2005.
52. Гаврилова Т. А., Хорошевский В. Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. - СПб.: Питер, 2000. - 384 с. ISBN 5-94723-449-1
53. Джексон П. Введение в экспертные системы. - М.: Издательский дом «Вильямс», 2001. - 624 с. ISBN 5-8459-0150-2
54. Соммервилл И. Инженерия программного обеспечения: 6-е издание. - М.: Изд. дом «Вильямс», 2002. - 624 с. ISBN 5-8459-0330-0, 0-201-39815-X.
55. Буч Г., Якобсон А., Рамбо Дж. UML. Классика CS. Издание второе.- СПб: Питер, 2006.
56. Кулямин В. В. Технологии программирования. Компонентный подход.–М.:ИНТУИТ-Бином,2007. [<http://panda.ispras.ru/~kuliamin/lectures-sdt/sdt-book-2006.pdf>]
57. Буздалов Д.В., Корныхин Е.В., Панфёров А.А., Петренко А.К., Хорошилов А.В. Практикум по дедуктивной верификации программ. М., 2014., Издат. отдел факультета ВМиК МГУ им. М.В. Ломоносова; МАКС Пресс Москва, ISBN 978-5-89407-531-0, 100 с.
58. Гамма Э., Хелм Р., Джонсон Р., Влиссидес Дж. Приемы объектно-ориентированного проектирования. Паттерны проектирования: Пер. с англ. - СПб: Питер, 2016. - 366 с.
59. Арлоу Дж., Нейштадт А. UML 2 и Унифицированный процесс. Практический объектно-ориентированный анализ и проектирование Пер. с англ.: - СПб.: Символ-Плюс, 2007. - 624 с.

V. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

Уровень знаний поступающих в аспирантуру МГУ оценивается по десятибалльной шкале.

При отсутствии поступающего на вступительном экзамене в качестве оценки проставляется неявка. Результаты сдачи вступительных экзаменов сообщаются поступающим в течение трех дней со дня экзамена путем их размещения на сайте и информационном стенде структурного подразделения. Вступительное испытание считается пройденным, если абитуриент получил семь баллов и выше.

VI. АВТОРЫ

1. доцент, к.ф.-м.н., учёный секретарь кафедры АЯ Абрамов Владимир Геннадиевич

2. доцент, к.ф.-м.н., учёный секретарь кафедры АСВК Волканов Дмитрий Юрьевич

3. ассистент, к.ф.-м.н., учёный секретарь кафедры СКИ Жуков Константин Андреевич

4. доцент, к.ф.-м.н., учёный секретарь кафедры СП Корухова Людмила Сергеевна

5. доцент, к.ф.-м.н., учёный секретарь кафедры ИИТ Терёхин Андрей Николаевич

6. доцент, к.ф.-м.н., руководитель Цента ИПИБ, учёный секретарь кафедры ИБ Чижов Иван Владимирович