

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор ФГБОУ ВО «НИУ
«МЭИ» по научной работе
Драгунов В.К.

ПОДПИСЬ

«____» _____ 2019 г.

**ПРОГРАММЫ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ
ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ ПРИ ПОСТУПЛЕНИИ В
АСПИРАНТУРУ**

Направление – 09.06.01, Информатика и вычислительная техника

код, название

Москва, 2019

1. Направленность – 05.13.01 Системный анализ, управление и обработка информации (по отраслям)

шифр, название

1. Основные понятия и задачи системного анализа

Понятия о системном подходе, системном анализе. Выделение системы из среды, определение системы. Системы и закономерности их функционирования и развития. Управляемость, достижимость, устойчивость. Свойства системы: целостность и членимость, связность, структура, организация, интегрированные качества. Основные методологические принципы анализа систем. Задачи системного анализа. Роль человека в решении задач системного анализа.

2. Программные средства для автоматизированных систем управления и обработки информации

Программное обеспечение автоматизированной системы управления – основные функциональные компоненты. Классификации программного обеспечения АСУ по способам его получения.

Приобретаемое (проприетарное) программное обеспечение: основные поставщики и примеры предлагаемых ими программных средств для применения в АСУ.

Разрабатываемое программное обеспечение: применяемые инструментальные средства. Классификации языков программирования по назначению и по степени универсальности в применении. Примеры языков программирования разных классов. Основные идеи объектно-ориентированного программирования: понятия объекта и класса, принципы инкапсуляции, наследования и полиморфизма.

Основные этапы проектирования программного обеспечения (ПО) систем автоматизации и управления. Стратегии разработки программных средств: водопадная, инкрементная, эволюционная. Области применения технологий «тяжелого проектирования» и «быстрой разработки» программ. Достоинства и недостатки технологий RAD и экстремального программирования. Факторы критичности и масштаба. Задачи управления проектом разработки ПО.

Задача импортозамещения в области программного обеспечения. Назначение «Единого реестра российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных». Свободное программное обеспечение – определение. История возникновения и развития. Примеры СПО разного назначения. Преимущества и проблемы, связанные с использованием СПО.

3. Общая характеристика объектов и систем автоматического управления при детерминированных воздействиях

Объект автоматического управления. Примеры объектов управления. Функциональные и структурные схемы объектов. Принципы автоматического управления. Примеры непрерывных систем регулирования и их функциональные схемы. Общая характеристика методов исследования процессов в системах автоматического управления.

Регулярные сигналы. Уравнения линейного звена. Характеристики линейного звена. Примеры передаточных функций объектов. Общее свойство минимально-фазовых устойчивых звеньев. Преобразование произвольного сигнала линейным звеном.

4. Звенья линейных систем автоматического управления и их соединения

Звенья первого порядка. Колебательное звено. Особенности характеристик некоторых линейных звеньев. Устойчивые неминимально-фазовые звенья. Неустойчивые звенья. Иррациональные звенья. Трансцендентные звенья.

Последовательное соединение звеньев. Определение параметров минимально-фазовой системы по ее амплитудно-частотной характеристике. Параллельное согласное соединение звеньев. Параллельное встречное соединение звеньев. Преобразование структурных схем. Передаточная функция между произвольными узлами схемы.

5. Устойчивость линейных систем автоматического управления

Постановка задачи исследования устойчивости линейных систем автоматического управления. Алгебраические критерии устойчивости. Частотные критерии устойчивости. Сравнение критериев устойчивости.

Влияние параметров системы на ее устойчивость. Метод корневого годографа. Метод D -разбиения.

6. Качество процессов управления и синтез систем

Показатели качества. Качество регулирования при стандартных воздействиях. Вынужденная составляющая ошибка. Порядок астатизма систем автоматического управления. Частотные методы исследования качества процессов управления. Интегральные оценки качества переходных процессов. Корневые методы оценки качества переходных процессов.

Синтез параллельной коррекции по инверсным частотным характеристикам. Синтез корректирующих устройств по логарифмическим характеристикам.

7. Импульсные системы автоматического управления

Примеры импульсных систем автоматического управления. Эквивалентная схема импульсной системы автоматического управления. Спектры и изображения дискретных сигналов. Формулы обращения для дискретных сигналов. Прохождение сигналов через импульсную систему автоматического управления. Комплексные коэффициенты усиления и передаточные функции разомкнутых и замкнутых импульсных систем.

Устойчивость импульсных систем автоматического управления. Определение законов изменения сигналов в импульсных системах автоматического управления. Косвенные методы оценки качества и синтез импульсных систем автоматического регулирования.

8. Статика и динамика нелинейных систем автоматического управления

Примеры учета нелинейностей в реальных системах. Нелинейные звенья систем управления. Вибрационная линеаризация типовых нелинейных звеньев. Статизм нелинейных систем управления. Преобразование нелинейных структурных схем. Модели нелинейных звеньев.

Уравнения нелинейных динамических систем. Пространство их состояния. Фазовая плоскость и ее свойства. Автоколебания.

Общая характеристика метода гармонической линеаризации. Комплексный коэффициент усиления нелинейного звена. Анализ симметричных автоколебаний в нелинейных системах.

9. Устойчивость и синтез нелинейных систем управления

Устойчивость положения равновесия и движения. Первый метод Ляпунова. Второй (прямой) метод Ляпунова. Теоремы Ляпунова об устойчивости. Проблема конструирования функции Ляпунова. Абсолютная устойчивость. Критерий В.М. Попова абсолютной устойчивости.

Синтез равновесных состояний. Особенности, возможности и ограничения синтеза на основе различных методов – фазовой плоскости, гармонического баланса, линеаризованных моделей, критерия абсолютной устойчивости, прямого метода Ляпунова.

10. Методы оптимального и адаптивного управления при детерминированных воздействиях

Постановка задачи оптимального управления. Синтез простейшей оптимальной по быстродействию системы второго порядка. Способы управления, близкого к оптимальному. Общая характеристика адаптивных автоматических

систем. Методы движения к оптимальному режиму. Динамика одноканальных экстремальных систем.

Уравнение Эйлера. Принцип максимума. Динамическое программирование. Прямые вариационные методы и их применение для решения задач оптимального управления.

11. Автоматические системы при случайных воздействиях

Характеристики случайных сигналов в системах автоматического управления. Взаимные корреляционные функции и спектральные плотности случайных сигналов. Прохождение случайного сигнала через линейное звено. Определение параметров следящей системы, оптимальных по минимуму среднеквадратичной ошибки. Синтез оптимальных по точности систем при стационарных воздействиях. Фильтр Калмана-Бьюси. Преобразование закона распределения линейным звеном.

12. Статистика и анализ данных

Случайные события и вероятности их осуществления. Понятие случайной величины. Генеральная совокупность и правила формирования ной выборки. Основные свойства точечных оценок: состоятельность, несмещённость, эффективность. Понятие интервальной оценки параметра.

Шкалы измерений. Способы определения силы связи между переменными, коэффициенты корреляции.

Постановка задачи и предположения регрессионного анализа (РА). Примеры использования линейного РА. Влияние несоблюдения предположений РА на точность результатов. Основные характеристики и компоненты временного ряда. Сглаживание временного ряда, определение тренда основных компонент. Выявление сезонной составляющей.

Меры близости и расстояния. Понятие кластеризации и классификации. Примеры задач, которые решаются с помощью кластеризации и классификации. Способы визуализации многомерных данных

Рекомендуемая литература

1. Вентцель Е.С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология. М.: Наука, 1988.
2. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений. М.: Логос, 2000.
3. Рыков А.С. Методы системного анализа: Многокритериальная и нечеткая оптимизация, моделирование и экспертные оценки. М.: Экономика, 1999.

4. Реклейтис Г., Рейвиндран А., Регсдел К. Оптимизация в технике. Т. 1, 2. М.: Мир, 1986.
5. Васильев Ф.П. Методы оптимизации. М.: Факториал Пресс, 2002.
6. Емельянов С.В., Коровин С.К. Новые типы обратной связи. Управление при неопределенности. М.: Наука, 1997.
7. Теория автоматического управления. Ч. 1 и 2 / Под ред. А.А. Воронова. М: Высшая школа, 1986.
8. Цыпкин Я.З. Основы теории автоматических систем. М.: Наука, 1977.
9. Попов Е.Н. Теория нелинейных систем автоматического управления. М.: Наука, 1988.
10. Методы классической и современной теории автоматического управления: Учебник. В 3-х т. М.: Изд-во МГТУ, 2000.
11. Орлов А.И. Прикладная статистика. М.: Экзамен, 2006. - 671 с.
12. Вуколов Э.А. Основы статистического анализа. Практикум по статистическим методам и исследованию операций с использованием пакетов STATISTICA и EXCEL. М.: Форум, 2008 - 464 с.

2. Направленность – 05.13.05, Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления

шифр, название

1. Функции алгебры логики: привязка к элементной базе

Функции алгебры логики (ФАЛ), применяемые в цифровой аппаратуре. Оптимизация логических выражений. Декомпозиция и дифференцирование ФАЛ. Привязка ФАЛ к элементной базе. Системы элементов ЭВМ: ТТЛ, ЭСЛ, КМДП, И2Л. Особенности современных элементов. Двойственность логических схем.

2. Последовательностные схемы

Функциональные узлы последовательностного типа. Триггеры. RS-триггер и его свойства. Прозрачный D-триггер-защелка. Времена подготовки, задержки, выдержки. Двухступенчатый JK-триггер. Непрозрачный D-триггер Вебба. Регистры, сдвигающие регистры. Счетчики: с последовательным, параллельным и групповым переносом, реверсивные, по произвольному основанию. Распределители импульсов.

3. Построение арифметико-логических устройств ЭВМ

Подходы к реализации функциональных узлов комбинационного и последовательностного типа в составе арифметико-логических устройств. Принципы построения БИС/СБИС с программируемой структурой. Функциональные узлы, как база для создания микропроцессорных комплектов. Возможности автоматизации функционально-логического проектирования цифровых узлов и устройств.

4. Организация мультипроцессорных вычислительных систем

Обобщённая структурная схема микропроцессорной системы. Основные компоненты: микропроцессор, память, внешние устройства, интерфейс, устройства сопряжения. Принципы организации мультипроцессорных вычислительных систем. Классификация Флинна.

Структуры ОКОД, ОКМД, МКОД, МКМД. Тенденции развития современных информационных систем. Нефоннеймановские архитектуры. Процессорные матрицы на СБИС.

5. Технические средства получения информации. приема, преобразования и передачи измерительной и управляющей информации

Датчики. Назначение, основные типы датчиков и физические принципы действия. Датчики механических величин. Устройства приема информации оптического излучения (инфракрасного, видимого, ультрафиолетового диапазонов). Средства измерения температуры, напряженности магнитного поля. Термоэлектрические преобразователи, терморезисторы, термопары, датчики Холла, магниторезисторы, магнитотранзисторы, магнитные викапы, магниточувствительные интегральные схемы. Интерферометрические, дифракционные и волоконно-оптические датчики. Ультразвуковые датчики. Пьезорезонансные датчики. Акустооптические преобразователи и спектроанализаторы. Интеллектуальные датчики.

Устройства ввода и вывода дискретных и число-импульсных сигналов. Устройства гальванической развязки. Аналого-цифровые и цифроаналоговые преобразователи. Принципы построения. Основные характеристики и параметры.

Интерфейсы систем управления. Классификация, основные характеристики интерфейсов. Системные (внутримашинные) интерфейсы. Интерфейсы персональных компьютеров. Приборные интерфейсы (IEEE 488, IEC 625.1). Интерфейсы устройств ввода-вывода. Последовательные интерфейсы. Параллельные интерфейсы.

6. Технические средства обработки, хранения информации и выработки управляющих воздействий

Принципы функционирования, сравнительные характеристики устройств хранения информации (магнитные, оптические, магнитооптические, полупроводниковые).

Цифровые средства обработки информации в системах управления. Формирующие, импульсные и генерирующие элементы. Типовые элементы вычислительной техники: логические элементы, дешифраторы, шифраторы, преобразователи кодов, сумматоры, триггеры, программируемые логические интегральные схемы.

Интегральные микросхемы запоминающих устройств (ПЗУ, ОЗУ, ППЗУ). Сравнительная оценка характеристик ОЗУ, СОЗУ, ДОЗУ, ППЗУ и др.

Микропроцессорные средства обработки информации в системах управления. Аппаратная реализация вычислительных алгоритмов в устройствах обработки сигналов, процессоры быстрого преобразования Фурье. Цифровые сигнальные процессоры. Специализированные микропроцессорные контроллеры, программируемые компьютерные контроллеры.

Системы автоматизации проектирования цифровых и аналоговых устройств. Типы систем автоматизации. Моделирование функциональное и временное. Проектирование устройств на программируемых логических интегральных схемах (ПЛИС). Сверхбольшие интегральные схемы (СБИС). Процессорные матрицы на СБИС. Мультипроцессорные вычислительные системы. Проектирование процессоров на СБИС. Нейрокомпьютеры.

7. Оптимизация элементов и устройств ВТ и СУ

Расчет разброса параметров устройств. Детерминированные методы расчета. Варианты расчета на наихудший случай. Численные вероятностные расчеты. Оценка точности. Сравнение методов вероятностного расчета.

Оптимизация элементов и устройств. Формулировки задачи оптимального расчета. Алгоритмы одновременного поиска. Одновременный поиск при наличии ограничений и в многоэкстремальных задачах. Простейшие методы многомерного поиска без ограничений. Методы сопряженных направлений. Алгоритмы случайного поиска. Поиск в

многоэкстремальных задачах. Многомерный поиск при наличии ограничений. Методы штрафных функций.

Основная литература:

1. Микушин А., Сажнев А., Сединин В. Цифровые устройства и микропроцессоры. С.-П.: БХВ-Петербург, 2010. – 832 с.
2. Смирнов Ю., Соколов С., Титов Е. Физические основы электроники. Учебник для вузов. М.: Лань., 2013. – 560 с.
3. Амосов В. Схемотехника и средства проектирования цифровых устройств.– СПб.: БХВ-Петербург, 2012.– 560 с.
4. Оппенгейм А. Цифровая обработка сигналов.– М.:Техносфера, 2012.–1048с.
5. Александровская Л.Н., Круглов В.И., Аронов И.З. Безопасность и надежность технических систем.– М.: Логос, 2008. – 376 с.
6. Классен К.Б. Основы измерений. Датчики и электронные приборы. М.: Интеллект, 2012 г. – 352 с.

Дополнительная литература:

7. Белоус А., Емельянов В., Турцевич А. Основы схемотехники микроэлектронных устройств. – М.: Техносфера, 2012 г. – 472 с.
8. Кондаков А.И. САПР технологических процессов. Учебник для вузов.– М.: Academia, 2010.– 272 с.
9. Карманов Ф.И. Статистические методы обработки экспериментальных данных.– М.: Абрис, 2012.– 208 с.

3. Направленность – 05.13.06, Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям)

шифр, название

Основные понятия теории управления: цели и принципы управления, динамические системы. Математическое описание объектов управления: пространство состояний, передаточные функции, структурные схемы. Основные задачи теории управления: стабилизация, слежение, программное управление, оптимальное управление, экстремальное регулирование. Классификация систем управления. Автоматические и автоматизированные системы управления (АСУ) технологическими процессами (ТП) и производствами (АСУП). Основные подходы к анализу и синтезу автоматических и автоматизированных управляемых систем.

Структуры систем управления: разомкнутые системы, системы с обратной связью, комбинированные системы. Динамические и статические характеристики систем управления: переходная и импульсная функции и их взаимосвязь, частотные характеристики. Типовые динамические звенья и их характеристики.

Понятие об устойчивости систем управления. Устойчивость по Ляпунову, асимптотическая, экспоненциальная устойчивость. Функции Ляпунова.

Устойчивость линейных стационарных систем. Критерии Ляпунова, Гурвица, Михайлова. Устойчивость линейных нестационарных систем. Устойчивость линейных систем с обратной связью: критерий Найквиста.

Методы синтеза обратной связи. Управляемость, наблюдаемость, стабилизируемость.

Качество процессов управления в линейных динамических системах. Показатели качества переходных процессов. Методы оценки качества. Коррекция систем управления.

Управление при действии возмущений. Различные типы возмущений: операторные, координатные. Инвариантные системы.. Следящие системы.

Абсолютная устойчивость. Геометрические и частотные критерии абсолютной устойчивости. Абсолютная стабилизация. Адаптивные системы стабилизации: метод скоростного градиента, метод целевых неравенств.

Управление в условиях неопределенности.

Идентификация динамических систем. Экстремальные регуляторы – самооптимизация.

Классификация дискретных систем автоматического управления. Уравнения импульсных систем во временной области. Разомкнутые системы.

Описание импульсного элемента. Импульсная характеристика приведенной непрерывной части. Замкнутые системы. Уравнения разомкнутых и замкнутых импульсных систем относительно решетчатых функций. Дискретные системы. ZET-преобразование решетчатых функций и его свойства.

Передаточная, переходная и импульсная функции импульсной системы. Классификация систем с несколькими импульсными элементами.

Устойчивость дискретных систем. Синтез дискретного регулятора по состоянию и по выходу, при наличии возмущений. Элементы теории реализации динамических систем.

Автоколебания нелинейных систем. Теоремы об устойчивости предельных циклов. Дифференциаторы выхода динамической системы. Управление системами с последствием.

Эвристические методы стабилизации: нейросети, размытые множества, интеллектуальное управление.

Постановка задачи линейного программирования. Симплекс-метод. Необходимые условия оптимальности в нелинейных задачах математического программирования. Локальный и глобальный экстремум. Необходимые условия безусловного экстремума дифференцируемых функций. Необходимые условия экстремума дифференцируемой функции на выпуклом множестве. Задачи об условном экстремуме и метод множителей Лагранжа. Классификация методов безусловной оптимизации. Градиентные методы. Метод Ньютона и его модификации. Основные подходы к решению задач с ограничениями. Методы внешних и внутренних штрафных функций.

Постановка задач принятия решений. Классификация задач принятия решений. Этапы решения задач. Экспертные процедуры. Задачи оценивания. Алгоритм экспертизы. Методы получения экспертной информации. Шкалы измерений, методы экспертных измерений. Методы опроса экспертов, характеристики экспертов. Методы обработки экспертной информации, оценка компетентности экспертов, оценка согласованности мнений экспертов. Методы формирования исходного множества альтернатив. Методы многокритериальной оценки альтернатив. Классификация методов. Функция полезности. Методы нормализации критериев. Деревья решений. Принятие решений в условиях неопределенности. Виды неопределенности. Нечеткие множества. Основные определения и операции над нечеткими множествами. Нечеткое моделирование. Методы синтеза САУ с нечеткими регуляторами.

Понятие данных, системы данных. Объекты данных. Атрибуты объектов. Значения данных. Идентификаторы объекта данных, ключевые

элементы данных. Понятие записи данных. Файлы данных. Базы данных. Требования, предъявляемые к базам данных. Распределенные базы данных.

Модели данных. Реляционная модель данных. Сетевая модель данных. Иерархическая модель данных. Взаимосвязи между объектами и атрибутами.

Системы управления базами данных. Особенности управления распределенными базами данных и системы управления распределенными базами данных. Стандарты на обмен данными между подсистемами АСУ.

Проектирование баз данных. Жизненный цикл базы данных. Концептуальная модель. Логическая модель. Словари данных, их назначение, интегрированные и независимые словари данных.

Языки, используемые в базах данных. Языки описания данных. Языки манипулирования данными. Уровни абстракции для описания данных.

Организация программного обеспечения АСУ. Технологии структурного и объективно-ориентированного программирования. Конструирование абстрактных типов данных. Инкапсуляция данных и методов их обработки в классах объектов. Иерархия классов. Базовые и производные классы. Простое и множественное наследование. Перегрузка методов и операций обработки данных в классах объектов. Абстрактные классы. Полиморфная обработка данных. Виртуальные интерфейсы. Параметризация типов данных в классах и функциях. Типовые структуры описания абстрактных данных (массив, стек, очередь, двоичное дерево). Программирование математических структур (матрицы и конечные графы). Методы программной обработки данных. Итерация и рекурсия. Сортировка и поиск. Криптообработка и сжатие данных. Перечисление и упорядочивание комбинаторных объектов. Ввод-вывод данных. Обработка файлов.

Технологии программирования. Методические и инструментальные средства разработки модульного программного обеспечения АСУ. Компиляция и редактирование связей. Верификация и отладка программы. Автоматизация разработки программных проектов. Программная документация.

Виды и компоненты программного обеспечения. Операционные системы. Трансляторы. Эмуляторы. Прикладное программное обеспечение. Понятие системы сквозного проектирования.

Моделирующие системы в АСУ. Математические модели отдельных компонент схемы. Формирование комплексной модели проектируемого объекта на основе моделей отдельных компонентов.

Состав и структура графической подсистемы АСУ. Базовая графическая система. Прикладная графическая система. Лингвистический и геометрический процессоры. Процессоры визуализации и монитор

графической подсистемы. Архитектура графических терминалов и рабочих станций.

Теоретические основы, средства и методы промышленной технологии создания АСУТП, АСУП, АСТПП и др. Модели и методы идентификации производственных процессов, комплексов и интегрированных систем управления.

Методы совместного проектирования организационно-технологических распределенных комплексов и систем управления ими. Формализованные методы анализа, синтеза, исследования и оптимизации модульных структур систем сбора и обработки данных в АСУТП, АСУП, АСТПП и др.

Методы эффективной организации и ведения специализированного информационного и программного обеспечения АСУТП, АСУП, АСТПП и др., включая базы и банки данных и методы их оптимизации. Методы синтеза специального математического обеспечения, пакетов прикладных программ и типовых модулей, функциональных и обеспечивающих подсистем АСУТП, АСУП, АСТПП и др.

Методы планирования и оптимизации отладки, сопровождения, модификации и эксплуатации задач функциональных и обеспечивающих подсистем АСУТП, АСУП, АСТПП и др., включающие задачи управления качеством, финансами и персоналом. Методы контроля, обеспечения достоверности, защиты и резервирования информационного и программного обеспечения АСУТП, АСУП, АСТПП и др.

Теоретические основы и прикладные методы анализа и повышения эффективности, надежности и живучести АСУ на этапах их разработки, внедрения и эксплуатации. Теоретические основы, методы и алгоритмы диагностирования (определения работоспособности, поиск неисправностей и прогнозирования) АСУТП, АСУП, АСТПП и др.

Теоретические основы, методы и алгоритмы интеллектуализации решения прикладных задач при построении АСУ широкого назначения (АСУТП, АСУП, АСТПП и др.). Теоретические основы, методы и алгоритмы построения экспертных и диалоговых подсистем, включенных в АСУТП, АСУП, АСТПП и др.

Использование методов автоматизированного проектирования для повышения эффективности разработки и модернизации АСУ. Средства и методы проектирования технического, математического, лингвистического и других видов обеспечения АСУ. Разработка методов обеспечения совместимости и интеграции АСУ, АСУТП, АСУП, АСТПП и других систем и средств управления.

4. Направленность – 05.13.11, Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей

шифр, название

I. Математическая логика

Предмет математической логики. Формальные системы (ФС). Исчисление высказываний как класс ФС. Теорема о дедукции и её следствия. Свойства системы аксиом исчисления высказываний (полнота, непротиворечивость и независимость). Исчисление предикатов первого порядка. Теорема о дедукции для исчисления предикатов. Свойства системы аксиом: полнота и непротиворечивость. Теорема Геделя о полноте.

Автоматическое доказательство теорем. Нормальные формы: дизъюнктивная, конъюнктивная, пренексная. Логические следствия. Сколемовская нормальная форма. Универсум Эрбрана и эрбрановская база. Семантические деревья.

Принцип резолюции для логики высказываний. Принцип резолюции для логики предикатов первого порядка. Полнота принципа резолюции.

Метод аналитических таблиц в логике высказываний. Метод аналитических таблиц в логике предикатов первого порядка.

II. Теория программирования

Модели вычислимости: машины Тьюринга, рекурсивные функции, нормальные алгоритмы Маркова. Алгоритмически неразрешимые проблемы.

Формальные языки, их классификация, средства задания и синтаксического анализа. Функциональные языки, основанные на λ -исчислении (ЛИСП и др.).

Семантика языков программирования, способы задания. Трактовка программ как наименьших фиксированных точек соответствующих им преобразований данных.

Модели взаимодействующих и параллельных процессов: сети Петри, модель Хоара.

Примеры эффективных (полиномиальных) алгоритмов: быстрые алгоритмы поиска и сортировки.

III. Языки программирования

Классификация языков программирования в соответствии с их проблемной ориентацией и базовыми конструкциями. Функциональные

языки программирования: ЛИСП, FRTL и др. Базовые конструкции. Объектно-ориентированные языки программирования: базовые конструкции.

Среды программирования: назначение, основные компоненты. Визуальные формы, схемы и диаграммы в программировании. Язык UML.

Языки и API средства параллельного программирования. Сравнительный анализ.

Машинно-ориентированные языки, язык ассемблера. Представление машинных команд и констант. Макросредства, макровыводы, языки макроопределений, принципы реализации. Языки и средства программирования Internet приложений. Язык гипертекстовой разметки HTML, основные конструкции, средства подготовки гипертекста. Язык написания сценариев Java Script.

Пакеты прикладных программ (ППП). Системная часть и наполнение. Языки общения с ППП.

Модели и системы человеко-машинных интерфейсов. Машинная графика.

Системы программирования (СП), типовые компоненты СП: языки, трансляторы, редакторы связей, отладчики, текстовые редакторы. Модульное программирование. Типы модулей.

Технология разработки и сопровождения программ. Жизненный цикл программы. Этапы разработки, степень и пути их автоматизации.

IV. Методы хранения данных и доступа к ним. Системы управления базами данных и знаний

Модели баз данных. Реляционные базы данных (БД), языки запросов. Теоретические основы реляционной модели данных. Функциональные зависимости и нормализация отношений. Стандарты языков SQL. Интерактивный, встроенный, динамический SQL. Современные системы управления БД (СУБД), их сравнительные характеристики. CASE-средства и их использование при проектировании БД. Модели представления знаний. Организация баз знаний (БЗ). Системы управления БЗ (СУБЗ).

Информационно-поисковые системы. Классификация. Методы реализации и ускорения поиска. Линейное представление документов, запросов, тезауруса, индексирования, поиска.

Ключевые аспекты WWW-технологии. Основные концепции Semantic Web. Защита информации в компьютерах, вычислительных системах и сетях.

V. Вычислительные машины, комплексы и компьютерные сети

Многопроцессорные и многомашинные комплексы. Вычислительные кластеры. Проблемно-ориентированные параллельные структуры: матричные вычислительные системы (ВС), систолические структуры, нейросети.

Методы и средства передачи данных в информационных ВС, протоколы передачи данных. Особенности архитектуры локальных сетей (Ethernet, Token Ring, FDDI). Сеть Internet, доменная организация, семейство протоколов TCP/IP.

Архитектура современных компьютеров. Организации памяти и архитектура процессора современных вычислительных машин. Страничная и сегментная организация виртуальной памяти. Кэш-память. Командный и арифметический конвейеры, параллельное выполнение независимых команд, векторные команды. Организация ввода-вывода, каналы и процессоры ввода-вывода, устройства сопряжения с объектами.

Назначение, архитектура и принципы построения информационно-вычислительных сетей (ИВС). Локальные и глобальные ИВС, технические и программные средства объединения различных сетей.

Классификация ВС по способу организации параллельной обработки. Типы параллельных ВС. Концепция GRID.

ИВС и распределенная обработка информации.

Основные сетевые концепции. Глобальные, территориальные и локальные сети. Модели взаимодействия компьютеров в сети. Принципы функционирования Internet, типовые информационные объекты и ресурсы.

VI. Операционные системы

Назначение, типы и основные компоненты операционных систем (ОС). Управление процессами и памятью в ОС. Операционные средства для управления параллельной и распределенной обработкой (.NET, MPI, CORBA и др.). Управление параллельными процессами в ВС: архитектура, системы управления, планирование процессов и управление загруженностью.

Операционные средства управления сетями. Эталонная модель взаимодействия открытых систем ISO/OSI. Локальные и глобальные сети. Сетевые ОС, модель клиент – сервер, средства управления сетями в ОС UNIX, MS Windows. Семейство протоколов TCP/IP, структура и типы IP-адресов, доменная адресация в Internet.

Удаленный доступ к ресурсам сети. Организация электронной почты, телеконференций. Протоколы передачи файлов FTP и HTTP, язык разметки гипертекста HTML, разработка WEB-страниц, WWW-серверы.

Список литературы

1. Базы знаний интеллектуальных систем / Т.А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский. – СПб.: Питер, 2001.
2. Башмаков А.И., Башмаков И.А. Интеллектуальные информационные технологии: Учеб. Пособие. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 304 с.
3. Бергер А.Б., Горбач И.В., Меломед Э.Л.. Microsoft SQL Server 2005 Analysis Services. OLAP и многомерный анализ данных. БХВ-Петербург, 2007.
4. В.Г. Эндрюс. Основы многопоточного и параллельного программирования. Изд. дом «Вильямс», 2003.
5. Вагин В.Н., Головина Е.Ю., Загорянская А.А., Фомина М.В. Достоверный и правдоподобный вывод в интеллектуальных системах. 2-е издание // Под редакцией В.Н. Вагина, Д.А. Поспелова. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. 712 с.
6. Валединский В.Д., Пронкин Ю.Н. Вычислительные системы и программирование. Системы хранения данных. Организация вычислительных систем. - М.: Изд-во ЦПИ при механико-математическом ф-те МГУ им. М.В.Ломоносова, 2006.
7. Воеводин В.В., Воеводин В.Вл. Параллельные системы и параллельные вычисления. Изд. БХВ, Санкт-Петербург, 2011.
8. Гарсиа-Молина Г., Ульман Дж., Уидом Дж. Системы баз данных. Полный курс. – М.: Вильямс, 2003.
9. Д. Макленнен. Microsoft SQL Server 2008: Data Mining – интеллектуальный анализ данных. ВHV-СПб, 2009.
10. Дейт К. Введение в системы баз данных. – М.: Вильямс, 2005.
11. Дж. Раскин, Интерфейс: новые направления в проектировании компьютерных систем, – М.: Символ-Плюс, 2005.
12. Зыков А.А. Основы теории графов. – М.: Вузовская книга, 2004.
13. Камерон и Трейси Хьюз. Параллельное и распределенное программирование с использованием C++. Изд. дом «Вильямс», 2004.
14. Карпов Ю.Г. MODEL CHECKING. Верификация параллельных и распределенных программных систем. – СПб.: БХВ-Петербург, 2010.
15. Кнут Д. Искусство программирования. Т. 1-3. М., СПб., Киев: ИД "Вильямс", 2000.
16. Кормен Т.Х., Лейзерсон Ч., Ривест Р.Л., К. Штайн К. Алгоритмы: построение и анализ. – М.: Вильямс, 2005.
17. Кудрявцев В.Б., Андреев А.Е., Гасанов Э.Э. Теория тестового распознавания. – М.: Физматлит, 2007.

18. Кузнецов О.П. Дискретная математика для инженеров. – СПб.: Изд-во «Лань», 2004.
19. Кук Д., Бейз Г. Компьютерная математика. – М.: Наука, 2000.
20. Липаев В.В. Методы обеспечения качества крупномасштабных программных средств. М.: СИНТЕГ, 2003.
21. Логический подход к искусственному интеллекту: От модальной логики к логике баз данных: Пер. с франц. / Тейз А., Грибомон П., Юлен Г. и др. – М.: Мир, 1998.
22. Лопатин В.Н. Правовые основы информационной безопасности: Курс лекций. М.: Изд-во МИФИ, 2000.
23. Мартин Дж. Организация баз данных в вычислительных системах. – М.: Мир, 2000.
24. Мерков А.Б. Распознавание образов. Введение в методы статистического обучения. – М.: ЭДИТОРИАЛ УРСС, 2011.
25. Назаров С.В., Широков А.И., Современные операционные системы. – М.: Изд-во Бином, 2011.
26. Новейшие методы обработки изображений. / Под ред. А.А. Потапова. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008.
27. Новиков Ф.А. Дискретная математика для программистов. – СПб: Питер, 2000.
28. Попов И.И., Максимов Н.В., Храмов П.Б. Введение в сетевые информационные ресурсы и технологии: Учеб. пособие для вузов. М.: Изд-во РГГУ, 2001.
29. Потапов А.С. Распознавание образов и машинное восприятие. – СПб: "Политехника". 2007.
30. Редько В.Г. Эволюция, нейронные сети, интеллект: Модели и концепции эволюционной кибернетики. – М.: УРСС, 2011.
31. Ронжин А.Л., Карпов А.А., Ли И.В. Речевой и многомодальный интерфейсы. – М.: Наука, 2006.
32. Тидвелл Дж. Разработка пользовательских интерфейсов. Питер, 2008.
33. Фролов А.Б. Классификация и распознавание топологических форм. – М.: Изд-во МЭИ, 2010.
34. Хоар Ч. Взаимодействующие последовательные процессы. Изд. «Мир», 1989.
35. Хопкрофт Дж., Мотвани Р., Ульман Дж. Введение в теорию автоматов, языков и вычислений. – М.: Вильямс, 2002.
36. Чень К., Ли Р. Математическая логика и автоматическое доказательство теорем. – М.: Наука, 1983.

5. Направленность – 05.13.12, Системы автоматизации проектирования (по отраслям)

шифр, название

1. Функциональные узлы и процессоры

Последовательностные функциональные узлы. Счетчики. Аппаратная реализация реверсивных счетчиков и счетчиков по произвольному основанию. Типовые варианты входов и выходов счетчиков, используемых в библиотеках САПР. Варианты схемной реализации буферов LIFO и FIFO. Автоматы. Связь концепции цифровых автоматов с ранее изученными функциональными узлами.

2. Микропроцессоры

Структурная схема микропроцессора. Стековая память. Мнемоническое обозначение и машинные коды команд. Форматы команд и способы адресации. Особенности программирования МП на машинном языке. Устройство управления МП. Классы систем команд: CISC, RISC, MISC. Способы реализации параллелизм: в виде конвейера (арифметический конвейер, конвейер команд), многопроцессорной системы. Основные характеристики процессора UltraSPARC. Структурная схема. Устройство предварительной выборки и дешифрации команд. Организация конвейера. Целочисленное исполнительное устройство. Графическое устройство. Организация КЭШ-памяти.

3. Автоматизация проектирования цифровых устройств

Современные автоматизированные решения в проектировании электронных устройств. Назначение, состав и параметры системы Altium Designer (ранее – P-CAD). Этапы создания дискретных устройств в системе. Современные средства разработки и создания цифровых устройств. Программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС) с различной архитектурой: PAL, EPLD, LCA и другие. Проектирование и создание цифровых устройств на их основе. Системы автоматизированного проектирования: редакторы структуры, схемные редакторы, языки описания аппаратуры. Программаторы. Программируемые матрицы логики (ПМЛ, PAL) с архитектурой 20V8 и 22V10. Структура и особенности стираемых ПЛИС (СПЛИС, EPLD). Стираемые ПЛИС фирмы Altera. Структура и особенности программируемых матриц логических элементов (ПМЛЭ, LCA, FPGA). Программируемые матрицы логических элементов фирмы Xilinx.

4. Проектирование процессоров на СБИС

Обобщённая структурная схема микропроцессорной системы. Принципы организации мультипроцессорных вычислительных систем. Классификация Флинна. Структуры ОКОД, ОКМД, МКОД, МКМД. Тенденции развития современных информационных систем. Нефоннеймановские архитектуры. Процессорные матрицы на СБИС. Схемы соединений в мультипроцессорных системах. Архитектуры ЭВМ числовой обработки данных. Универсальные ЭВМ. ЭВМ для специальных вычислений. Периферийные матричные процессоры. Супер-ЭВМ. Структуры данных: скалярные, векторные. Параллельно-конвейерные системы. Поточковые машины. Принцип управляющей логики. Командная ячейка потоковой ЭВМ, теги готовности данных. Нейрокомпьютеры. Модели простых и сложных нейронов.

5. Основы вычислительных сетей

Основные типы локальных вычислительных сетей. Сеть Ethernet. Ethernet на витой паре. Структурированная кабельная система. Программное обеспечение ЛВС. Сетевые операционные системы (ОС). Классификация сетевых ОС. Средства управления ЛВС в сетевых ОС. Коммуникационные средства в сетях. Сервер удаленного доступа, мосты, маршрутизаторы, шлюзы, пакеты удаленного управления. Средства службы передачи сообщений. Средства диагностики сети. Средства для разработки прикладного ПО. Корпоративные ВС (сети масштаба предприятия). Назначение. Сетеобразующая аппаратура. Мосты: назначение и принципы работы. Маршрутизаторы: назначение и принципы работы. Сравнительная характеристика мостов и маршрутизаторов. Коммутаторы: назначение и принципы работы. Шлюзы: назначение и принципы работы. Беспроводные сети. Назначение беспроводных вычислительных сетей. ЛВС с оптическим каналом передачи информации (инфракрасные ЛВС и ЛВС с лазерным каналом). Радиочастотные ЛВС. Высокоскоростные ЛВС. Направления повышения быстродействия вычислительных сетей, их сравнительная характеристика, перспективы развития. Высокоскоростные ЛВС: Fast-Ethernet, гигабитный Ethernet, FDDI, ATM.

6. Операционные системы

Концепция открытых систем: основные понятия и определения. Функции и структуре операционных сред САПР. Унификация межпрограммных интерфейсов. Подсистемы разработка программного обеспечения. Проблема мобильности программного обеспечения, мобильность и переносимость операционной системы. Исторический очерк, классификация и типы операционных систем. Универсальные и специальные

операционные системы. Требования к современным операционным системам и вычислительным ресурсам. Семейство операционных систем Юникс. Современные классы Юникс-подобных операционных систем. Базовый функциональный состав системы Юникс. Основные компоненты системы Юникс. Виртуальная Юникс-машина: виртуальный процессор и виртуальная память. Концепция многопользовательской работы. Файловая система Юникс. Логический уровень представления информации: файлы и их иерархия, типы организации и атрибуты файлов, организация каталогов и обмена с внешними устройствами, файлы "подключения" запоминающих и периферийных устройств. Типовая файловая система Юникс. Физический уровень представления информации: байт- и блокоориентированные внешние устройства, организация дискового пространства, суперблок и его состав, индексный дескриптор, обеспечение целостности хранения информации, драйверы устройств.

7. Графические системы

Универсальные графические системы. История создания. Понятие стандарта на графические системы. Теоретические основы построения графических систем. Основные концепции. Принципы построения прикладных графических программ. Понятие пользовательского графического интерфейса. Открытые системы и проблема создания единого стандарта на оконный графический интерфейс ОС. Стандарт оконного интерфейса X11 в открытых системах. Структура и реализация. Пользовательское приложение, Инструментальные пакеты высокого уровня, оконные менеджеры, библиотека модулей -компонентов X11, сетевой X - протокол, сервер Базовой Оконной Системы. Перспективы развития графических интерфейсов. Тенденции в развитии языков программирования (в том числе и графического), переход от объектно-ориентированных языков программирования к языкам интерпретирующего типа (скрипты).

8. Объектно-ориентированные технологии

Наследование. Наследование полей и методов. Переопределение полей. Поведение методов при наследовании. Статические, виртуальные, динамические и абстрактные методы. Иерархия классов. RTTI. Указатели на класс, проверка и приведение типов. Виртуальные конструкторы. Полиморфизм. Принципы организации полиморфизма. Полиморфное присвоение и полиморфное выполнение. COM-технология в Delphi. Серверы и объекты в COM. OLE Automation. Объявление Dispatch-интерфейсов. Диспинтерфейсы. Создание серверов автоматизации. Экспонируемые методы и свойства. Типы данных OLE. История разработки универсального языка

объектно-ориентированного моделирования программ UML. Концептуальная модель UML. Классификаторы, классы, отношения, общие механизмы, диаграммы, пакеты, интерфейсы и роли, экземпляры, взаимодействия, прецеденты.

9. Современные сетевые технологии

Глобальные вычислительные сети. Назначение и классификация глобальных вычислительных сетей (ГВС). Протоколы ГВС. Сети стандарта X.25. Высокоскоростные каналы T-1 и T-3. Синхронные оптические сети. Транспортные протоколы. Назначение транспортных протоколов. Протокол TCP. Протокол UDP. Структуры пакетов. Архитектура TCP/IP. Основные возможности. Стек протоколов и его основные компоненты. Маршрутизация пакетов в глобальной сети. Мультипротокольный маршрутизатор. Языки SGML, XML, HTML. Создание WWW-страниц. Структура HTML-документа. Тэги (команды) HTML. Встраивание изображений. Построение гипертекстовых связей. Интерактивные формы. Язык JAVA. Возможности использования. Среда JAVA: язык, исполняющая среда, инструментальные средства, апплеты, приложения, обработчики, виртуальная машина JAVA. Основные черты языка JAVA. Использование JAVA для программирования в WWW.

10. Теоретические основы САПР

Методика получения математических моделей. Характеристики математических моделей: точность, адекватность и экономичность. Общая характеристика моделей на микроуровне. Сеточные модели. Алгебраизация уравнений в методе конечных разностей. Метод конечных элементов (МКЭ). Дискретизация и алгебраизация уровней в методе конечных элементов. Основные этапы применения метода конечных элементов. Математические модели на метауровне. Представление сложных систем в виде систем массового обслуживания. Элементы моделей, организация событийного моделирования. Статический анализ. Метод наихудшего случая. Метод статистических испытаний. Метод Монте-Карло. Классификация и уровни сложности задач структурного синтеза. Характеристика методов решения задач структурного синтеза. Методы синтеза технических решений. Методы дискретной оптимизации. Синтез логических схем — постановка задачи и характеристика методов решения.

11. Структурный синтез систем

Формальные и неформальные процедуры синтеза структур. Структурно-параметрическое описание системы. Иерархия моделей. Уровни

структурного и параметрического описаний. И/ИЛИ-граф. Функциональные, динамические и структурные модели систем. Интерпретация моделей. Проблемы создания математического и программного обеспечения на макроуровне: аналогии фазовых переменных и уравнений в системах различной физической природы. Синтез систем с поведением.

12. Имитационное моделирование дискретных систем

Моделирование как метод исследования и синтеза сложных дискретных систем, сочетание методов моделирования и оптимизации структур и алгоритмов функционирования ДС. Основные концепции дискретного моделирования. Понятие модельного времени, проблемы выбора масштаба времени в модели, соотношения модельного времени и реального времени работы моделируемой ДС, а также времени работы моделирующей ЭВМ. Способы моделирования ДС во времени: по интервалам времени и по событиям, достоинства и недостатки этих способов. VHDL — язык описания и моделирования дискретных схем. Основные свойства VHDL как языка описания аппаратуры. Принципы описания дискретных схем на VHDL.

13. Математическая логика и теория алгоритмов

Машина Тьюринга. Определение машины Тьюринга, принципы работы машины Тьюринга, функциональная таблица. Машина Тьюринга как алгоритм. Универсальная машина Тьюринга. Связь машины Тьюринга с конечными автоматами и вычислительными машинами. Тезис Тьюринга. Рекурсивные функции. Понятие вычислимой функции. Сведение любого алгоритма к численному. Гёделлизация. Примитивно-рекурсивные функции. Примеры. Общая схема рекурсии. Понятие частичной функции, частично-рекурсивной функции. Суперпозиция частичных функций. Оператор примитивной рекурсии, оператор минимизации. Свойства примитивно-рекурсивных и частично-рекурсивных функций. Общерекурсивные функции. Тезис Чёрча.

14. Автоматизация синтеза дискретных систем

Общая схема синтеза. Постановка составляющих подзадач. Особенности их решения. Совместное планирование и назначение операций. Применение динамического программирования. Задача Куна-Таккера для поэтапного планирования с одновременным назначением операций (на примере минимизации стоимости операций критического пути).

15. Искусственный интеллект и экспертные системы

Модели представления знаний в интеллектуальных системах. Знания и

данные. Декларативные модели представления знаний. Экстенционал и интенционал. Понятие семантической сети. Семантические сети и сети фреймов. Примеры сетей различного типа. Семантические сети в рамках процедурного подхода.

Дедуктивные механизмы вывода. Принцип резолюции для исчисления высказываний и исчисления предикатов 1-го порядка. Модификации метода резолюции. Использование нечетких знаний при формировании обобщенных понятий. Основные определения. Нечеткая переменная. Лингвистическая переменная. Введение числовых коэффициентов. Критерии существенности. Использование нечетких понятий в алгоритме ДРЕВ. Неклассические средства вывода в интеллектуальных системах. Продукционные системы. Вывод на продукциях. Стратегии вывода в продукционных системах Задача добычи данных (Data Mining) и ее отличие от классических задач распознавания. Примеры реальных систем Data Mining. Алгоритм поиска по лучу. Алгоритм IDTree. Оценки сложности алгоритмов.

16. Геометрическое моделирование в САПР

Геометрические модели САПР. Классификация геометрических моделей. Геометрические модели в двухмерном и трехмерном пространстве. Проволочная, каркасно-поверхностная модель. Принцип параметризации в САПР. Жестко-размерное моделирование. Гибридное моделирование. Способы построения объемных тел - использование базовых элементов формы. Общие принципы конструирования поверхностей. Понятие минимальной аппроксимации. Поверхность Кунса. Методы построения поверхности Кунса на основе кривых в форме Эрмита, Безье, В-сплайнов, NURBS. Использование кинематического принципа при построении поверхностей. Способы построения протянутых (sweep) поверхностей и lofting поверхностей.

Основная литература

1. Хорвиц П., Хилл У. Искусство схемотехники. Т. 2. М: Мир, 1993.
2. Зотов В. Проектирование цифровых устройств на основе ПЛИС фирмы XILINX в САПР WebPACK ISE. Горячая Линия – Телеком, 2003.
3. Норенков И.П. Введение в автоматизированное проектирование технических устройств и систем. М: Высшая школа, 1986.
4. Топорков В.В. Модели и методы системного синтеза. -М.: Издательство МЭИ, 1997.
5. Учебное руководство специалистов MCSE: TCP/IP. // Толд Лемил, Моника Леммл, Джеймс Челлис: Пер. с англ. -М.: Издательство "Лори", 1997.
6. Мендельсон Э. Введение в математическую логику. 3-е изд. М.: 25

Наука, 1984.

7. Лорьер Ж. Системы искусственного интеллекта. М: Мир, 1991

8. Роджерс Д. Алгоритмические основы машинной графики: Пер. с англ. М.: Мир.

Дополнительная литература

1. Логинов В.А. Спецпроцессоры на СБИС. Учебное пособие по курсу "Проектирование процессоров на сверхбольших ИС". М.: Издательство МЭИ, 1998.

2. Бэрри Нанс. Компьютерные сети: Пер. с англ. -М.: БИНОМ. 1995.

3. Б., Бадник Л. HTML с самого начала. / Пер. с англ. СПб.: издательство Питер, 1997.

4. Джеймс С., Армстронг. Секреты UNIX. Киев: издательство "Диалектика", 1996.

5. Рэндал Л. Шварц, Том Кристионсен. Изучаем Perl. Киев: Издательская группа ВНУ, 1998.

6. Оберг Р.Дж. Технология COM+. Основы программирования/ Пер. с англ. - М.: Издательский дом «Вильяме», 2000.

7. Буч Г., Рамбо Д., Джекобсон А. Язык UML. Руководство пользователя./ Пер. с англ. М.: ДМК, 2000.

1. Теоретические основы

Множества. Операции над множествами. Соответствия между множествами и отношения на них.

Алгебра логики. Способы представления логических функций, понятие базиса. Методы минимизации, анализ и синтез комбинационных схем.

Теории алгоритмов. Формальное уточнение алгоритма. Машина Тьюринга, рекурсивные функции и нормальные алгоритмы Маркова. Тезис Черча.

Теория конечных автоматов. Абстрактный конечный автомат. Анализ и синтез конечных автоматов. Минимизация абстрактных автоматов.

Системы счисления. Способы представления данных. Методы повышения скорости выполнения операций.

Основы теории моделирования. Понятие модели. Свойства моделей и их классификация. Принципы моделирования дискретных устройств.

Основы теории графов. Основы теории массового обслуживания.

2. Системы обработки данных

История развития систем обработки данных (СОД). Характеристики СОД. Встраиваемые и вычислительные системы.

Основные определения в области СОД – понятия организации и архитектуры. Фон-неймановская архитектура, её узкие места. Классификация СОД. СОД с общей и распределенной памятью. Уровни параллелизма, используемые при проектировании СОД. Показатели и методы оценки производительности СОД.

Модели параллельных вычислений. Модели взаимодействия последовательных процессов. Процессы над общей памятью. Критическая область и решение задачи взаимного исключения. Семафоры Дейкстры. Семафорные механизмы синхронизации взаимодействующих процессов. Процессы с распределенной памятью. Механизмы обмена сообщениями. Синхронный и асинхронный обмен данными. Сети Петри – инструмент для моделирования параллельных дискретных систем с взаимодействующими компонентами.

Память СОД. Элементы памяти статического и динамического типа. Способы организации модулей памяти оперативных запоминающих

устройств (ЗУ). Постоянные, программируемые и репрограммируемые ЗУ. ЗУ на элементах типа *flash*. Программаторы.

ЗУ типа *LIFO* и *FIFO*. Ассоциативные ЗУ. Функциональная схема ассоциативного запоминающего элемента. Примеры применения ассоциативных ЗУ. Реализация ассоциативного поиска на базе ЗУ адресного типа.

Процессоры, используемые при построении СОД. Сравнительный анализ *RISC* и *CISC* процессоров. Направления и способы повышения производительности современных процессоров. Многоядерные процессоры и их классификация. Гипертрейдинг. Сравнение моделей современных процессоров различных производителей и особенности их использования.

Вычислительные системы кластерного типа. Обобщённая структурная схема кластерной вычислительной системы. Классификация кластерных систем. Коммутационные сети кластерных вычислительных систем. Операционные системы и особенности планирования заданий.

Вычислительные системы высокой производительности, их структурные и функциональные особенности. Реконфигурируемые вычислительные системы. Гибридные вычислительные системы. Использование графических процессоров, в качестве вычислительных сопроцессоров.

Основы организации распределенных вычислений. Требования к аппаратно-программным средствам обеспечения распределенных вычислений. Область применения и показатели эффективности распределенных вычислений. Основные понятия и определения в области метакомпьютинга. Основные понятия и определения в области *Grid*-технологий. Особенности метакомпьютеров *Grid*-типа. Требования, предъявляемые к системам *Grid*-типа. Особенности программного обеспечения для систем *Grid*-типа. Управление заданиями и ресурсами в *Grid*-системах. Облачные вычисления.

Критерии и характеристика надежности и эффективности. Расчет надежности при различных видах отказов. Восстанавливаемые системы. Методы повышения надежности. Различные виды избыточности. Оптимальное резервирование. Оценка надежности сложных резервированных систем. Надежность программного обеспечения.

Аппаратные и программно-логические методы контроля, оценки их эффективности. Контроль по модулю. Корректирующие коды. Коды Хемминга. Арифметические корректирующие коды. Методы диагностики неисправностей, диагностические тесты, программы динамической диагностики и отладки.

Введение в современные методы проектирования цифровых систем. Применение САПР на примере САПР *XILINX*. Создание проекта. Создание высокоуровневого *HDL*-описания. Создание тестирующей программы. Моделирование. Синтез. Конструкторское проектирование.

3. Компьютерные сети

История развития компьютерных сетей. Основные категории сетей, классификация. Основные подсистемы сети. Виды сетевых устройств. Топология сетей. Основные виды топологических структур, их преимущества, недостатки и области применения.

Способы передачи данных. Пакеты и сообщения. Коммутация. Сетевой трафик, его характеристики и источники. Средства измерения трафика.

Организация и стандартизация компьютерных сетей. Эталонная модель взаимного соединения открытых систем (модель *OSI*). Уровни эталонной модели взаимного соединения открытых систем.

Физический уровень. Назначение физического уровня. Механические, электрические, функциональные и процедурные характеристики. Каналы и модемы, их разновидности, классификация и примеры. Методы уплотнения информации. Применение модуляции при передаче сигналов.

Передающая среда. Ее разновидности: витая пара, коаксиальный кабель, оптоволокно, беспроводная среда, в том числе открытые атмосферные каналы на базе лазерных и инфракрасных источников. Основные отличия.

Методы и алгоритмы обнаружения ошибок. Применение кодирования для надежной передачи информации. Виды кодов: линейные, циклические, Хэмминга, сверточные, исправляющие.

Канальный и сетевой уровни. Назначение канального и сетевого уровней. Служба, структура и конфигурации звена передачи данных. Модель звена передачи данных. Алгоритмы и методы управления передачей данных. Кадрирование. Методы множественного доступа. Методы повторной передачи (*ARQ*). Методы прослушивания несущей. Настойчивый и ненастойчивый доступ.

Шина со случайным доступом *Ethernet*. Алгоритм работы, основные характеристики. *Fast-* и *GigaEthernet*.

Шина и кольцо с маркерным доступом. Кольцо со вставкой регистра. Кольцо с тактированным доступом. Алгоритмы работы, основные характеристики. Сеть *ALOHA* и технология *FDDI*.

Технологии доступа к беспроводной среде (стандарты *IEEE 802.11*, *Bluetooth* и *HiperLAN*). Основные механизмы протокола *IEEE 802.11*. Режимы

распределенного и централизованного управления. Мобильные беспроводные сети. Сотовые технологии.

Транспортный уровень. Назначение транспортного уровня. Транспортная служба. Транспортный протокол. Протоколы, ориентированные на соединение, и без соединения. Методы дейтаграмм и виртуальных каналов.

Методы адресации. Алгоритмы маршрутизации. Алгоритмы выбора кратчайшего пути. Статическая и адаптивная маршрутизация. Методы распространения информации, необходимой при маршрутизации. Маршрутизация в больших сетях.

Стек протоколов *TCP/IP*. *IP* и другие протоколы нижнего уровня. Протокол *TCP*: установление и закрытие соединений, управление окном, контроль перегрузок. Версии протокола *TCP/IP*. Протокол *IPv6*.

Верхние уровни сетевой иерархии. Структура прикладного уровня и совместное функционирование верхних уровней сетевой иерархии. Сетевые операционные системы. Распределенная обработка. Сеансовый уровень и его назначение. Уровень представления и его назначение. Службы.

Технологии обеспечения безопасности. Криптография и ее стандарты. Проблема распределения ключа. Персональная идентификация. Аутентификация сообщений и пользователей. Электронная подпись.

Верхние уровни сети *Internet*. Протоколы *FTP* и *HTTP*. Электронная почта. *IP*-телефония, протокол *H-323*

Показатели качества и эффективности функционирования сетей.

Применение теории массового обслуживания для моделирования информационно-вычислительных сетей. История вопроса. Основные понятия.

Методы анализа сетевого трафика. Проверка статистических гипотез. Модели и алгоритмы анализа производительности сетей. Метод контуров, как технология определения параметров производительности компьютерных сетей.

4. Математическое и программное обеспечение

Операционные системы (ОС). Основные компоненты ОС. Базовые характеристики ОС. Проблемы создания и применения ОС.

Мотивировка параллельного программирования взаимодействующих процессов. Центральное место процесса в концепции виртуальной машины. Функции и стратегии планирования процессов. Тупиковые ситуации. Методы разрешения и предотвращения тупиков.

Концепция ресурса и пользователя, системы диспетчеризации.

Стратегии распределения ресурсов. Стратегии оценок дисциплин диспетчеризации. Защита ресурсов.

Структура данных в памяти. Функции управления памятью. Стратегии распределения одноуровневой и иерархической памяти. Перспективные тенденции в управлении памятью.

Структура и состав файловых систем. Логическая и физическая организация файловой системы. Процедуры доступа. Верификация управления доступом. Операции над файлами. Восстановление системных сбоев. Тенденции в управлении информацией.

Понятие технологии программирования, эволюция технологии программирования. Проблемы разработки сложных программных систем. Качество программного обеспечения (ПО). Жизненный цикл: фазы и этапы создания ПО. Ускорение разработки ПО. Технологии *RAD* и экстремального программирования. Оценка качества процессов создания ПО – методика *SMM*.

UML – стандартный язык проектирования программных приложений. Определение вариантов использования. Построение концептуальной модели предметной области. Описание поведения. Проектирование классов. Компоновка программных компонентов. Проектирование размещения программных компонентов для распределенных программных систем. *CASE*-средства поддерживающие *UML*-диаграммирование.

Разработка пользовательских интерфейсов (ПИ). Типы ПИ, этапы их разработки. Пользовательская и программная модели интерфейса. Графические ПИ. Реализация диалогов в графическом пользовательском интерфейсе.

Тестирование и отладка ПО. Виды контроля качества разрабатываемого ПО. Структурное и функциональное тестирование. Тестирования модулей, комплексное и оценочное тестирование. Методы отладки. Классификация ошибок. Общая методика отладки ПО.

Создание и программирование *Web*-приложений. *Web*-сервисы. Управление состоянием. Доступ и отображение данных. Контроль доступа к *Web*-приложению. Развертывание *Web*-приложения. Преобразование *Web*-приложения в форму доступную для мобильных устройств.

Системы управления базами данных (БД). Функции, классификация, характеристики систем управления БД. Локальные и распределенные БД. Назначение и основные компоненты системы управления БД. Технологии работы с БД. Технология клиент-сервер.

Модели данных. Модели концептуального уровня. Использование метода сущность – связь. Нотации Чена и *IDEF1X*. Основные понятия

реляционных БД. Отношения и таблицы. Связь между таблицами. Защита баз данных – целостность и сохранность БД. Языковые средства систем управления БД. Командный язык. Языки запросов *SQL* и *QBE*. *CASE*-средства проектирования БД.

Разработка программного обеспечения для высокопроизводительных вычислительных систем. Встроенные механизмы ОС. Каналы и сигналы *UNIX*-подобных ОС. Механизм разделяемой памяти. Очереди сообщений и сокет. Создание параллельных программ с использованием этих механизмов.

Технология разработки параллельных программ для многопроцессорных систем с общей памятью (стандарт *OpenMP*) и с распределенной памятью (стандарт *MPI*). Технология программирования *CUDA*, для систем с ускорителями на графических процессорах.

Литература

К разделу 1.

1. Коршунов Ю.М. Математические основы кибернетики. – М.: Энергия, – 1980.
2. Шоломов Л.А. Основы теории дискретных логических и вычислительных устройств. – М.: Наука, 1980.
3. Новиков Ф.А. Дискретная математика для программистов. – СПб.: Питер, 2001.
4. Лазарев В. Г., Пийль Е. И. Синтез управляющих автоматов. 3-е изд. – М.: Энергоатомиздат, 1989.
5. Савельев А.Я. Арифметические и логические основы цифровых автоматов. М.: Высшая школа. – 1980.
6. Алиев Т.И. Основы моделирования дискретных устройств. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2008.

К разделу 2.

1. Таненбаум Э. Архитектура компьютера. 4-е изд. – СПб.: Питер, 2003.
2. Лаврентьев Б.Ф. Схемотехника электронных средств: учебное пособие для студ. высших учеб. заведений. – М.: Издательский центр «Академия», 2010.
3. Корнеев В.В. Вычислительные системы. – М.: Гелиос АРВ, 2004.
4. Дерюгин А.А. Коммутаторы вычислительных систем: учебное пособие. – Издательский дом МЭИ, 2008.
5. Топорков В.В. Модели распределённых вычислений. – М.: Физматлит, 2004.
6. Кластеры на многоядерных процессорах / И.И. Ладыгин, А.В. Логинов,

А.В. Филатов, С.Г. Яньков. – М.: Издательский дом МЭИ, 2008. – 112 с.

7. Таненбаум Э. Распределенные системы. Принципы и парадигмы – Санкт-Петербург: Питер, 2003.

8. Поляков А.К. Языки *VHDL* и *VERILOG* в проектировании цифровой аппаратуры. М.: СОЛОН - Пресс, 2003.

К разделу 3.

1. Олифер В. Г., Олифер Н. А. Компьютерные сети: принципы, технологии, протоколы. 3-е изд. – СПб.: Питер, 2008.

2. Таненбаум Э., Уэзеролл Д. Компьютерные сети. 5-е изд. – СПб.: Питер, 2012.

3. Вишневский В.М. Теоретические основы проектирования компьютерных сетей. – М.: Техносфера, 2003.

4. Вишневский В.М., Портной С.Л., Шахнович И.В. Энциклопедия *WiMAX* – путь к *4G*. – М.: Техносфера, 2010.

5. Столингс В. Компьютерные сети, протоколы и технологии Интернета. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012.

6. Скотт Хокдал Дж.. Анализ и диагностика компьютерных сетей. – М.: Издательство Лори, 2007.

7. Абросимов Л.И. Анализ и проектирование вычислительных сетей: Учеб. пособие. – М.: Издательство МЭИ, 2000.

8. Семенов Ю.В. Проектирование сетей связи следующего поколения. – СПб.: Наука и техника, 2005.

К разделу 4.

1. Таненбаум Э. Современные операционные системы. 3-е изд. – СПб.: Питер, 2010.

2. Интегов Д.В. Введение в операционные системы. 2-е изд. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012.

3. Столингс В. Операционные системы. – М.: Вильямс, 2004.

4. Технология программирования: учебник для вузов / Г.С. Иванова - М.: КноРус, 2011.

5. Гагарина Л. Г., Кокорева Е. В. Виснадул Б.Е. Технология разработки программного обеспечения. – М.: ИД Форум, ИНФРА-М, 2008.

6. Дейт К.Дж. Введение в системы баз данных, 8-е изд. – М.: Вильямс, 2005.

7. Немнюгин С.А., Стесик О.Л. Параллельное программирование для многопроцессорных вычислительных систем. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002. – 400.

8. Боресков А.В., Харламов А.А. Основы работы с технологией *CUDA*. – М.: ДМК-Пресс. – 2010.

I. Теория информации

Информатика как наука, изучающая информацию и ее свойства в естественных, искусственных и гибридных системах. Место информатики в системе наук. Понятия энтропии и информации.

Кодирование сообщений. Средняя длина кодового слова и избыточность.

Теорема Шеннона о передаче сообщений по дискретному каналу без памяти.

II. Теория множеств и теория графов

Понятие множества. Счетные и несчетные множества, мощность множества. Операции и отношения на множествах. Упорядоченные множества.

Теоретико-множественное и алгебраическое определения решетки, их эквивалентность. Свойства решеток. Булевы решетки.

Понятие графа, основные характеристики. Эквивалентность и изоморфизм графов. Эйлеровы и гамильтоновы графы. Плоские графы и их основные свойства. Взвешенные графы, задачи о кратчайших маршрутах.

III. Математическая логика и моделирование рассуждений

Предмет математической логики. Формальные системы (ФС). Разрешимость и неразрешимость (ФС). Исчисление высказываний как класс ФС. Свойства системы аксиом исчисления высказываний (полнота, непротиворечивость и независимость). Исчисление предикатов первого порядка. Теорема о дедукции для исчисления предикатов. Свойства системы аксиом: полнота и непротиворечивость. Теорема Геделя о полноте.

Автоматическое доказательство теорем. Нормальные формы: дизъюнктивная, конъюнктивная, пренексная. Логические следствия. Сколемовская нормальная форма. Универсум Эрбрана и эрбрановская база. Семантические деревья. Принцип резолюции для логики предикатов первого порядка. Модификации принципа резолюции: семантическая резолюция, линейная резолюция. Метод аналитических таблиц в логике предикатов первого порядка. Множество Хинтики для логики предикатов первого порядка.

Методы дедуктивного вывода в системах искусственного интеллекта. Использование принципа резолюции в дедуктивных вопросно-ответных

системах, при построении плана действий робота. Логика и модифицируемые рассуждения. Формализация модифицируемых рассуждений. Модальные логики знания и веры. Немонотонные логики Мак-Дермотта. Автоэпистемические логики.

IV. Основы теории алгоритмов, вычислимые функции и теоретические аспекты программирования

Модели вычислимости: машины Тьюринга, рекурсивные функции, нормальные алгоритмы Маркова. Алгоритмически неразрешимые проблемы.

Формальные языки, их классификация, средства задания и синтаксического анализа. λ -исчисление. Функциональные языки, основанные на λ -исчислении на примере ЛИСП. Семантика языков программирования, способы задания. Трактовка программ как наименьших фиксированных точек соответствующих им преобразований данных.

Модели взаимодействующих и параллельных процессов: сети Петри, модель Хоара. Примеры эффективных (полиномиальных) алгоритмов: быстрые алгоритмы поиска и сортировки; полиномиальные алгоритмы для задач на графах и сетях.

Отношения и функции. Отношение эквивалентности и разбиения. Отношения частичного порядка.

V. Языки программирования

Классификация языков программирования в соответствии с их проблемной ориентацией и базовыми конструкциями. Функциональные языки программирования: ЛИСП, FRTL и др. Объектно-ориентированные языки программирования.

Среды программирования: назначение, основные компоненты, сравнительный анализ. Визуальные формы, схемы и диаграммы в программировании. Язык UML. Модели и системы человеко-машинных интерфейсов. Машинная графика.

Пакеты прикладных программ (ППП). Системная часть и наполнение. Языки общения с ППП. Технология разработки и сопровождения программ. Жизненный цикл программы. Этапы разработки, степень и пути их автоматизации.

Языки и средства программирования Internet приложений. Язык гипертекстовой разметки HTML, основные конструкции, средства подготовки гипертекста. Язык написания сценариев Java Script.

VI. Модели представления данных и знаний. Системы управления базами данных и знаний

Модели баз данных. Реляционные базы данных (БД), языки запросов. Линейное представление документов, запросов, тезауруса, индексирования, поиска. Понятие лексической совместимости и тезаурусной согласованности. CASE-средства и их использование при проектировании БД. Стандарты языков SQL. Современные системы управления БД (СУБД), их сравнительные характеристики.

Модели представления знаний. Организация баз знаний (БЗ). Методы приобретения знаний, индуктивные методы обучения по примерам, методы на основе деревьев решений. Системы управления БЗ (СУБЗ).

Информационно-поисковые системы. Классификация. Методы реализации и ускорения поиска. Защита информации в компьютерах, вычислительных системах и сетях. Основные концепции Semantic Web.

VII. Вычислительные машины, системы и сети

Многопроцессорные и многомашинные комплексы. Вычислительные кластеры. Проблемно-ориентированные параллельные структуры: матричные вычислительные системы (ВС), систолические структуры, нейросети.

Методы и средства передачи данных в информационных ВС, протоколы передачи данных. Глобальные, территориальные и локальные сети. Основные сетевые концепции. Модели взаимодействия компьютеров в сети. Особенности архитектуры локальных сетей (Ethernet, Token Ring, FDDI). Сеть Internet, доменная организация, семейство протоколов TCP/IP.

Архитектура современных компьютеров. Организации памяти и архитектура процессора. ВС, обеспечивающие выполнение вычислений, управляемых потоком данных. Организация ввода-вывода, каналы и процессоры ввода-вывода, устройства сопряжения с объектами. Назначение, архитектура и принципы построения информационно-вычислительных сетей (ИВС). Локальные и глобальные ИВС, технические и программные средства объединения различных сетей. ИВС и распределенная обработка информации.

Классификация ВС по способу организации параллельной обработки. Типы параллельных ВС. Концепция GRID. Операционные средства для управления параллельной и распределенной обработкой (.NET, MPI, CORBA и др.). Управление параллельными процессами в ВС.

Операционные средства управления сетями. Эталонная модель взаимодействия открытых систем ISO/OSI. Маршрутизация и управление потоками данных в сети. Сетевые ОС, модель клиент – сервер, средства управления сетями в ОС UNIX, MS Windows. Принципы функционирования Internet. Семейство протоколов TCP/IP, доменная адресация в Internet,

типовые информационные объекты и ресурсы. Удаленный доступ к ресурсам сети. Организация электронной почты, телеконференций. Протоколы передачи файлов, язык разметки гипертекста HTML, WWW-серверы.

VIII. Методы оптимизации и принятия решений

Постановка задачи и классификация методов оптимизации. Методы нулевого порядка: покоординатного спуска, случайного поиска. Методы первого порядка (градиентные): с дроблением шага, наискорейшего спуска, сопряженных направлений. Методы второго порядка: Ньютона, Ньютона-Рафсона. Постановка задачи линейного программирования (ЗЛП). Графический метод решения. Симплексный метод. Транспортная задача. Определение опорного плана транспортной задачи.

Задачи условной оптимизации. Выпуклые функции. Задачи оптимизации с ограничениями в форме равенств и неравенств. Методы штрафных и барьерных функций, комбинированный метод штрафов. Методы проекции градиента. Методы возможных направлений. Задачи векторной оптимизации. Основные понятия и определения. Определение Парето-оптимальных решений многокритериальной задачи. Методы решения задач многокритериальной оптимизации: свертки, последовательных уступок. Метод гарантированного результата или метод минимакса.

Общая схема процесса принятия решений. Задача принятия решений. Специфика принятия решений в условиях определенности, риска, неопределенности. Классификация методов теории принятия решений. Строгие и эвристические методы. Поиск решения в пространстве состояний. Задачи эвристического поиска. Метод уменьшения различий. Поиск решения на дереве игры: максимный метод и метод α - β отсечения.

Основы теории статистических решений («игры с природой»). Методы поиска решения при известных и неизвестных вероятностях состояний природы. Основы теории ожидаемой полезности. Рациональное и иррациональное поведение лица, принимающего решения. Функция ожидаемой полезности. Теория субъективной ожидаемой полезности.

IX. Искусственный интеллект и интеллектуальные системы

Понятие искусственного интеллекта (ИИ), задачи ИИ. Основные направления и этапы развития ИИ. Интеллектуальные системы (ИС) как системы, основанные на знаниях. Понятие экспертной системы (ЭС) и системы поддержки принятия решений (СППР). Языки и системы представления знаний: LISP, PROLOG, CLIPS и др.

Поиск решения в условиях неопределенности: теоретико-вероятностные методы (метод Байеса, метод на основе субъективных вероятностей (коэффициентов уверенности), байесовские сети доверия). Поиск решения в условиях неопределенности: теория свидетельств Демпстера-Шейфера. Использование нечеткой логики при поиске решения.

Приобретение знаний в ИС (ЭС). Формирование знаний в ИС, машинное обучение и формирование понятий. Интеллектуальный анализ данных. Эволюционное моделирование (ЭМ). Понятие генетического алгоритма (ГА), основные этапы. Введение в искусственные нейронные сети (ИНС). Математическая модель нейрона, персептрон. Однослойные и многослойные сети. Алгоритмы обучения нейронной сети.

Инструментальные средства конструирования ИС: CLIPS, G2, системы-оболочки.

Список литературы

1. Базы знаний интеллектуальных систем / Т.А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский. – СПб.: Питер, 2001.
2. Башлыков А.А., Еремеев А.П. Экспертные системы поддержки принятия решений в энергетике / Под ред. А.Ф. Дьякова. – М.: Издательство МЭИ, 1994.
3. Башмаков А.И., Башмаков И.А. Интеллектуальные информационные технологии: Учеб. Пособие. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005.
4. Вагин В.Н., Головина Е.Ю., Загорянская А.А., Фомина М.В. Достоверный и правдоподобный вывод в интеллектуальных системах. 2-е издание // Под редакцией В.Н. Вагина, Д.А. Поспелова. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008.
5. Воеводин В.В., Воеводин В.Вл. Параллельные системы и параллельные вычисления. Изд. БХВ, Санкт-Петербург, 2011.
6. Дейт К. Введение в системы баз данных. – М.: Вильямс, 2005.
7. Джарратано Д., Райли Г. Экспертные системы: принципы разработки и программирование: Пер. с англ. – М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2007.
8. Еремеев А.П., Куриленко И.Е. Применение темпоральных моделей в интеллектуальных системах / Интеллектуальные системы. Колл. монография. Выпуск третий. / Под. Ред. В.М. Курейчика. – М.: Физматлит. 2009. – С. 124-139.
9. Зыков А.А. Основы теории графов. – М.: Вузовская книга, 2004.

10. Искусственный интеллект: В 3 кн. Справочник / Под. ред. Э.В. Попова, Д.А. Поспелова, В.Н. Захарова, В.Ф. Хорошевского. – М.: Радио и связь. – 1990.
11. Кандрашина Е.Ю., Литвинцева Л.В., Поспелов Д.А. Представление знаний о времени и пространстве в интеллектуальных системах. / Под ред. Д.А. Поспелова. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1989.
12. Карпов Ю.Г. MODEL CHECKING. Верификация параллельных и распределенных программных систем. – СПб.: БХВ-Петербург, 2010.
13. Кнут Д. Искусство программирования. Т. 1-3. М., – СПб., Киев: ИД "Вильямс", 2000.
14. Кудрявцев В.Б., Андреев А.Е., Гасанов Э.Э. Теория тестового распознавания. – М.: Физматлит, 2007.
15. Кузнецов О.П. Дискретная математика для инженеров. – СПб.: Изд-во «Лань», 2004.
16. Кук Д., Бейз Г. Компьютерная математика. – М.: Наука, 2000.
17. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений. – М.: Логос, 2002.
18. Логический подход к искусственному интеллекту: От модальной логики к логике баз данных: Пер. с франц. / Тейз А., Грибомон П., Юлен Г. и др. – М.: Мир, 1998.
19. Лопатин В.Н. Правовые основы информационной безопасности: Курс лекций. – М.: Изд-во МИФИ, 2000.
20. Люгер Дж.Ф. Искусственный интеллект. Стратегии и методы решения сложных проблем: Пер. с англ. – М.: Издательский дом "Вильямс", 2003.
21. Макленнен Д. Microsoft SQL Server 2008: Data Mining – интеллектуальный анализ данных. – ВHV-СПб, 2009.
22. Мартин Дж. Организация баз данных в вычислительных системах. – М.: Мир, 2000.
23. Мерков А.Б. Распознавание образов. Введение в методы статистического обучения. – М.: ЭДИТОРИАЛ УРСС, 2011.
24. Назаров С.В., Широков А.И., Современные операционные системы. – М.: Изд-во Бином, 2011.
25. Новак В., Перфильева И, Мочкорж И. Математические принципы нечеткой логики. – М.: Физматлит, 2006.
26. Новейшие методы обработки изображений. / Под ред. А.А. Потапова. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008.
27. Осипов Г.С. Методы искусственного интеллекта. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011.

