

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА
в аспирантуру
по направлению **09.06.01**
"Информатика и вычислительная техника"

1. Интеллектуальные системы

Эволюция систем искусственного интеллекта. Знания и данные: сходства и различия. Свойства и отношения. Свойства знаний: интерпретируемость, структурированность, связность, активность. Традиционные и альтернативные способы представления знаний. Система представления знаний. Декомпозиция и классификация. Классификация моделей представления знаний. Семантические сети, фреймы, сети фреймов. Формирование набора правил. Классы, отношения и правила. Логический вывод. Механизмы управления.

1.1. Методы поиска решений в пространстве состояний.

Пространство поиска. Формальная постановка задачи поиска. Обобщенный алгоритм поиска. Критерии оценки стратегий. Методы неинформированного поиска. Поиск сначала в ширину, сначала в глубину, однородной стоимости, ограниченный по глубине поиск. Поиск с итеративным углублением, двунаправленный поиск. Поиск с удовлетворением ограничений. Сложность методов поиска. Методы информированного (эвристического) поиска. Поиск сначала лучший, A*-поиск. Задачи поиска в оперативном режиме. Агенты поиска в оперативном режиме. Локальный поиск в оперативном режиме. Обучение в ходе поиска.

1.2. Представление знаний и рассуждения

Модели представления знаний. Синтаксис и семантика логики предикатов первого порядка. Логическое следование. Логический вывод. Метод резолюций в логике предикатов первого порядка. Продукционные системы. Управление выводом в продукционных системах. Разрешения конфликтов. Фреймы, как модель представления знаний. Управление выводом во фреймовых системах. Семантические сети. Вывод на семантических сетях.

1.3. Экспертные системы.

Понятие экспертной системы (ЭС). Основные особенности, архитектура и классификация ЭС. Этапы разработки и стадии жизненного цикла ЭС. Программная среда разработки ЭС CLIPS. Назначение и основные возможности. Базовые типы данных и представление фактов в CLIPS. Представление и обработка продукций в CLIPS. Базовый цикл работы МЛВ. Синтаксис антецедентов правил, типы условных элементов. Реализация фрейм-продукционных (объектных) моделей в среде CLIPS. Архитектура «доски объявлений» (ДО). Базовый цикл управления в системах на основе архитектуры ДО. Примеры построения интеллектуальных систем на основе архитектуры ДО.

1.4. Модели представления и обработки неопределенных знаний.

Многозначные логики. Коэффициенты уверенности Шортлифа.

Нечеткие множества. Лингвистическая переменная. Нечеткая логика. Нечеткий вывод. Композиционное правило вывода. Байесовские сети.

1.5. Модели планирования действий в системах ИИ.

Задача планирования. Язык описания состояний и действий. Планирование на основе поиска в пространстве состояний. Планирование с помощью пропозициональной логики. Планирование действий в реальном мире. Планирование с частичным упорядочением. Графы планирования. Условное планирование. Непрерывное планирование.

1.6. Обучение в системах ИИ.

Формы обучения. Обучение на основе наблюдений. Индуктивное обучение. Построение деревьев решений. Обучение с использованием знаний. Логическая формулировка задачи обучения. Статистические методы обучения. Обучение с полными данными. Метод максимального правдоподобия. Обучение с подкреплением. Пассивное обучение с подкреплением. Активное обучение с подкреплением. Обучение байесовских сетей.

Заключение. Перспективы развития систем искусственного интеллекта как инновационной области информационных технологий.

2. Вычислительные системы

2.1. Классификация вычислительных систем.

Суперскалярные, векторные вычислительные системы. Конвейерные и матричные системы. Архитектура памяти. Системы команд для параллельных вычислений. Классификация современных вычислительных систем (по Флинну). Вычислительные и программные аспекты. Особенности SMP, MPP, NUMA, кластерной архитектуры. Топологии связей и принципы построения многопроцессорных систем. Формальная модель ускорения многопроцессорной и векторной системы. Закон Амдаля. Модель ускорения кластерной системы. Способы оценки производительности высокопроизводительных систем, TOP500.

2.2. Современные тенденции развития высокопроизводительных вычислительных систем.

Определение высокопроизводительных систем. Эволюция развития вычислительных высокопроизводительных систем. Современные реализации. Примеры. Методы повышения быстродействия памяти: иерархия памяти; пространственная и временная локальность, кэш-память и стратегии ее использования; расслоение памяти. Методы повышения быстродействия процессора: конвейер команд, предсказание переходов, компьютеры с несколькими АЛУ, изменение порядка исполнения команд, переименование регистров, переключение контекста, скалярные и суперскалярные компьютеры. мультискалярные компьютеры, RISC-архитектура. Принципы организации RISC процессоров на примере Scalable Processor Architecture (SPARC). Многоядерные процессора, способы объединения ядер внутри процессора. Тенденции развития высокопроизводительных вычислительных систем. Современные многоядерные процессора и принципы их построения ведущими производителями – IBM, Sun, Intel, AMD – на примерах Cell, Power, UltraSPARC Tn, x86. Современные коммуникаторы, их характеристики и применение при создании параллельных систем - Ethernet, InfiniBand и др.

2.3. Суперкомпьютеры.

Векторные и матричные компьютеры, многопроцессорные компьютеры и многомашинные комплексы, векторизация и распараллеливание алгоритмов, машины потоков команд и машины потоков данных, транспьютеры. Способы построения суперкомпьютеров ведущими вендорами мира, суперкомпьютеры Sun, IBM, SGI, NEC, HP и др.

2.4. Распределенные вычисления.

Понятие распределенных вычислений. Метакомпьютинг. Вычислительные сети. Принципы организации. Сетевые протоколы. Сеть INTERNET. Протокол TCP/IP. IP адресация. Поточковые и нейронные системы. Grid-технологии.

2.5. Альтернативные вычислительные системы.

Оптические вычислительные системы. Квантово-механические вычисления. Естественный параллелизм квантово-механических и оптических систем. ДНК-процессоры, нейропроцессоры и процессоры нечеткой логики.

2.6. Программное обеспечение высокопроизводительных вычислений.

Роль программного обеспечения в высокопроизводительных вычислениях. Операционные системы поддержки параллельных и распределенных вычислений: UNIX (Linux – как пример открытой ОС, Sun Solaris – как пример коммерческой ОС) и Windows. Краткая характеристика основных языков высокопроизводительных вычислений: C, C++, High Performance Fortran (HPF). Трансляторы с автоматическим распараллеливанием и векторизацией, оптимизирующие компиляторы. Роль и функции отладчиков и профилировщиков в высокопроизводительных вычислениях. Sun Studio как пример интегрированной среды разработки программ на языках C, C++ и Fortran, средства сборки, отладки, профилирования и анализа многопоточных приложений. Методы повышения производительности UNIX-систем для высокопроизводительных вычислений на примере ОС Linux и Solaris.

2.7. Кластерные и Grid-технологии.

Кластерная технология, как способ объединения ресурсов в рамках одной локальной сети. Программное обеспечение для работы, балансировки нагрузки и объединения класте-

ров: Sun HPC ClusterTools, Condor, MOL и др. Понятие Grid. DataGRID и вычислительный GRID. Виртуальная организация. Архитектура GRID, описание протоколов, сервисов, API и SDK. Межплатформенное программное обеспечение (middleware). Уровни GRID. Реализации GRID программного обеспечения на примере Sun Grid Engine. Обзор существующих грид-инфраструктур: NorduGRID, LCG и др.

2.8. Современные информационные технологии в вычислительных системах.

Сервис-ориентированная архитектура, протоколы поддержки SOA (SOAP), язык WSDL. Область применения и основные задачи SOA. Интерфейсы и сервисы SOA. SOA Grid модель. Виртуализация, ее область применения и задачи. Виртуализация серверных ресурсов. Виртуализация систем хранения. Технологии виртуализации центров обработки данных. Проблемы технологии виртуализации. Виртуализация рабочих мест (desktop). Виртуализация общей памяти. Поставщики решений виртуализации. Программные продукты для виртуализации (VMware, Xen)

3. Технология разработки программного обеспечения

Проектирование как семиотическая деятельность. Методология инженерии знаний. Семантическая система управления контентом (CMS). Представление знаний в форме теории. Варианты определения и использования онтологии. Онтологический инжиниринг. Универсальный стандарт описания информационных ресурсов (RDF). RDF Schema (RDFS). Запросы к документам RDF на RDQL. Языки описания онтологических баз данных на основе логики предикатов. Онтология управления знаниями в проектной деятельности. Вхождение понятий онтологии и онтологического анализа в процедуры и стандарты моделирования бизнес-процессов. Оформление законченных проектно-конструкторских работ. Оценка инновационного потенциала проекта.

3.1. Методы поиска решений в пространстве состояний.

Проблемы разработки сложного ПО. Основные принципы и практики моделей зрелости способностей CMM/CMMI Института технологии программирования.

Основные понятия моделей CMM/CMMI, ключевые области процесса разработки и основные деятельности (планирование, обеспечение качества, управление конфигурацией, предотвращение дефектов).

3.2. Методы поиска решений в пространстве состояний.

Понятие жизненного цикла разработки. Основные модели жизненного цикла разработки, их сравнение, практические рекомендации по выбору той или иной модели в зависимости от обстоятельств.

3.3. Методы поиска решений в пространстве состояний.

Унифицированный процесс разработки программных изделий. Понятие жизненного цикла разработки. Основные модели жизненного цикла разработки, их сравнение, практические рекомендации по выбору той или иной модели в зависимости от обстоятельств.

3.4. Методы поиска решений в пространстве состояний.

Метрология в программном проекте. Количественное управление процессом разработки. Критерии для формулирования целей. Измерение качества программных продуктов. Причинно-следственный анализ дефектов. Метрологические составляющие процесса стратегического планирования.

3.5. Методы поиска решений в пространстве состояний.

Семейство стандартов качества ISO 9000. Принципы управления качеством. Модели ИСО 9001 и ИСО 9004 на базе процессов. Управление рисками в программном проекте

Подходы к управлению рисками. Создание программных продуктов в условиях больших неопределенностей и изменчивости в исходных требованиях.

3.6. Методы поиска решений в пространстве состояний.

Определение и различные подходы к созданию и анализу программных архитектур.

Классификация архитектурных стилей и сравнительный анализ применительно к базовым свойствам программных продуктов, построенных по той или иной архитектуре.

4. Методы оптимизации

4.1. Многокритериальность и выбор альтернативы.

Виды многокритериальных задач. Постановка задачи. Множество Парето. Принципы поиска области изменения критериев. Нормирование частных критериев. Аддитивный критерий оптимальности. Мультипликативный критерий оптимальности. Векторный критерий отношения предпочтения. Множество недоминируемых решений. Методы многокритериальной оптимизации (МКО). Метод весовых множителей решения задачи МКО. Методы эpsilon-ограничений. Метод справедливого компромисса. Метод последовательных уступок.

4.2. Генетические алгоритмы и многокритериальная оптимизация.

Поиск в многомерном кубе. Поиск в произвольной области. Основные понятия генетических алгоритмов (ГА). Кодирование генотипа особей. Классический генетический алгоритм (инициализация, оценка приспособленности хромосом в популяции, проверка условия останова алгоритма, кроссовер, мутация, параллельные и гибридные ГА, селекция, генетические операторы, выбор наилучших хромосом.)

4.3. Выбор критериальных ограничений.

Исходные данные. Диалоговый алгоритм. Особенности диалогового выбора. Примеры оптимизации параметров.

4.4. Выбор параметров.

Однорешающий критерий. Компромиссная кривая. Примеры приближенных компромиссных кривых.

4.5. Оптимальное проектирование объекта.

Автоматизированный вариант диалога. Исследования зависимостей критериев. Пути улучшения оптимального решения. Типовые задачи МКО. Задачи оптимального проектирования в САПР. Принятие решений в многокритериальной среде. Типовые многокритериальные оптимальные решения.

4.6. Дискретная оптимизация.

Математическая формулировка задач дискретного программирования. Прикладные модели дискретного программирования. Задача о минимальном покрывающем дереве. Задача оптимальной упаковки. Задачи целочисленного и булевого программирования. Методы сокращенного перебора. Методы ветвей и границ. Методы отсечений. Дробный алгоритм. Стратегия локального поиска. Жадные алгоритмы. Задача коммивояжера, задача о ранце, теория расписаний. Планирование процессов и распределение ресурсов, транспортная сеть и ее разрезы. Раскраска графа. Задача о K-выполнимости.

4.7. Базовые эволюционные методы.

Эволюционные вычисления. Метод колонии муравьев. Метод поведения толпы. Реализация эволюционных методов. Генетическое программирование. Развитие ГА (метод комбинирования эвристик, циклический ГА, адаптивные ГА).

5. Языки проектирования аппаратуры

5.1. Основы методологии проектирования дискретных устройств

Этапы проектирования дискретных устройств и управление процессом проектирования. Типовая структура САПР дискретных устройств. Методология проектирования с использованием языков описания аппаратуры.

5.2. Язык проектирования дискретных устройств VHDL –поведенческий аспект

Основные концепции языка VHDL, Проект. Структура программы. Типы данных в VHDL. Выражения и операторы. Присвоение, условное присвоение, присвоение по выбору. Операторы принятия решений: if, case, loop.

Описание типовых дискретных узлов на VHDL (Комбинационные схемы, регистровые схемы, автоматы)

5.3. Структурное и иерархическое проектирование на VHDL

Структурное архитектурное тело. Смешанное (структурно-поведенческое) представление проекта. Иерархические проекты. Подпрограммы и функции. Пакеты и библиотеки.

5.4. Принципы описания в языках проектирования аппаратуры типовых дискретных устройств

Понятие синтезируемого подмножества языка. Параллельные, конвейерные, потоковые и последовательно-временные реализации. Примеры практических применений (буферизация FIFO, LIFO, многопортовая память, интерфейсные модули контроллеры магистрали, архитектура исполнительного устройства в стандарте интерфейса PCI). Обработка сигналов и изображения аппаратными средствами Многофункциональные платы расширения.

5.5. Языки описания аналоговых и смешанных устройств автоматики и вычислительной техники

Принципы моделирования аналоговых и аналогово-дискретных устройств. Основы языка VHDL-AMS. Понятия Quantity, Terminal, непрерывное присвоение.

5.6. System Verilog – основные конструкции

Определение объектов по умолчанию. Расширение типов данных (перечислимый, динамические массивы) улучшенные варианты базовых операторов - ALWAYS, FOR, IF. . Вызов подпрограмм, интерфейсный и синхронизирующий модули. Пакет. Понятие синтезируемого подмножества языка. Принципы описания типовых дискретных устройств: Представление последовательностных схем. Автоматы Мили и Мура. Задание способов управления регистровыми схемами. Параллельные, конвейерные, потоковые и последовательно-временные реализации.

5.7. System Verilog – конструкции, ориентированные на совместную отладку аппаратных и программных средств

Базовые положения верификации. Объединение устройства и тестовой программы. Программные модели, учитывающие синхронизацию тестируемого устройства и тестирующего окружения. События, семафоры, почтовые ящики. Рандомизация. Функциональное покрытие.

6. Верификация, аттестация и качество программного обеспечения

6.1. Эволюция понятия качества программного обеспечения.

Цели и задачи курса, его связь с другими дисциплинами учебного плана. Определение качества программного обеспечения (ПО). Изменение понятия качества ПО во времени. Многомерность качества. Общественная заинтересованность в качестве и ущерб от плохого качества. Стоимость внедрения моделей качества. Направления инженерии качества. Роли людей, процессов, методов, инструментов и технологий в обеспечении качества.

6.2. Идентификация и классификация характеристик качества. Метрики и модели качества.

Основные характеристики качества ПО по модели ISO 9126. Метрики качества ПО, метрики менеджмента, метрики требований. Составляющие качества программной системы: качество инфраструктуры, качество аппаратного и поддерживающего ПО (операционных систем, компьютерных сетей и т.п.), качество прикладного ПО, качество данных, качество информации, качество административного управления, качество сервиса. Модели качества по Мак-Колу, по Боему, ISO 9126, CMMI.

6.3. Метрическая оценка качества объектно-ориентированных ПС (ОО ПС).

Метрические особенности ОО ПС. Эволюция мер связи для ОО ПС. Сцепление объектов. ОО метрики. Метрики Чидамбера и Керера, их использование. Метрики Лоренца и Кидда. Метрики для ОО-проектов. Набор метрик Фернандо Абреу.

6.4. Оценка корректности программ. Верификация и аттестация ПС.

Понятие корректности программ. Методы проверки корректности. Верификация и аттестация (валидация) ПО. Терминология, задачи и ограничения верификации и аттестации. Планирование верификации и аттестации. Документирование стратегии верификации и аттестации, включая тесты и другие артефакты. Доказательство корректности программ. Аксиоматические методы Хоара. Метод индуктивных утверждений Флойда. Анализ завершенности программ. Метод фундированных множеств Флойда. Метод счетчиков. Использование верификации и аттестации на различных этапах жизненного цикла. Стандарт ISO 14598:1-6 – Оценивание программного продукта.

6.5. Дефекты, ошибки и риски ПО. Тестирование как средство обеспечения корректности.

Понятия дефектов, ошибок и рисков при разработке ПС. Причины и свойства дефектов, ошибок и модификаций в сложных ПС. Типы ошибок сложных ПС, проблемы их обнаружения и устранения.

Цели тестирования. Технологические этапы и методы тестирования программ. Классификации методов тестирования по RUP. Особенности методов тестирования, влияющих на корректность программ. Матрица покрытия требований тестовыми сценариями, цели написания плана тестирования. Особенности проектирования тестов для разных типов приложений.

Риски в жизненном цикле сложных ПС. Мониторинг и идентификация рисков. Модели управления рисками. Качественные и количественные методики оценки риска. Этапы разработки плана по управлению рисками.

6.6. Тестирование объектно-ориентированных ПС.

Особенности модульного тестирования объектно-ориентированных (ОО) программ. Тестирование ОО интеграции. ОО тестирование правильности. Основы тестирования классов. Оцениваемые факторы тестирования классов. Способы построения тестовых случаев. Адекватность тестовых наборов. Построение тестового драйвера. Требования, предъявляемые к тестовым классам. Тестирование взаимодействия и функционирования компонентов (объектов, классов). Тестирование иерархий классов. Тестирование абстрактных классов. Планирование тестирования. Анализ рисков. Анализ покрытия.

6.7. Тестирование Web-приложений

Тестирование функциональных возможностей, практичности, навигации, форм, содержимого страницы, конфигурации и совместимости, масштабируемости, загруженности, безопасности, сквозных транзакций, баз данных.

6.8. Тестирование удобства использования ПС

Определение, экспертная оценка удобства использования ПС. Методы тестирования используемости ПС, применяемые группой тестирования проекта – общие и частные типовые методики, тестирование на основе пользовательских вариантов использования. Методы тестирования используемости ПС с привлечением сторонних пользователей (метод теневого наблюдения, метод вопросов и ответов, метод активного вмешательства).

6.9. Понятие автоматизации функционального тестирования

Сущность и преимущества автоматизации тестирования. Зависимость успеха автоматизации от степени зрелости процесса тестирования. Проблемы разработки и поддержки набора автоматизированных функциональных тестов и методики их разработки. Формирование результатов тестового прогона и анализ результатов. Функциональная декомпозиция и повторное использование кода. Автоматизированная генерация входных тестовых данных.

6.10. Основные понятия надежности и работоспособности ПС.

Определение надежности и работоспособности программных систем (ПС). Сущность понятий: ошибка, отказ, сбой и восстановление применительно к ПС. Основные показатели надежности ПС: число оставшихся ошибок, плотность вероятностей обнаружения ошибки, функция интенсивности отказов или функция риска, среднее время работы программы до отказа. Факторы, определяющие надежность на разных этапах жизненного цикла ПС.

6.11. Модели прогнозирования и анализа надежности и работоспособности ПС.

Прогнозирование надежности программ. Модель оценки надежности ПС по Холстеду. Математические модели обнаружения ошибок в ПС. Модели на основе функции риска. Модели на основе разметки ошибок. Модели на основе анализа структуры входных данных. Динамические модели анализа надежности и работоспособности. Деревья отказов и графы надежности. Марковские модели и модели на основе стохастических сетей Петри. Модели надежности-производительности на основе моделей Маркова с поощрениями.

6.12. Методы обеспечения и повышения надежности и работоспособности ПС.

Методы обеспечения надежности на этапах внешнего и внутреннего проектирования программной системы (ПС). Методы повышения надежности программ. Способы введения избыточности для повышения надежности. Временная, информационная и программная избыточность. Двойной просчет. Дублирование данных. Дуальное и N- версионное программирование. Методы отката и восстановления работоспособности программ после сбоев.

6.13. Аттестация ПС по требованиям информационной безопасности

Анализ требований безопасности ПС и выработка критериев оценки безопасности. Планирование и документирование процесса и результатов проведения аттестации информационной безопасности. Аттестация правильности функционирования механизмов безопасности.

6.14. Обеспечение качества и управление качеством ПО.

Обеспечение качества процесса создания ПО и качества программного продукта. Метод «чистая комната». Планирование качества. Структура системы качества. Контроль и сертификация качества. Измерение качества на этапе сопровождения продукта.

Техники управления качеством ПО: аналитические, статические, динамические. Количественная оценка качества ПО (метрики, статистические тесты, анализ тенденций, предсказание с использованием моделей надежности). Гарантоспособность, уровни целостности ПО, характеристика дефектов.

План ПОКПО: назначение, основные разделы, разработка. Условия внедрения плана ПОКПО. Менеджмент конфигурации (SCM). Принципы, основные требования для системы SCM. Планирование и организация.

Литература

К разделу «Интеллектуальные системы»

1. Рассел С., Норвик П. Искусственный интеллект: современный подход, 2-е изд.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2007. – 1408 с.
2. Частиков А.П., Гаврилова Т.А., Белов Д.Л. Разработка экспертных систем. Среда CLIPS. – СПб, БХВ-Петербург, 2003, 608 с.
3. Люггер Дж. Ф. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем. Пер. с англ. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2003.

К разделу «Вычислительные системы»

1. Таненбаум Э. Архитектура компьютера.- СПб.:2002.-704 с.
2. Технологии создания распределенных систем Для профессионалов/ А.А. Цимбал, М.П. Аншина, СПб.: Питер, 2003. г. -576 с.

К разделу «Технология разработки программного обеспечения»

1. Якобсон А., Буч Г., Рамбо Дж. Унифицированный процесс разработки программного обеспечения. СПб.: Питер, 2002.
2. Ройс У. Управление проектами по созданию программного обеспечения М.: Лори, 2002
3. Баранов С.Н., Домарацкий А.Н., Ласточкин Н.К., Морозов В.П. Процесс разработки программных изделий. – М.: Наука, 2000. – 176 с.

К разделу «Методы оптимизации»

1. Черноруцкий И.Г. Методы принятия решений. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005.

К разделу «Языки проектирования аппаратуры»

1. Грушвицкий Р.И., Мурсаев А.Х., Угрюмов Е.П.. Проектирование систем на микросхемах с программируемой структурой – СПб.: БХВ-Петербург, 2006. – 736 с..
2. Суворова Е.А., Шейнин Ю.Е. Проектирование Цифровых систем на VHDL-СПб.:БХВ-Петербург, 2003. – 576 с.
3. Мурсаев А.Х., Грушвицкий Р.И. Моделирование цифровых устройств на VHDL: Учеб. пособие. – СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2010. – 80 с.

К разделу «Верификация, аттестация и качество программного обеспечения»

1. Ивановский С.А.Кирияничков В.А., Опалева Э.А., Щеголева Н.Л. Верификация, аттестация и качество программного обеспечения: конспект лекций (электронное изд.). № 0321204433 (обязат. экз.), регистрац. свид-во № 29201 от 27.02.2013 г. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2012. 375 с. / 180 с.
2. Роберт Т. Фатрелл, Дональд Ф. Шафер, Линда И. Шафер Управление программными проектами. Достижение оптимального качества при минимуме затрат. Вильямс, 2004 - 1136 с.
3. Котляров В. П. Основы тестирования программного обеспечения [Текст] : учеб. пособие / В. П. Котляров. - М.: Интернет-Ун-т Информ. Технолог.: Бином ЛЗ, 2006. - 285 с.