

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
НАУКИ
ИНСТИТУТ МАШИНОВЕДЕНИЯ
УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
(ИМАШ УрО РАН)



Утверждаю

Директор ИМАШ УрО РАН

Э.С. Горкунов

«24» мая 2013 г.

ПРОГРАММА-МИНИМУМ

кандидатского экзамена по специальности

05.13.12 «Системы автоматизированного проектирования

(в машиностроении)»

по техническим наукам

Программа-минимум
содержит 7 стр.

Введение

В основу настоящей программы положены следующие дисциплины: системотехника, математическое, информационное, лингвистическое, техническое, методическое, программное обеспечение САПР, конструкторские подсистемы САПР, подсистемы машиностроительного производства САПР, подсистемы инженерного оборудования САПР, организация машиностроительного производства.

Программа разработана экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Минобразования России по машиностроению при участии Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета.

1. Основные понятия и принципы автоматизированного проектирования

1.1. Понятие инженерного проектирования. Принципы системного подхода в традиционном проектировании. Методы традиционного проектирования на примере проектирования по прототипу. Основные понятия системотехники. Иерархическая структура проектных спецификаций и иерархические уровни проектирования. Стадии проектирования. Назначение и содержание технических заданий на проектирование. Классификация параметров, используемых при автоматизированном проектировании. Типовые проектные процедуры.

1.2. Жизненный цикл (ЖЦ) продукта. Стадии жизненного цикла продукта. Интегрированная информационная модель продукта и ее частные модели: маркетинговая, конструкторская, технологическая, сбытовая, эксплуатационная. Электронная Модель Изделия (ЭМИ) как Виртуальный продукт. Структура информации об изделии и подразделение ее на геометро-графическую и неграфическую. Определяющая роль геометро-графической информации на всех стадиях ЖЦ.

1.3. Понятие о технологии информационной поддержки жизненного цикла продукта - CALS-технологии. Стандарты серии ISO. Стандарт STEP, формализованный язык проектирования EXPRESS. Международная классификация современных САПР: CAD – проектирование, CAM – производство, CAE – инженерный анализ, RP – быстрое прототипирование, PDM – управление документооборотом, MRP – управление поставками. Структуры САПР.

2. Аппаратное и программное обеспечение (АПО) САПР

2.1. Требования к АПО САПР. Типы вычислительных систем (ВС), используемых в САПР. Основные параметры и классификация ЭВМ. Режимы функционирования ВС. Классификация параллельных ЭВМ. Конвейерные вычислительные системы. Векторные (матричные) вычислительные системы. Многопроцессорные вычислительные системы. Системы с неоднородным доступом к памяти (NUMA). Кластерные системы. Производительность параллельных вычислительных систем.

2.2. Структурная схема процессора. Процессоры с сокращенным набором команд (RISC). Специализированные процессоры, их роль в САПР. Назначение, параметры и классификация арифметико-логических устройств. Микропрограммное управление. Принципы действия управляющих автоматов с храни-

мой в памяти и "жесткой" логикой. Варианты реализации системы прерываний.

2.3. Общие сведения и классификация устройств памяти. Иерархическая структура памяти ЭВМ. Уровни кэш-памяти. Оперативные ЗУ, разновидности, особенности, режимы работы. Накопители на магнитных и оптических носителях, параметры, классификация, режимы работы.

2.4. Каналы ввода-вывода данных: функции, параметры, классификация, структура, примеры реализации. Организация интерфейса ввода-вывода. Аппаратура рабочих мест в САПР.

2.5. Типы вычислительных сетей. Методы доступа в локальных вычислительных сетях. Высокоскоростные корпоративные, локальные и глобальные сети. Система INTERNET/INTRANET. Характеристики и типы каналов передачи данных: радиоканалы, аналоговые каналы, цифровые каналы и т.д. Виды модуляции. Помехоустойчивое кодирование данных. Методы уплотнения каналов. Организация дуплексной связи. Абонентские линии связи. Функции сетевого и транспортного протоколов. Краткая характеристика сетевых протоколов. Функции сетевых операционных систем. Системы распределенных вычислений. Проблемы информационной безопасности. Схемы шифрования. Алгоритмы хеширования данных. Алгоритмы аутентификации пользователей.

2.6. Назначение, краткая характеристика и классификация современных операционных систем.

2.7. Классификация САПР. Системы тяжелого, среднего и легкого классов. Краткая характеристика наиболее известных САПР.

3. Основы компьютерного геометрического моделирования и графики

3.1. Классификация геометрических моделей. 2D геометрические модели. Каркасное, поверхностное, твердотельное 3D геометрическое моделирование. Способы моделирования кривых и поверхностей. Представление кривых с помощью сплайновой аппроксимации, метода Безье, B-сплайнов. Аналитические модели поверхностей. Параметрические модели поверхностей. Составные модели поверхностей. Сплайновые модели кривых и поверхностей. Модели Безье, Фергюсона, Кунса, B-сплайновые, NURBS для кривых линий и поверхностей. Кусочно-аналитические и алгебрологические модели геометрических фигур. Теоретико-множественные операции над базовыми элементами формы. Алгоритмы и программное обеспечение, необходимые для решения метрических и позиционных задач геометрического моделирования. Понятие параметризации объектов проектирования.

3.2. Основные этапы и методы визуализации изображений. Геометрические преобразования: перенос, масштабирование, поворот. Однородные координаты. Понятие общей матрицы преобразования. Канонический видимый объем, видовые координаты, операция проецирования. Векторный и растровый способы воспроизведения графической информации на графических устройствах. Развертка изображений в растровой технике. Алгоритмы построения линий, отсечение многоугольников, операции удаления невидимых линий и поверхностей в растровой графике. Алгоритмы построчного сканирования, разделения области, сортировки по глубине, применение Z-буфера. Основы цвето-

воспроизведения современными графическими устройствами. Алгоритмы освещенности прямыми и рассеянными лучами, формирование теней, фотореалистическое отображение полей различной физической природы. Проблемы сжатия и кодирования видеoinформации. Стандарты JPEG, MPEG. Аппаратно независимый графический интерфейс OpenGL, назначение, функции и возможности.

4. Математические основы анализа проектных решений

4.1. Требования к математическим моделям и численным методам анализа в САПР. Классификация математических моделей, используемых в САПР.

4.2. Примеры математических моделей с распределенными параметрами. Стационарные и нестационарные задачи. Краевые условия. Метод взвешенных невязок. Метод конечных разностей, метод конечных элементов, метод Бубнова-Галеркина, метод граничных элементов как разновидности метода взвешенных невязок. Достоинства и недостатки каждого метода применительно к различным задачам инженерного анализа.

4.3. Формирование Расчетных моделей на базе геометрических моделей изделий. Представление структуры объектов в виде графов и эквивалентных схем. Аналогии уравнений и фазовых переменных в математических моделях систем разнообразной физической природы. Примеры компонентных и топологических уравнений в механических, электрических, гидравлических, тепловых системах. Характеристика методов формирования математических моделей систем на макроуровне.

4.4. Выбор методов анализа статических состояний и переходных процессов на базе аналоговых моделей. Основные методы решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений, используемые в САПР. Проблема собственных значений и анализ устойчивости по Ляпунову. Численно-аналитические методы исследования динамических систем. Организация вычислительного процесса в универсальных программах анализа на макроуровне. Методы анализа в частотной области. Методы гармонического баланса и рядов Вольтера для анализа нелинейных моделей в частотной области. Методы многовариантного анализа.

4.5. Множества и отношения. Операции над множествами. Функции. Отношения эквивалентности. Отношения порядка. Нечеткие множества. Алгебраические структуры. Морфизмы. Алгебры с одной и двумя операциями. Векторные пространства. Решетки. Матроиды. Булевы функции. Алгебра булевых функций. Нормальные формы. Декомпозиция булевых функций. Полнота. Минимизация булевых функций. Дифференцирование булевых функций. Конечнзначные логики. Логические исчисления. Графы и модельные графы. Устойчивость, покрытия, паросочетания. Вложение графов.

4.6. Математические модели дискретных устройств. Синхронные и асинхронные модели. Методы обнаружения рисков сбоя в логических схемах. Методы логического моделирования. Организация вычислительного процесса при смешанном (аналого-цифровом) моделировании. Средства представления моделей дискретных устройств на поведенческом и регистровом уровнях. Примеры поведенческих и структурных описаний устройств на языке VHDL.

4.7. Аналитические модели систем массового обслуживания (СМО). Уравнения Колмогорова. Имитационное моделирование СМО. Моделирование случайных величин. Обработка результатов имитационного эксперимента. Событийный метод моделирования. Разновидности сетей Петри. Анализ сетей Петри. Нейро-сети Цао-Ена и их использование.

5. Математические основы синтеза проектных решений

5.1. Классификация и подходы к постановке задач синтеза проектных решений. Структурный и параметрический синтез. Критерии оптимальности. Множество Парето. Задачи оптимизации с учетом допусков. Классификация методов математического программирования. Методы одномерной оптимизации. Градиентные методы. Методы прямого поиска (конфигураций, Розенброка, сопряженных направлений, деформируемого многогранника). Методы случайного поиска. Необходимые условия экстремума. Методы поиска условных экстремумов. Методы штрафных функций. Метод проекции градиента.

5.2. Представление множества альтернатив в задачах структурного синтеза. Морфологические таблицы и альтернативные графы. Постановка комбинаторных задач в терминах булевого программирования. Задача линейного назначения. Методы отсечения Гомори. Венгерский алгоритм. Задача коммивояжера. Цикл Гамильтона. Задача о покрытии. Задачи маршрутизации транспортных средств. Задачи синтеза расписаний. Метод ветвей и границ. Методы распространения ограничений. Методы локальной оптимизации и поиска с запретами. Динамическое программирование многошаговых процессов принятия решений. Принцип оптимальности Беллмана. Уравнение Беллмана. Основное функциональное уравнение. Вычислительная схема метода динамического программирования.

5.3. Генетические алгоритмы. Примеры решения логистических задач с помощью генетических алгоритмов. Постановка задач компоновки и размещения оборудования, трассировки соединений. Методы топологического синтеза. Примеры алгоритмов решения задач компоновки, размещения, трассировки. Параллельные алгоритмы. Меры параллелизма. Синхронизация параллельно выполняющихся процессов. Параллельные алгоритмы решения систем алгебраических уравнений. Параллельные алгоритмы решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Параллельные алгоритмы нелинейного программирования. Языки программирования искусственного интеллекта и языки представления знаний.

6. Лингвистическое и информационное обеспечение САПР

6.1. Разработка программного обеспечения САПР. Выбор инструментальных средств: основные понятия о базовых языках программирования и СУБД.

6.2. Среды программирования. Проектирование приложений. Технология ActiveX. Концепция открытых систем: DCOM, CORBA.

6.3. Инструментальные средства концептуального проектирования автоматизированных систем. Среды быстрой разработки приложений. Типы CASE-систем. Методики IDEFO, IDEF3, IDEF1X. Унифицированный язык моделирования UML, методики проектирования объектно-ориентированных систем

на базе UML. Компонентно-ориентированные технологии.

6.4. Использование методов искусственного интеллекта в САПР. Методы распознавания образов. Архитектура экспертных систем.

6.5. Организация баз данных и знаний в автоматизированных системах. Информационные модели объектов проектирования и словарь предметной области - библиотека базовых элементов. Представление знаний: фреймы, семантические сети, правила продукций. Основные понятия нечеткой и непрерывной логики. Нечеткий вывод. Способы построения функций принадлежности. Байесовский подход. Подход на основе коэффициентов уверенности. Интеллектуальный анализ данных: технологии DM и OLAP. Эволюционное программирование, генетические алгоритмы, алгоритмы ограниченного перебора. Системы управления базами данных (СУБД): области применения, структура, состав и характеристики.

6.6. Банки данных. Требования к банкам данных. Модели данных. Иерархическая, сетевая, реляционная, многомерная, объектно-ориентированная и объектно-реляционная модель. Этапы проектирования БД: концептуальное, логическое и физическое проектирование. Организация доступа к данным: линейный поиск, произвольная организация, индексно-последовательный метод доступа, B - деревья, вторичные методы доступа. Нормализация отношений в РБД. CASE -технология. TR и EER - диаграммы. Языки запросов: реляционная алгебра, реляционное исчисление, SQL, QBE. Особенности банков данных в САПР.

6.6. Распределение информационных системы. Методы фрагментации и распределения данных. Технология "клиент-сервер". Информационные хранилища. Проектирование информационных хранилищ: схемы "звезда", "снежинка", "звезда-снежинка".

Основная литература

1. Березин И.С., Жидков Н.П. Численные методы. М.: Высшая школа. 1980, 400 с.
2. Бенерджи П., Баттерфилд Р. Методы граничных элементов в прикладных науках. М.: Мир. 1984. 494с.
3. Бреббиа К., Теллес Ж., Вроубел Л. Методы граничных элементов. М.: Мир. 1987. 524с.
4. Гардан И., Люка М. Машинная графика и автоматизация проектирования. М.: Мир. 1987, 222 стр.
5. Глушков В.М. Основы безбумажной информатики // М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы. 1982. 552 с.
6. Грувер М., Зиммерс Э. САПР и Автоматизация производства. М.:Мир. 1987, 450 с.
7. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике. М.: Мир. 1975. 544с.
8. Полозов В.С., Будеков О.А., Ротков С.И., Широкова Л.В. Автоматизированное проектирование. Геометрические и графические задачи. М.: Машиностроение. 1983, 280 с.
9. Препарата Ф., Шеймоас М. Вычислительная геометрия. Введение. М.: Мир, 1986, 400 с.

10. Роджерс Д., Адамс Дж. Математические основы машинной графики. М.: Мир. 2001, 600 с.
11. Химмельблау Д. Прикладное нелинейное программирование. М.: Мир. 1975, 530 с.
12. Хокс Б. Автоматизированное проектирование и производство. М.: Мир. 1991, 296 с.
13. Хорафас Д., Легг С. Конструкторские базы данных. М.: Машиностроение. 1990. 224 с.
14. Шпур Г., Краузе Ф.Л. Автоматизированное проектирование в машиностроении. М.: Машиностроение. 1988, 650 с.
15. Энкарначчо Ж., Шлехтендаль Э. Автоматизированное проектирование. Основные понятия и архитектура систем. М.: Мир. 1986, 290 с.
16. Иванов. Г.С. Конструирование технических поверхностей. М.: Машиностроение. 1987, 190 с.
17. Фокс А., Пратт М. Вычислительная геометрия. Применение в проектировании и на производстве. М.: Мир. 1982. 304с.