

**Министерство образования и науки Российской Федерации**

**ПРОГРАММА-МИНИМУМ**

кандидатского экзамена по специальности

**05.13.12 «Системы автоматизации проектирования»**

по физико-математическим и техническим наукам

Программа-минимум  
содержит 11 стр.

## Введение

В основу настоящей программы положены следующие дисциплины: «Автоматизация проектирования систем», «Системное программное обеспечение», «Алгоритмические языки и программирование», «Операционные системы», «Моделирование систем», «Экспертные системы». Программа разработана экспертным советом Высшей аттестационной комиссии по управлению, вычислительной технике и информатике при участии Института проблем проектирования микроэлектроники РАН, Центра проблем автоматизации проектирования радиоэлектронной аппаратуры РАН, Рязанской государственной радиотехнической академии.

### **1. Основные понятия и задачи автоматизированного проектирования.**

**.....Понятие инженерного проектирования. Принципы системного подхода. Основные понятия системотехники. Иерархическая структура проектных спецификаций и иерархические уровни проектирования.**

**Стадии проектирования. Содержание технических заданий на проектирование. Классификация параметров, используемых при автоматизированном проектировании. Типовые проектные процедуры. Этапы жизненного цикла промышленных изделий. Структуры САПР.**

**Разновидности САПР. Понятие о CALS-технологии. Основные стандарты. Этапы проектирования автоматизированных систем (АС).**

### **2. Техническое обеспечение (ТО) САПР**

Требования к ТО 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.

Система команд ЭВМ. 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 хранимой в памяти и "жесткой" логикой. Варианты реализации системы прерываний.

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.

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

Типы вычислительных сетей. Методы доступа в локальных вычислительных сетях. Множественный доступ с контролем несущей и обнаружением конфликтов. Маркерные методы доступа. Разновидности сетей Ethernet. Сеть Token Ring. Высокоскоростные локальные сети. Характеристики и типы каналов передачи данных. Радиоканалы. Аналоговые каналы. Виды модуляции. Цифровые каналы. Помехоустойчивое кодирование данных. Методы уплотнения каналов. Организация дуплексной связи. Каналы T1/T4 (E1/E4), синхронной цифровой иерархии. Абонентские линии связи. Функции сетевого и транспортного протоколов. Протокол TCP. Протокол IP. Протоколы управления в сетях TCP/IP. Адресация в Internet. Сети ATM. Функции сетевых операционных систем. Системы распределенных вычислений. Проблемы информационной безопасности. Схемы шифрования.

Электронная подпись. Одноключевые (симметричные), двухключевые (с открытым или публичным ключом). Алгоритмы хеширования данных. Алгоритмы аутентификации пользователей.

### **3. Математическое обеспечение анализа проектных решений**

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

Примеры математических моделей с распределенными параметрами. Стационарные и нестационарные задачи. Краевые условия. Метод конечных разностей, способы аппроксимации производных и типы сеток. Явные и неявные разностные схемы. Метод конечных элементов. Метод взвешенных невязок. Метод Бубнова-Галеркина. Разновидности конечных элементов и координатных функций. Получение матрицы жесткости и вектора нагрузок.

Математические модели элементов и систем с сосредоточенными параметрами (на макроуровне). Представление структуры объектов в виде графов и эквивалентных схем. Аналогии уравнений и фазовых переменных в математических моделях систем разной физической природы. Примеры компонентных и топологических уравнений в механических, электрических, гидравлических, тепловых системах. Характеристика методов формирования математических моделей систем на макроуровне. Узловой метод.

Выбор методов анализа статических состояний и переходных процессов на базе аналоговых моделей. Основные методы решения систем алгебраических уравнений, используемые в САПР. Методы разреженных матриц. 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 Вольтерра для анализа нелинейных моделей в частотной области. Методы многовариантного анализа.

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.

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.

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.

Классификация геометрических моделей. 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 для кривых линий и поверхностей. Составные модели поверхностей. Модели объемных тел и плоских фигур.

Кусочно-аналитические и алгебрологические модели геометрических объектов. Модели объемных тел: каркасные, поверхностные, твердотельные. Теоретико-множественные операции над базовыми элементами формы. Алгоритмы и программное обеспечение, необходимые для решения метрических и позиционных задач геометрического моделирования.

Основные этапы и методы визуализации изображений. Операция отсечения. Геометрические преобразования: перенос, масштабирование, поворот. Однородные координаты. Понятие общей матрицы преобразования. Канонический видимый объем, видовые координаты, операция проецирования. Развертка изображений в растровой технике. Отсечение многоугольников. операции удаления невидимых линий и поверхностей. Алгоритмы построчного сканирования, разделения области, сортировки по глубине, применение Z-буфера. Векторный и растровый способы хранения графической информации. Проблемы сжатия и кодирования видеоинформации. Стандарты JPEG, MPEG. Функции ядра графической системы. Понятие ассоциативной параметризации объектов проектирования.

#### **4. Математическое обеспечение синтеза проектных решений**

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.

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. 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.

### **Программное, лингвистическое и информационное обеспечение САПР**

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

Визуальные среды программирования. Проектирование приложений. Технология ActiveX. Концепция открытых систем: DCOM, CORBA.

Инструментальные средства концептуального проектирования автоматизированных систем. Среда быстрой разработки приложений. Типы CASE-систем. Методики IDEF0, IDEF3, IDEF1X. Унифицированный язык моделирования UML, методики проектирования объектно-ориентированных систем на базе UML. Компонентно-ориентированные технологии.

Основные функции и типовой состав программно-методических комплексов САПР в машиностроении и радиоэлектронике. Назначение, функции и примеры систем управления проектными данными (PDM).

Разновидности и характеристики современных операционных систем (ОС). Характеристики стандартных графических средств: AUTOCAD и аналогичные графические пакеты.

Использование методов искусственного интеллекта в САПР. Архитектура экспертных систем.

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, характеристики.

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, В – 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.

Распределение информационных системы. Методы фрагментации и распределения данных. Технология “клиент-сервер”.

Информационные хранилища. Проектирование информационных хранилищ: схемы “звезда”, ”снежинка”, “звезда-снежинка”.

Основные понятия теории формальных грамматик. Классы формальных грамматик. Контекстно-зависимые и контекстно-независимые грамматики. Методы трансляции, схемы построения трансляторов. Металингвистические формулы Бэкуса-Наура. Синтаксические диаграммы.

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

Организация программного обеспечения САПР. Технологии структурного и объектно-ориентированного программирования. Конструирование абстрактных типов данных. 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 архивация данных. Перечисление и упорядочивание комбинаторных объектов. Ввод-вывод данных.

### Рекомендуемая основная литература

1. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования. М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2000.
2. Вермишев Ю.Х. Основы автоматизации проектирования. – М.: Радио и связь, 1988.
3. Гридин В.Н. Теоретические основы построения базовых адаптируемых компонент САПР МЭА. М.: Наука, 1989.
4. Острейковский В.А. Теория систем. М.: Высш.шк., 1997.
5. Норенков И.П., Кузьмик П.К. Информационная поддержка наукоемких изделий (CALS-технологии). М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2002.
6. Самарский А.А. Введение в численные методы. М.: Наука, 1982.
7. Зенкевич О., Морган К. Конечные элементы и аппроксимации. М.: Мир, 1986.
8. Стемпковский А.Л., Шепелев В.А., Власов А.В. Системная среда САПР СБИС М.: Наука, 1994.
9. Корячко В.П., Курейчик В.М., Норенков И.П. Теоретические основы САПР: Учебник для вузов М.: Энергоатомиздат, 1987.
10. Горбатов В.А. Фундаментальные основы дискретной математики. М., Наука, Физматлит, 1999.

### Дополнительная литература

1. Гридин В.Н., Мазепа Р.Б., Роцин Б.В. Мажоритарное уплотнение и кодирование двоичных сигналов. М.: Наука, 2001.
2. Буч Г., Рамбо Дж., Джекобсон А. Язык UML - руководство пользователя. М.: ДМК Пресс, 2000.
3. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Сетевые операционные системы. СПб.: Питер, 2001.
4. Уотремманс Д.. Введение в экспертные системы. М.: Мир, 1989.

5. Новиков Ф.А. Дискретная математика для программистов. СПб: Питер, 2000.
6. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Г. Базы знаний интеллектуальных систем – СПб: Питер, 2000.