

**Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
Национальный исследовательский университет  
«Высшая школа экономики»**

*Утверждаю  
Проректор НИУ ВШЭ  
С.Ю. Роцин*

---

*Одобрено на заседании  
академического совета  
аспирантской школы  
по техническим наукам  
протокол № 03/2 от 29.03.2016*

*Согласовано  
Академический директор  
Аспирантской школы  
по техническим наукам  
Клышинский Э.С.*

---

**Программа  
вступительного испытания по специальной дисциплине  
для поступающих на обучение по программам подготовки  
научно-педагогических кадров в аспирантуре**

**Направление - 09.06.01 – Информатика и вычислительная техника,  
Профиль (направленность) - 05.13.12 Системы автоматизации  
проектирования (микроэлектроника)**

**Москва  
2016**

## 1. Область применения и нормативные ссылки

Настоящая программа разработана в соответствии с Программой-минимум кандидатского экзамена по специальности 05.13.12 – «Системы автоматизации проектирования (микроэлектроника)» и Паспорта научной специальности 05.13.12 – «Системы автоматизации проектирования (микроэлектроника)».

## 2. Структура вступительного экзамена

**Форма проведения экзамена:** устный

**Структура вступительного экзамена:**

Экзамен состоит из ответа на билет, содержащий из три вопроса. Экзаменуемый отвечает на вопросы, указанные в билете, и отвечает на вопросы комиссии.

**Оценка уровня знаний (баллы):**

Каждый вопрос оценивается по десятибалльной шкале. Итоговая оценка выставляется по 5-балльной шкале по следующему принципу пересчета:

"Отлично" - 8-10 баллов (по 10-балльной шкале);

"Хорошо" - 6-7 баллов (по 10-балльной шкале);

"Удовлетворительно" - 4-5 баллов (по 10-балльной шкале);

"Неудовлетворительно" - 0-3 балла (по 10-балльной шкале).

### Критерии оценивания

	Баллы
Ответ полный без замечаний, продемонстрированы знания ....	10-8
Ответ полный, с незначительными замечаниями,...	6-7
Ответ не полный, существенные замечания,...	4-5
Ответ на поставленный вопрос не дан.	0-3

Невыполнение одного из заданий (или отказ от его выполнения) является, как правило, основанием для выставления неудовлетворительной оценки за кандидатский экзамен в целом.

## 3. Содержание

### 1. Алгоритмические языки и программирование.

1. Основные этапы решения задач на ЭВМ. Понятие об алгоритмах и способах их представления.
2. Языки программирования. Типы данных. Выражения, операции, операторы. Объекты, инкапсуляция, полиморфизм, наследование.
3. Вычислительные процессы и потоки команд. Итерации, ветвления, циклы.
4. Параллельное программирование. Средства синхронизации потоков. Особенности параллельного программирования.
5. Процедуры. Граф-схемы алгоритмов.
6. Виды языков программирования. Отличия интерпретируемых языков от компилируемых. Декларативный, процедурный и функциональный подходы к программированию.
7. Спецификации, оформление программной документации. Надежность и правильность программного обеспечения.
8. Работа с файловой системой. Управление вводом/выводом. Потоки данных.
9. Шаблоны проектирования в объектно-ориентированном программировании. Примеры шаблонов проектирования.

### 2. Операционные системы.

1. Исторический очерк и классификация операционных систем. Универсальные и специальные операционные системы.
2. Требования к вычислительным ресурсам. Классификация операционных систем по методу построения ядра. Модульный принцип построения операционных систем.
3. Генерация операционных систем. Управление процессорами, памятью, внешними устройствами, файлами.
4. Физическая и виртуальная память, явление фрагментации. Связное и несвязное распределение памяти, страничное, сегментное и сегментно-страничное распределение памяти.
5. Типы организации файлов, методы и способы доступа к файлам. Виды файловых систем, их устройство.
6. Организация обмена с внешними устройствами на физическом уровне, понятие драйвера.
7. Операционная система UNIX и ее версии. Организация файловой системы, понятие оболочки, существующие инструментальные среды программирования.
8. Современные операционные системы, их виды и особенности работы и устройства.

### 3. Информационное обеспечение САПР.

1. Классификация данных, используемых в САПР. Основные проблемы, связанные с их хранением и обработкой.
2. Банки данных, общие требования к ним, их традиционная архитектура.
3. Функции систем управления базами данных. Модели данных. Реляционные, иерархические и сетевые базы данных.
4. Понятие о реляционной алгебре и реляционном исчислении.
5. Языки описания и манипулирования данными. Основные черты языка SQL.
6. Этапы разработки информационного обеспечения САПР. Инфологическое, концептуальное, физическое проектирование баз данных.
7. Распределенные базы данных. Стратегии распределения.
8. Особенности использования банков данных в составе информационного обеспечения САПР. Подходы к построению специализированных систем управления базами данных для САПР.

#### **4. Лингвистическое обеспечение САПР.**

1. Принципы построения языков программирования и входных языков САПР как базы лингвистического обеспечения САПР.
2. Формальные грамматики. Классификация грамматик по Хомскому. Сравнительные характеристики ограниченных, контекстно-свободных и контекстно-зависимых грамматик.
3. Базовые методы трансляции языков программирования и входных языков.
4. Регулярные грамматики. Регулярные выражения. Эквивалентность грамматик. Конечные автоматы. Методы преобразования конечных автоматов. Минимальный конечный автомат.
5. Лексический анализ. Структуры деревьев трансляции.
6. Генераторы лексических и синтаксических анализаторов. Особенности их применения.
7. Алгоритмы грамматического разбора "сверху-вниз", "снизу-вверх", "слева-направо". Этапы создания трансляторов языков программирования и входных языков САПР.
8. Основные требования к пользовательскому интерфейсу САПР. Стандарты пользовательского интерфейса.

#### **5. Технология разработки программного обеспечения.**

1. Принципы построения и методы разработки прикладного программного обеспечения САПР, архитектура современных ЭВМ и ВС, построение систем управления вычислительными ресурсами.
2. Функции, принципы и способы построения пакетов прикладных программ, реализации в них типовых алгоритмов проектирования. Этапы жизненного цикла программ, их особенности.
3. Особенности технологии программирования сложных программных комплексов. Технологии разработки программного обеспечения.
4. Структурное, модульное, объектно-ориентированное, эволюционное программирование.
5. Гибкие методики разработки программного обеспечения. Итерационная разработка.
6. Методы обеспечения качества программного обеспечения. Стандарты в области обеспечения качества.
7. Документация на проект, ее предназначение. Виды документации, оформляемой на различных этапах разработки программного обеспечения.

#### **6. ЭВМ и периферийные устройства.**

1. Требования к техническому обеспечению САПР. Системная организация ЭВМ и вычислительных систем, логическая структура и режимы функционирования ЭВМ, представление информации в ЭВМ, пути ее распространения и способы преобразования.
2. Принципы построения и организация функционирования центральной части ЭВМ, запоминающих устройств, процессоров, каналов ввода-вывода.
3. Особенности реализации устройств различных классов ЭВМ на современной элементной базе.
4. Современные методы проектирования устройств ЭВМ на различных иерархических уровнях с использованием соответствующих подсистем САПР ЭВМ.
5. Периферийные устройства ЭВМ, их конструктивные и функциональные особенности. Комплексы технических средств САПР в различных приложениях. Варианты реализации системы прерываний.
6. Методы обеспечения надежности функционирования ЭВМ и периферийных устройств. Системы контроля и диагностики, варианты их реализации в современных ЭВМ.
7. Система команд ЭВМ. Структурная схема процессора. Процессоры с сокращенным (RISC) и полным (CISC) наборами команд. Специализированные процессоры, их роль в САПР.
8. Назначение, параметры и классификация арифметико-логических устройств. Микропрограммное управление. Принципы действия управляющих автоматов с хранимой в памяти и «жесткой» логикой.
9. Распределенные информационные системы. Методы фрагментации и распределения данных. Технология «клиент—сервер».

10. Информационные хранилища. Проектирование информационных хранилищ: схемы «звезда», «снежинка», «звезда—снежинка».

### **7. Машинная графика и геометрическое моделирование.**

1. Понятие машинной графики, геометрического моделирования, графической системы, базового графического пакета. Возможности современной машинной графики.
2. Требуемые вычислительные ресурсы для решения геометрических и графических задач. Технические средства машинной графики.
3. Геометрическое моделирование. Классификация геометрических моделей, способы представления кривых, поверхностей в памяти ЭВМ. Способы построения объемных тел из базовых элементов формы.
4. Геометрия кривых и поверхностей в трехмерном пространстве, их параметрическое описание. Построение кривых.
5. Многочлены Безье. Построение поверхностей.
6. Математический аппарат Кунса, Безье, Эрмита, В-сплайнов, NURBS для решения геометрических задач. Алгоритмы решения метрических задач.
7. Принципы построения прикладных графических программ. Стандарты в машинной графике (на разработку графических систем, на обменные файлы и пр.). Концепция стандарта корневой графической системы.
8. Программная и аппаратная реализация отдельных алгоритмов машинной графики. Алгоритмы отсечения, аффинные преобразования, проецирование, развертка, закраска, удаление невидимых линий и поверхностей.
9. Классификация графических систем и их функциональные характеристики. Обзор современных графических систем.
10. Перспективы развития графических устройств машинной графики, способы создания естественных изображений и движений на экране. Отражение, цвет, тени, фактура материала в машинной графике.

### **8. Моделирование систем.**

1. Роль математического моделирования в САПР. Обобщенные уровни проектирования, присущие большинству областей техники. Микро-, макро- и системный уровни.
2. Характеристики математических моделей. Точность, адекватность и экономичность. Общая характеристика моделей на микроуровне.
3. Сеточные модели. Алгебраизация уравнений в методе конечных разностей. Организация вычислительного процесса при использовании методов конечных разностей и конечных элементов, пре- и постпроцессорная обработка информации в программно-методических комплексах анализа прочности.
4. Проблемы создания математического и программного обеспечения на макроуровне: аналогии фазовых переменных и уравнений в системах различной физической природы, методы формирования математических моделей систем из компонентных и топологических уравнений.
5. Моделирование на системном уровне.
6. Методы моделирования непрерывных объектов на основе аппарата передаточных функций. Методы повышения эффективности одновариантного анализа: декомпозиционные методы, учет структуры и разреженности матриц моделей, макро моделирование. Методы релаксации формы сигнала и прогнозируемых реакций.
7. Методы дискретного моделирования.

### **9. Оптимизация в САПР.**

1. Характеристика экстремальных задач в проектировании. Многокритериальность, многопараметричность, алгоритмическая форма моделей. Множество Парето.
2. Критерии оптимальности: частный, аддитивный, мультипликативный, вероятностный, минимаксный.

3. Особенности постановок экстремальных задач при внешнем и внутреннем проектировании. Определение типа целевой функции, расчет весовых коэффициентов.
4. Классификация методов поиска экстремума. Оценка трудоемкости процесса поиска.
5. Методы безусловной оптимизации. Одномерная минимизация.
6. Методы нулевого порядка (покоординатного спуска, Нелдера-Мида, Хука-Дживса, Розенброка).
7. Градиентные методы (наискорейшего спуска, сопряженных градиентов, переменной метрики).
8. Метод Ньютона, методы условной оптимизации. Условия Куна-Таккера.
9. Методы множителей Лагранжа, штрафных функций, проекции градиента.
10. Поиск максимина. Оптимизация с учетом допусков.
11. Методы центрирования и вписывания гиперфигур в область работоспособности. Дискретная оптимизация. Основные сведения из теории сложности задач выбора. Задачи полного перебора.
12. Методы ветвей и границ, локальной оптимизации, Гомори. Примеры эвристических методов оптимизации.
13. Динамическое программирование, принцип оптимальности. Связь задач оптимизации с задачами структурного синтеза.

### **10. Искусственный интеллект и экспертные системы.**

1. Проблемы, возникающие при представлении в автоматизированных системах неформальных знаний. Формы и способы представления знаний.
2. Модели представления знаний (формальные теории, исчисление предикатов, модели на основе фреймов, продукционные системы, семантические сети). Их особенности, преимущества и недостатки, области предпочтительного применения. Представление в ЭВМ нечетких знаний.
3. Организация поиска решений, методы поиска в больших пространствах состояний (поиск в ширину и глубину, эвристический поиск в альтернативных и иерархических пространствах).
4. Экспертные системы. Их структура, разновидности, методы построения.
5. Понятие о логическом и функциональном программировании. Приемы программирования на базе языков ЛИСП и ПРОЛОГ.
6. Распознавание образов. Классификация методов.
7. Нейронные сети, принципы их работы. Нейронные сети с обратной связью.

### **11. Разработка САПР.**

1. Этапы жизненного цикла промышленных изделий. Структура САПР. Разновидности САПР. Понятие о CALS-технологиях. Системные среды САПР. Системы CAD, CAE, CAM, PDM.
2. Понятие инженерного проектирования. Принципы системного подхода. Основные понятия системотехники. Иерархические уровни проектирования. Формализация процесса проектирования изделий при разработке САПР. Содержание технического задания на проектирование. Классификация моделей и параметров, используемых при автоматизированном проектировании. Типовые проектные процедуры.
3. САПР – как сложная система. Виды обеспечения САПР. Модели жизненного цикла САПР. Показатели качества САПР. Цели и общие принципы управления сложными проектами. Понятие об открытых системах. Первичное прогнозирование целей проектирования. Подготовка рабочего плана.
4. Стадии, этапы и процедуры проектирования САПР: предпроектные исследования, системный проект, эскизный проект, технический проект, рабочий проект, испытания и сдача в эксплуатацию.
5. Аналитические и имитационные математические модели САПР. Языки имитационного моделирования. Разработка имитационных моделей сложных систем. Сети Петри.
6. Методы структурного синтеза в САПР: ветвей и границ, поиска с запретами, искусственного интеллекта, распространения ограничений, генетические алгоритмы.

7. CASE средства в САПР. SADT функциональная модель САПР. DFD модель потоков данных в САПР. Стандарты IDEF0, IDEF3, IDEF1X. Унифицированный язык моделирования UML.
8. CALS-технологии. Основные определения и решаемые задачи. Стандарты CALS-технологии. Языки SGML, XML. STEP-технология. Язык Express. Стандарты управления качеством промышленной продукции.

## **12. Автоматизация функционально-логического, схмотехнического, конструкторского и технологического проектирования**

1. Классификация задач конструкторского проектирования. Иерархическое и топологическое проектирование. Математические модели в задачах конструкторского проектирования. Алгоритмы геометрического и топологического синтеза. Переборные, последовательные и итерационные алгоритмы. Синтез форм деталей. Анализ и верификация конструкций. Автоматизация подготовки и выпуска конструкторской документации. Взаимосвязь систем конструкторского и технологического проектирования.
2. Иерархические уровни технологического проектирования. Структурно-логические и функциональные модели. Синтез технологических маршрутов обработки и сборки изделий. Информационное обеспечение технологического проектирования. Унификация описаний технологической информации, требования ЕСТД. Таблицы решений. Разработка оптимального технологического маршрута. Формализация задачи базирования. Подготовка управляющих программ для станков. Автоматизация подготовки и выпуска технологической документации.
3. Системы автоматизированного проектирования в конструировании: основные функции и проектные процедуры, системы AutoCad, Solid Works, Ansys NX Siemens.
4. Применение языков описания аппаратуры для создания моделей цифровых систем обработки информации и управления. Проектирование цифровых систем обработки информации и управления на основе технологии ПЛИС.
5. Функциональное моделирование систем и устройств. Применение пакетов Matlab и Simulink для моделирования электронных устройств. Пакет системного моделирования Elanix. Пакет LabView. Возможности проведения моделирования на стадии проработки ТЗ и создания полноценной функциональной модели системы.
6. Автоматизация схмотехнического проектирования микроэлектронных СВЧ-устройств. Пакеты Microwave Office, Serenade. Представление о методах анализа и моделирования входных трактов устройств.
7. Автоматизация проектирования аналоговых электронных устройств. Макромодели. Pspice и его развитие. Моделирование индуктивных элементов РЭА. Особенности применения пакетов Spice, Altium Designer в моделировании аналоговых устройств.
8. Автоматизация разработки цифровых устройств. Система проектирования MAX PLUS II. Языки описания аппаратуры AHDL VHDL Verilog HDL. Пакеты Foundation, Synopsys, Orcad Express. Применение современных средств САПР для ПЛИС, базовых кристаллов и заказных ИС.
9. Проектирование микропроцессорных систем. Средства разработки, эмуляторы, симуляторы.
10. Автоматизация расчётов электромагнитной совместимости, тепловые и прочностные расчёты в радиоэлектронике.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. И.П. Норенков, В.Б. Маничев. Основы теории и проектирования САПР. М.: "Высшая школа", 1990.
2. Системы автоматизации проектирования в радиоэлектронике. // Справочник под ред. И.П. Норенкова. М.: "Радио и связь", 1986.
3. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования. Учебник для вузов.- М: МГТУ им. НЭ Баумана, 2002.

4. Головицына М.В. Информационные технологии проектирования радиоэлектронных средств. Учебник. 2008.
5. Норенков И.П., Кузьмик П.К. Информационная поддержка наукоемких изделий. CALS-технологии.-М.: Изд-во МГТУ им. НЭ Баумана, 2002.
6. Д. А. Аветисян и др. Системы автоматизированного проектирования: типовые элементы, методы и процессы. М.: Изд-во стандартов, 1985.
7. Корячко В.П., Курейчик В.М., Норенков И.П. Теоретические основы САПР. Учебник для вузов. М.: Энергоатомиздат, 1987.
8. Ю.Х. Вермишев. Основы автоматизации проектирования. М.: "Радио и связь", 1988.
9. Б.М. Каган, В.В. Стапшн. Основы проектирования микропроцессорных устройств автоматики. М.: "Энергоатомиздат", 1987.
10. Я. А. Хегагуров. Основы проектирования управляющих вычислительных систем. М.: "Радио и связь", 1991.
11. И.С. Максимей. Имитационное моделирование. М.: "Радио и связь", 1988.
12. А.Г. Алексеенко, И.И. Шагурин. Микросхемотехника. М.: "Радио и связь", 1987.
13. И.П. Бушминский и др. Технология и автоматизация производства радиоэлектронной аппаратуры. Учебник для ВУЗов. М.: "Радио и связь", 1989.
14. Дейт К. Дж. Введение в системы баз данных, восьмое издание. М. Вильямс. 2005.
15. Т. Тиори, Д. Фрай. Проектирование структур баз данных. М.: "Мир". 1985.
16. В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. Сетевые операционные системы. - СПб.: Питер, 2002
17. Н.А. Северцев. Надежность сложных систем в эксплуатации и разработке. М.: "Высшая школа", 1989.
18. А.В. Спесивцев и др. Защита информации в персональных ЭВМ. М.: "Радио", 1992.
19. А. Фолли, Д. Ван. Дем. Основы итеративной машинной графики. М.: "Мир", 1985.
20. Представление и использование знаний. // Под. ред. Х. Уэно. М. Исидзукс. М.: "Мир", 1989.
21. Э. Хант. Искусственный интеллект. М.: "Мир", 1978.
22. Рассел С. и Норвиг П. Искусственный интеллект. М.: Вильямс, 2007.
23. Люгер Дж. Ф. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем, 4-е издание, Вильямс, 2005.
24. В.В. Шураков. Обеспечение сохранности информации в системах обработки данных. М.: "Финансы и статистика", 1985.
25. Томас Х. Кормен и др. Алгоритмы: построение и анализ, 3-е издание. М.: Вильямс, 2013.