

# Основы информационных технологий

М.В. Головицына

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

Учебник

Рекомендован УМО Московского государственного  
открытого университета в качестве учебника  
для студентов высших учебных заведений по специальности  
210201 «Проектирование и технология радиоэлектронных  
средств»



Интернет-Университет  
Информационных Технологий  
[www.intuit.ru](http://www.intuit.ru)



БИНОМ.  
Лаборатория знаний  
[www.lbz.ru](http://www.lbz.ru)

Москва  
2008

УДК [004:621.396.6](076.6)  
ББК 32.844-02я7+32.973.202я7  
Г61

Рецензенты:

кафедра «Конструирование и производство РЭС» МИРЭА,  
зав. кафедрой, доктор технических наук, профессор Сидорин В.В.  
ученый секретарь, кандидат технических наук, доцент Новиков А.С.  
доктор технических наук, профессор Есаулов Н.П.  
доктор технических наук, профессор, академик Каплун В.А.

**Головицына М.В.**

Г61 Информационные технологии проектирования радиоэлектронных средств: учебник / М.В. Головицына. — М.: Интернет-Университет Информационных Технологий; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. — 431 с.: ил., табл. — (Серия «Основы информационных технологий»).

ISBN 978-5-94774-847-5 (БИНОМ.ЛЗ)

В учебнике рассмотрены общие принципы и методология информационных технологий (ИТ) применительно ко всем этапам жизненного цикла радиоэлектронных средств (РЭС).

Учебник предназначен для студентов факультетов информатики и радиоэлектроники; он может быть использован студентами и аспирантами других технических и экономических специальностей, изучающими вопросы внедрения информационных технологий. Учебник будет также полезен преподавателям, инженерам, менеджерам и другим специалистам, закончившим вузы пять и более лет назад, работающим на различных предприятиях, которые внедряют информационные технологии.

УДК [004:621.396.6](076.6)  
ББК 32.844-02я7+32.973.202я7

Полное или частичное воспроизведение или размножение каким-либо способом, в том числе и публикация в Сети, настоящего издания допускается только с письменного разрешения Интернет-Университета Информационных Технологий.

По вопросам приобретения обращаться:  
«БИНОМ. Лаборатория знаний»  
Телефон (499) 157-1902, (499) 157-5272,  
e-mail: Lbz@aha.ru, <http://www.Lbz.ru>

ISBN 978-5-94774-847-5 (БИНОМ.ЛЗ)

© Интернет-Университет  
Информационных  
Технологий, 2008  
© БИНОМ. Лаборатория  
знаний, 2008

## Содержание

Предисловие .....	16
Лекция 1. Введение .....	20
1.1. Информационные технологии — новая отрасль знаний .....	20
1.2. Основные определения .....	22
1.3. Возникновение информационных технологий .....	27
1.4. Информационные системы .....	29
1.5. Информационные технологии проектирования РЭС .....	32
Контрольные вопросы и упражнения .....	34
Лекция 2. Основы автоматизированного проектирования конструкций и технологических процессов производства РЭС .....	35
2.1. Сущность процесса проектирования .....	35
2.2. Методология системного подхода к проблеме проектирования сложных систем .....	40
Контрольные вопросы и упражнения .....	47
Лекция 3. Основы автоматизированного проектирования конструкций и технологических процессов производства РЭС (окончание) .....	49
3.1. Системный подход к задаче автоматизированного проектирования технологического процесса .....	49
3.2. Системный анализ сложных процессов .....	51
3.3. Этапы проектирования сложных систем .....	55
Контрольные вопросы и упражнения .....	63
Лекция 4. Системы автоматизированного проектирования (САПР) РЭС .....	64
4.1. Определение, назначение, цель .....	64
4.2. Принципы создания систем автоматизированного проектирования конструкции и технологии .....	68

4.3. Системы автоматизированного проектирования РЭС и их место среди других автоматизированных систем . . . . .	70
Контрольные вопросы и упражнения . . . . .	75
Лекция 5. Технические средства САПР и их развитие . . . . .	76
5.1. Требования, предъявляемые к техническому обеспечению . . . . .	76
5.2. Типы сетей . . . . .	78
5.3. Эталонная модель взаимосвязи открытых систем . . . . .	81
5.4. Состав технического обеспечения САПР . . . . .	83
Контрольные вопросы и упражнения . . . . .	86
Лекция 6. Технические средства САПР и их развитие (продолжение) . . . . .	87
6.1. Высокопроизводительные технические средства САПР и их комплексирование . . . . .	87
6.2. Режимы работы технических средств САПР . . . . .	92
6.3. Вычислительные сети САПР . . . . .	93
6.4. Разработка технического обеспечения САПР . . . . .	96
Контрольные вопросы и задания . . . . .	98
Лекция 7. Технические средства САПР и их развитие (окончание) . . . . .	100
7.1. Периферийное оборудование САПР . . . . .	100
7.2. Машинная графика в САПР РЭС . . . . .	107
7.3. Компьютерные сети . . . . .	109
Контрольные вопросы и упражнения . . . . .	112
Лекция 8. Методическое обеспечение САПР. Математический и лингвистический виды обеспечений . . . . .	113
8.1. Назначение и состав методического обеспечения САПР . . . . .	113
8.2. Математическое обеспечение САПР . . . . .	114
8.3. Лингвистическое обеспечение САПР . . . . .	116
Контрольные вопросы и упражнения . . . . .	122

Лекция 9. Программное обеспечение САПР .....	124
9.1. Общее и прикладное программное обеспечение. Системное программное обеспечение .....	124
9.2. Программы конструкторского проектирования РЭС .....	129
9.3. Функции и структуры операционных систем .....	131
Контрольные вопросы и упражнения .....	133
Лекция 10. Информационное обеспечение САПР .....	134
10.1. Назначение, сущность и составные части информационного обеспечения (ИО) САПР .....	134
10.2. Уровни представления данных .....	138
10.3. Проектирование базы данных .....	141
Контрольные вопросы и упражнения .....	144
Лекция 11. Информационное обеспечение САПР (окончание) .....	146
11.1. Реляционная модель баз данных .....	146
11.2. Сетевые модели баз данных .....	151
11.3. Иерархическая модель базы данных .....	154
Контрольные вопросы и упражнения .....	156
Лекция 12. Методы автоматизированного проектирования конструкции и технологического процесса различного уровня иерархии .....	157
12.1. Иерархическая структура проектных спецификаций и иерархические уровни проектирования .....	157
12.2. Требования к математическим моделям и их классификация .....	159
12.3. Функциональные и структурные модели .....	162
12.4. Методика получения математических моделей элементов .....	165
Контрольные вопросы и упражнения .....	167

Лекция 13. Математические модели (ММ) на различных иерархических уровнях .....	168
13.1. Иерархия математических моделей в САПР .....	168
13.2. Микро-, макро- и метауровни .....	170
13.3. Структурные модели .....	179
Контрольные вопросы и упражнения .....	181
Лекция 14. Математические модели объектов проектирования РЭС .....	182
14.1. Общие сведения о математических моделях РЭС .....	182
14.2. Общая характеристика задач автоматизации конструкторского проектирования РЭС .....	187
14.3. Математические модели монтажно- коммутационного пространства .....	193
Контрольные вопросы и упражнения .....	197
Лекция 15. Разработка математических моделей при проектировании технологии .....	199
15.1. Методы получения моделей элементов .....	199
15.2. Математические модели объектов проектирования на микроуровне .....	202
15.3. Математические модели объектов проектирования на макроуровне .....	206
Контрольные вопросы и задания .....	210
Лекция 16. Математические модели РЭС на метауровне .....	211
16.1. Математические модели аналоговой РЭА .....	211
16.2. Математические модели логических схем цифровой РЭА .....	212
16.3. Имитационные модели .....	213
Контрольные вопросы и упражнения .....	217
Лекция 17. Анализ, верификация и оптимизация проектных решений средствами САПР .....	219
17.1. Основные задачи многообъектного технологического проектирования .....	219

17.2. Структурный синтез при проектировании технологических процессов .....	227
Контрольные вопросы и упражнения .....	231
Лекция 18. Комплексные интеллектуальные САПР для разработки современных конструкций и технологических процессов РЭС .....	232
18.1. Повышение интеллектуальности подсистем проектирования .....	232
18.2. Об искусственном интеллекте .....	237
18.3. Направление исследований в области искусственного интеллекта .....	242
Контрольные вопросы и упражнения .....	244
Лекция 19. Технологии искусственного интеллекта .....	245
19.1. Структура интеллектуальной системы .....	245
19.2. Разновидности интеллектуальных систем .....	248
Контрольные вопросы и упражнения .....	251
Лекция 20. Философские аспекты проблемы систем ИИ .....	252
20.1. Перспективы развития искусственного интеллекта .....	252
20.2. История развития систем ИИ .....	255
20.3. Различные подходы к построению систем ИИ .....	260
Контрольные вопросы и упражнения .....	264
Лекция 21. Машинный интеллект. Интеллектуальная система автоматизированного проектирования .....	265
21.1. Основные понятия .....	265
21.2. Интеллектуальные системы автоматизированного проектирования .....	268
21.3. Разновидности интеллектуальных систем .....	270
Контрольные вопросы и упражнения .....	278
Лекция 22. Экспертные системы в технологии как класс интеллектуальных систем .....	279
22.1. Особенности экспертных систем .....	279

22.2. Структура и режимы использования ЭС .....	280
22.3. Организация знаний в ЭС .....	283
Контрольные вопросы и упражнения .....	289
Лекция 23. Экспертные системы в технологии как класс интеллектуальных систем (окончание) .....	290
23.1. Отличие ЭС от традиционных программ .....	290
23.2. Классификация экспертных систем .....	295
23.3. Трудности при разработке экспертных систем .....	298
23.4. Методология построения экспертных систем .....	299
23.5. Примеры экспертных систем .....	300
Контрольные вопросы и упражнения .....	302
Лекция 24. Автоматизированные системы технологической подготовки производства .....	303
24.1. Основные положения и принципы работ технологической подготовки производства .....	303
24.2. Содержание и иерархия работ ТПП .....	306
Контрольные вопросы и упражнения .....	313
Лекция 25. Проектирование технологических процессов .....	314
25.1. Общая постановка задачи .....	314
25.2. Функции и проблемы технологической подготовки производства. Обеспечение технологичности конструкции изделия .....	316
25.3. Классификация технологических процессов .....	320
25.4. Содержание работ проектирования технологических процессов .....	321
25.5. Виды технологических документов .....	322
25.6. Основные документы АСТПП .....	324
Контрольные вопросы и упражнения .....	326
Лекция 26. Методы и средства построения принципиальной схемы технологического процесса изготовления РЭС .....	327
26.1. Общая постановка задачи .....	327



26.2. Принцип многоуровневой декомпозиции . . . . .	332
26.3. Итерационный алгоритм процесса проектирования . . . . .	333
26.4. Укрупненная схема технологического процесса . . . . .	336
26.5. Структура принципиальной схемы . . . . .	337
Контрольные вопросы и упражнения . . . . .	339
Лекция 27. Алгоритмы проектирования технологических маршрутов . . . . .	341
27.1. Исходные данные для проектирования технологических маршрутов . . . . .	341
27.2. Исследование множества переходов этапов технологического маршрута . . . . .	342
27.3. Упорядочивание укрупненных операций . . . . .	342
27.4. Дифференциация укрупненных операций . . . . .	343
27.5. Установление очередности укрупненных операций одинакового ранга . . . . .	346
27.6. Определение типа оборудования . . . . .	348
Контрольные вопросы и упражнения . . . . .	353
Лекция 28. Автоматизированное проектирование технологических маршрутов . . . . .	354
28.1. Автоматизированное проектирование технологических маршрутов изготовления РЭС на основе методов типизации . . . . .	354
28.2. Обобщенный маршрут обработки . . . . .	355
28.3. Выбор индивидуального маршрута . . . . .	358
Контрольные вопросы и упражнения . . . . .	363
Лекция 29. Алгоритмы проектирования технологических операций . . . . .	364
29.1. Исходные данные для проектирования технологических операций . . . . .	364
29.2. Формирование оптимальной операции . . . . .	368

29.3. Общий алгоритм проектирования операционной технологии .....	369
Контрольные вопросы и упражнения .....	373
Лекция 30. Алгоритм построения технологического процесса сборки типовых узлов РЭС .....	374
30.1. Состав работ построения технологического процесса сборки .....	374
30.2. Схема алгоритмического процесса проектирования технологии сборки .....	381
30.3. Проектирование и изготовление средств технологического оснащения (СТО) .....	383
Контрольные вопросы и упражнения .....	384
Лекция 31. Информационные технологии радиоэлектронной САПР .....	385
31.1. Направления и состав информационных технологий радиоэлектронной САПР .....	385
31.2. Языки описания топологии .....	388
31.3. Проектирование СБИС .....	388
Контрольные вопросы и упражнения .....	392
Лекция 32. Краткий обзор современных технологий .....	394
32.1. CALS-технологии в автоматизированном производстве .....	394
32.2. Технологии беспроводной связи .....	399
32.3. CAN-технологии .....	401
32.4. STER-технология .....	402
Контрольные вопросы и упражнения .....	406
Лекция 33. Оценка качества информационных систем (ИС) .....	407
33.1. Общая постановка задачи .....	407
33.2. Стандарты управления качеством промышленной продукции .....	411
Контрольные вопросы и упражнения .....	413

Лекция 34. Экономическая эффективность информационных технологий .....	414
34.1. Экономическая эффективность информационных систем проектирования .....	414
34.2. Краткий обзор CALS-стандартов .....	417
Контрольные вопросы и упражнения .....	421
Заключение .....	423
Библиография .....	425