

**ОСНОВЫ
ИНФОРМАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ**

М.В. Головицына

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ
РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ
СРЕДСТВ НА ОСНОВЕ
СОВРЕМЕННЫХ
ИНФОРМАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ**



Основы информационных технологий

М.В. Головицына

ПРОЕКТИРОВАНИЕ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ НА ОСНОВЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Учебное пособие

Рекомендовано учебно-методическим объединением вузов Российской Федерации по образованию в области радиотехники, электроники, биомедицинской техники и автоматизации в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 210201 «Проектирование и технология радиоэлектронных средств», направления 210200 «Проектирование и технология электронных средств»



Интернет-Университет
Информационных Технологий
www.intuit.ru



БИНОМ.
Лаборатория знаний
www.lbz.ru

Москва

УДК [004.896/.9:621.396.6](075.8)
ББК 32.844-02с51я73-1+32.844-06-6я73-1
Г61

Рецензенты:

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

Головицына М.В.

Г61 Проектирование радиоэлектронных средств на основе современных информационных технологий: учебное пособие / М.В. Головицына — М.: Интернет-Университет Информационных Технологий: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2016. — 503 с.: ил., табл. — (Основы информационных технологий).

ISBN 978-5-9963-0463-9

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

Учебное пособие предназначено для студентов факультетов информатики и радиоэлектроники; оно может быть использовано студентами и аспирантами других технических и экономических специальностей, изучающих вопросы внедрения информационных технологий. Учебное пособие будет также полезно преподавателям, инженерам, менеджерам и другим специалистам, закончившим вузы пять и более лет назад, работающим на различных предприятиях, которые внедряют информационные технологии.

УДК [004.896/.9:621.396.6](075.8)
ББК 32.844-02с51я73-1+32.844-06-6я73-1

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: binom@Lbz.ru, <http://www.Lbz.ru>

© Интернет-Университет
Информационных
Технологий, 2011
© БИНОМ. Лаборатория
знаний, 2011

ISBN 978-5-9963-0463-9

Содержание

Предисловие	16
Лекция 1. Введение в дисциплину	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	31
Контрольные вопросы	33
Лекция 2. Основы автоматизированного проектирования конструкций и технологических процессов производства РЭС	34
2.1. Сущность процесса проектирования	34
2.2. Методология системного подхода к проблеме проектирования сложных систем	39
Контрольные вопросы	45
Лекция 3. Основы автоматизированного проектирования конструкций и технологических процессов производства РЭС (окончание)	46
3.1. Системный подход к задаче автоматизированного проектирования технологического процесса	46
3.2. Этапы проектирования сложных систем	48
3.3. Системный подход к решению задач АСНИ	56
Контрольные вопросы	60
Лекция 4. Разработка «сквозных» математических моделей технологического процесса как основа АСНИ	62
4.1. Исходные данные для построения математических моделей	62
4.2. Предварительная обработка исходной информации: сущность и необходимость	65
Контрольные вопросы	72
Лекция 5. Моделирование и оптимизация в проектировании технологии	74
5.1. Модели в системном анализе	74

5.2. ММ технологического процесса	78
5.3. Оценка качества промышленной продукции	81
Контрольные вопросы	84
Лекция 6. Задачи оптимизации как основа для управления качеством промышленной продукции	86
6.1. Постановка и математическая формулировка задачи оптимизации	86
6.2. Методика расчета обобщенного критерия для управления качеством производимой продукции	96
6.3. Решение задачи оптимизации	98
6.4. Формирование экономических критериев управления производством	99
6.5. Иерархия критериев производственного процесса	103
Контрольные вопросы	104
Лекция 7. Системы автоматизированного проектирования (САПР) РЭС	106
7.1. Определение, назначение, цель	106
7.2. Принципы создания САПР конструкции и технологии	110
7.3. Классификация САПР	112
7.4. Структура САПР	113
7.5. САПР РЭС и их место среди других автоматизированных систем	114
Контрольные вопросы	117
Лекция 8. Технические средства САПР и их развитие	118
8.1. Требования, предъявляемые к техническому обеспечению	118
8.2. Типы сетей	120
8.3. Эталонная модель взаимосвязи открытых систем	123
8.4. Состав технического обеспечения САПР	125
Контрольные вопросы	128
Лекция 9. Технические средства САПР и их развитие (окончание) ...	129
9.1. Высокопроизводительные технические средства САПР и их комплексирование	129

9.2. Режимы работы технических средств САПР	133
9.3. Разработка технического обеспечения САПР	135
Контрольные вопросы	136
Лекция 10. Виды обеспечений САПР: методическое, математическое, лингвистическое и программное виды обеспечения	138
10.1. Назначение и состав методического обеспечения САПР	138
10.2. Математическое обеспечение САПР	139
10.3. Лингвистическое обеспечение САПР	141
10.4. Программное обеспечение САПР	144
Контрольные вопросы	149
Лекция 11. Информационное обеспечение САПР	150
11.1. Назначение, сущность и составные части информационного обеспечения (ИО) САПР	150
11.2. Уровни представления данных	154
11.3. Проектирование базы данных	157
Контрольные вопросы	160
Лекция 12. Методы автоматизированного проектирования конструкции и технологического процесса различного уровня иерархии	162
12.1. Иерархическая структура проектных спецификаций и иерархические уровни проектирования	162
12.2. Требования к математическим моделям	164
12.3. Классификация ММ	166
Контрольные вопросы	170
Лекция 13. Математические модели (ММ) на различных иерархических уровнях	172
13.1. Иерархия математических моделей в САПР	172
13.2. Микро-, макро- и метауровни	174
13.3. Структурные модели	181
Контрольные вопросы	183

Лекция 14. Математические модели объектов проектирования РЭС	184
14.1. Общие сведения о математических моделях РЭС	184
14.2. Математические модели РЭС на микро- и макроуровнях. Компонентные и топологические уравнения	188
Контрольные вопросы	192
Лекция 15. Математические модели РЭС на метауровне. Схемотехническое проектирование	193
15.1. Математические модели аналоговой РЭС	193
15.2. Математические модели логических схем цифровой РЭС	194
15.3. Автоматизация схемотехнического проектирования РЭС	195
15.4. Информационные технологии схемотехнического моделирования аналого-цифровых устройств	200
15.5. Синтез логических схем	205
15.6. Общая характеристика задач автоматизации конструкторского проектирования РЭС	210
Контрольные вопросы	213
Лекция 16. Математические методы описания моделей конструкций РЭС. Некоторые понятия теории множеств	214
16.1. Определения	214
16.2. Действия над множествами	216
16.3. Основные свойства операций над множествами	222
16.4. Отношения множеств. Виды отношений и их свойства	223
16.5. Отображение множеств	225
Контрольные вопросы	227
Лекция 17. Математические методы описания моделей конструкций РЭС. Элементы теории графов	229
17.1. Основные понятия	229
17.2. Части графа	238
17.3. Способы задания графов	239
Контрольные вопросы	243

Лекция 18. Характеристические числа графов и их применение в конструкторском проектировании РЭС	244
18.1. Цикломатическое число	244
18.2. Хроматическое число	245
18.3. Плоские графы	248
18.4. Представление конструкции РЭС с помощью графов	251
Контрольные вопросы	254
Лекция 19. Компоновка модулей. Методы разбиения электрических схем на функционально законченные модули	255
19.1. Общая постановка задачи	255
19.2. Математическая формулировка задачи разбиения	258
19.3. Алгоритмы разбиения	259
19.4. Последовательные алгоритмы разбиения электрической схемы	261
19.5. Итерационные алгоритмы улучшения начального разбиения	265
Контрольные вопросы	269
Лекция 20. Размещение элементов электрической схемы	270
20.1. Общая постановка задачи	270
20.2. Общая характеристика алгоритмов размещения	273
20.3. ММ-задачи размещения. Модель квадратного назначения	274
20.4. Алгоритмы последовательного размещения элементов по связности	276
20.5. Итерационные алгоритмы улучшения начального размещения	282
Контрольные вопросы	288
Лекция 21. Алгоритмы проектирования проводных и печатных соединений (методы трассировки)	290
21.1. Постановка задачи. Разновидности задач трассировки	290
21.2. Общая характеристика методов трассировки	291
21.3. Трассировка проводных соединений	293

21.4. Трассировка печатного (пленочного) монтажа	296
21.5. Сквозное автоматизированное конструкторско-технологическое проектирование модулей РЭС в САПР1	302
21.6. Информационные технологии проектирования печатных плат	304
21.7. Программы конструкторского проектирования РЭС	309
Контрольные вопросы	313
Лекция 22. Комплексные интеллектуальные САПР для разработки современных конструкций и технологических процессов РЭС	314
22.1. Повышение интеллектуальности подсистем проектирования	314
22.2. Об искусственном интеллекте	316
22.3. Направление исследований в области искусственного интеллекта	322
Контрольные вопросы	329
Лекция 23. Технологии искусственного интеллекта	330
23.1. Структура интеллектуальной системы	330
23.2. Разновидности интеллектуальных систем	333
23.3. Машинный интеллект	336
23.4. Интеллектуальные системы автоматизированного проектирования	338
23.5. Эвристика	341
Контрольные вопросы	342
Лекция 24. Экспертные системы в технологии как класс интеллектуальных систем	344
24.1. Особенности экспертных систем	344
24.2. Характеристики ЭС	348
24.3. Структура и режимы использования ЭС	349
24.4. Организация знаний в ЭС	351
Контрольные вопросы	355
Лекция 25. Автоматизированные системы технологической подготовки производства	356
25.1. Основные положения и принципы работ технологической подготовки производства	356

25.2. Содержание и иерархия работ ТПП	359
Контрольные вопросы	366
Лекция 26. Анализ, верификация и оптимизация проектных решений средствами САПР	367
26.1. Основные задачи многообъектного технологического проектирования	367
26.2. Структурный синтез при проектировании технологических процессов	374
Контрольные вопросы	379
Лекция 27. Проектирование технологических процессов	380
27.1. Общая постановка задачи	380
27.2. Функции и проблемы технологической подготовки производства	381
27.3. Классификация технологических процессов	383
27.4. Содержание работ проектирования технологических процессов	384
27.5. Виды технологических документов	385
27.6. Основные документы АСТПП	387
Контрольные вопросы	388
Лекция 28. Методы и средства построения принципиальной схемы технологического процесса изготовления РЭС ...	390
28.1. Общая постановка задачи	390
28.2. Принцип многоуровневой декомпозиции	395
28.3. Укрупненная схема технологического процесса	399
28.4. Структура принципиальной схемы	400
Контрольные вопросы	402
Лекция 29. Алгоритмы проектирования технологических маршрутов	403
29.1. Исходные данные для проектирования технологических маршрутов	403
29.2. Исследование множества переходов этапов технологического маршрута	404
29.3. Автоматизированное проектирование технологических маршрутов изготовления РЭС на основе методов типизации	404

29.4. Обобщенный маршрут	406
29.5. Выбор индивидуального маршрута	408
Контрольные вопросы	413
Лекция 30. Алгоритмы проектирования технологических операций	414
30.1. Исходные данные для проектирования технологических операций	414
30.2. Формирование оптимальной операции	417
30.3. Общий алгоритм проектирования операционной технологии	419
Контрольные вопросы	423
Лекция 31. Алгоритм построения технологического процесса сборки типовых узлов РЭС	424
31.1. Состав работ построения технологического процесса сборки	424
31.2. Схема алгоритмического процесса проектирования технологии сборки	431
Контрольные вопросы	433
Лекция 32. Информационные технологии проектирования сложных РЭС	434
32.1. Пакеты прикладных программ электронного проектирования	434
32.2. Проектирование СБИС	444
32.3. Стандарты в современных технологиях	446
Контрольные вопросы	455
Лекция 33. Оценка качества информационных систем (ИС)	456
33.1. Общая постановка задачи	456
33.2. Стандарты управления качеством промышленной продукции	460
Контрольные вопросы	462
Лекция 34. Экономическая эффективность информационных технологий	463
34.1. Методы оценки эффективности внедрения CALS-технологий	463

34.2. Экономическая эффективность информационных систем	469
Контрольные вопросы	473
Заключение	474
Рекомендуемая литература	476
Список сокращений	478
Предметный указатель	481