

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Ярославский государственный университет им. П. Г. Демидова

**Е. И. Кротова**

# **Основы конструирования и технологии производства РЭС**

*Учебное пособие*

*Рекомендовано  
Научно-методическим советом университета  
для студентов, обучающихся по направлению Радиотехника*

Ярославль  
ЯрГУ  
2013

УДК 621.37(075.8)  
ББК 3844я73  
К83

*Рекомендовано  
Редакционно-издательским советом университета  
в качестве учебного издания. План 2013 года*

Рецензенты:

Коршунова Н. И., кандидат физико-математических наук, доцент;  
кафедра общей электротехники и промышленной электроники ЯГТУ

**Кротова, Елена Ивановна**

К83      Основы конструирования и технологии производства  
РЭС : учебное пособие / Е. И. Кротова ; Яросл. гос. ун-т  
им. П. Г. Демидова. – Ярославль : ЯрГУ, 2013. – 192 с.

ISBN 978-5-8397-0963-8

Пособие содержит материалы, сочетающие традиционные для данной учебной дисциплины основные определения, подходы и методы, изложенные в системах государственных стандартов и необходимые для грамотного составления конструкторской и технологической документации и производства серийной продукции, с методиками, основанными на информационных технологиях.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлению 210400.62 Радиотехника (дисциплина «Основы конструирования и технологии производства РЭС», цикл БЗ), очной формы обучения, а также может быть полезно инженерно-техническим и научным работникам, специализирующимся в радиоэлектронике и связи.

УДК 621.37(075.8)  
ББК 3844я73

ISBN 978-5-8397-0963-8

© ЯрГУ, 2013

## Оглавление

Введение.....	3
Глава 1. Системный подход к конструированию РЭС.....	6
1.1. Основные понятия и определения.....	6
1.2. Системный анализ РЭС.....	8
1.3. Классификация параметров РЭС.....	10
Глава 2. Этапы системного подхода при проектировании конструкций и технологий РЭС.....	11
2.1. Основные принципы системного подхода к проектированию РЭС.....	11
2.2. Порядок и этапы разработки радиоэлектронной аппаратуры.....	14
Глава 3. Разработка и постановка в производство РЭС.....	17
3.1. Модели работ.....	17
3.2. Главные этапы работ.....	18
Глава 4. Научно-исследовательская разработка.....	21
4.1. Виды научно-исследовательских работ.....	21
4.2. Этапы НИР.....	22
4.3. Патентные исследования.....	23
4.4. Выполнение НИР.....	24
Глава 5. Опытно-конструкторская разработка.....	25
5.1. Этапы опытно-конструкторской разработки.....	25
Глава 6. Подготовка производства на заводе-изготовителе.....	39
6.1. Подготовка производства – заключительная часть инновационного процесса.....	39
6.2. Пробный маркетинг.....	40
6.3. Конструкторская подготовка производства (КПП).....	41
6.4. Технологическая подготовка производства.....	42
6.5. Отработка изделий на технологичность.....	43
6.7. Особенности создания единичных и мелкосерийных изделий.....	44
6.8. Постановка на производство продукции по лицензиям.....	48
Глава 7. Стандартизация. Документооборот, базы данных.....	52
7.1. Государственная стандартизация.....	52
7.2. Конструкторская документация.....	56

7.4. Единая система технологической документации.....	70
Глава 8. Уровни разукрупнения РЭС, элементная и конструктивная база.....	75
8.1. Классификация РЭС.....	75
8.2. Элементная база РЭС и история ее качественного развития.....	78
Глава 9. Проектирование конструкций РЭС различного уровня и функционального назначения.....	80
9.1. Базовый метод конструирования РЭС.....	80
9.2. Факторы внешней среды и их дестабилизирующее влияние на параметры РЭС.....	82
9.3. Общие требования, предъявляемые к конструкциям РЭС.....	86
Глава 10. Алгоритмы статистического анализа теории надежности.....	88
10.1. Основные параметры надежности.....	88
10.2. Количественные характеристики надежности.....	92
10.3. Расчет надежности РЭА.....	98
Глава 11. Методы защиты РЭС от воздействия климатических факторов окружающей среды.....	100
11.1. Влияние климатических факторов на конструкцию.....	100
11.2. Защита РЭС .....	101
11.3. Тепловой режим работы аппаратуры.....	104
11.4. Защита аппаратуры от воздействия влажности.....	110
11.5. Защита от воздействия пыли .....	113
Глава 12. Защита от механических воздействий.....	117
12.1. Виды механических воздействий на РЭА.....	117
12.2. Понятие виброустойчивости и вибропрочности .....	118
Глава 13. Защита аппаратуры от воздействия помех.....	126
13.1. Природа помех.....	126
13.2. Классификация помех .....	128
13.3. Способы снижения помех .....	129
13.4. Применение экранов в РЭА .....	135
Глава 14. Воздействие ионизирующих излучений на РЭС, защита от излучений.....	139
14.1. Классификация радиоактивных излучений.....	139

14.2. Единицы измерений основных характеристик излучений .....	140
14.3. Классификация воздействий излучений на РЭС .....	141
14.4. Влияние радиоактивных излучений на полупроводники .....	142
14.5. Влияние излучения на резисторы, конденсаторы и катушки.....	144
14.6. Защита от ионизирующих излучений.....	145
Глава 15. Этапы проектирования конструкций РЭС при использовании систем автоматизированного проектирования.....	147
15.1. Причины использования САПР при разработке конструкций РЭС.....	147
Глава 16. Базовые технологические процессы в производстве РЭС и этапы их разработки.....	150
16.1. Структура технологических процессов.....	150
16.2. Виды технологических процессов.....	152
16.3. Виды и содержание технологических документов.....	156
16.4. Технологичность конструкций РЭС .....	157
Глава 17. Методы контроля и управления качеством производства РЭС.....	160
17.1. Технологические операции регулировки и настройки.....	160
17.2. Контроль и диагностика радиоэлектронных систем в процессе производства РЭА.....	166
Глава 18. Виды испытаний РЭС.....	172
18.1. Категории испытаний.....	172
18.2. Испытания на механические воздействия .....	177
18.3. Испытание на климатические воздействия .....	178
Глава 19. Эргономические требования к радиоэлектронным системам.....	181
19.1 Эргономическая оценка системы «человек – машина».....	181
19.2. Этапы эргономической экспертизы РЭА.....	182
Задания для контрольной работы.....	184
Список использованной литературы.....	187