

Министерство образования и науки Российской Федерации

Сибирский федеральный университет

**В. И. Томилин, Н. П. Томилина, Н. А. Алексеева**

## **ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ**

**Организационно-методическое обеспечение  
курсового проектирования по дисциплине**

Рекомендовано УМО вузов РФ по образованию в области радиотехники, электроники, биомедицинской техники и автоматизации в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Проектирование и технология радиоэлектронных средств», 02.06.2011

Красноярск  
СФУ  
2012

УДК 658.5(075.8) (07)  
ББК 32.844.1.я73  
Т73

Р е ц е н з е н т ы: В. К. Мазуренко, главный технолог СКТБ «Наука»;  
А. М. Токмин, проф. кафедры МиТкМ ПИ СФУ

**Томилин, В. И.**  
Т73      Технология производства электронных средств : организа-  
ционно-методическое обеспечение курсового проектирования  
по дисциплине : учеб. пособие / В. И. Томилин, Н. П. Томилина,  
Н. А. Алексеева. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2012. – 120 с.  
ISBN 978-5-7638-2512-1

Пособие состоит из разделов, посвященных вопросам курсового проектирования технологических процессов изготовления, сборки и монтажа электронных устройств различного назначения. Особое внимание уделено технологии изготовления печатных плат в зависимости от конструктивных требований, класса точности, условий эксплуатации и других факторов. Разработаны рекомендации по выбору современного оборудования, обеспечивающего выпуск конкурентоспособной продукции. Подробно проанализированы вопросы разработки технологической документации в соответствии со стандартами ЕСТД. Приведены 50 вариантов заданий на курсовое проектирование по основным технологическим этапам изготовления ЭС.

Предназначено для студентов укрупненной группы 210000 «Электронная техника, радиотехника и связь», соответствует требованиям ФГОС ВПО по направлениям подготовки 21100.62(68) «Конструирование и технология электронных средств», 210100.62(68) «Электроника и наноэлектроника», 222900.62(68) «Нанотехнология и микросистемная техника» и рекомендуется для студентов электронных, радиотехнических и радиофизических специальностей вузов, аспирантов и инженеров.

**УДК 658.5(075.8) (07)**  
**ББК 32.844.1.я73**

ISBN 978-5-7638-2512-1

© Сибирский федеральный  
университет, 2012

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|   |    |
|---|----|
| Введение.....   | 3  |
| 1. ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ, ГРАФИК, ЭТАПЫ,<br>ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ И ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ<br>КУРСОВОГО ПРОЕКТА..... | 4  |
| 1.1. Общие сведения и рекомендации.....   | 4  |
| 2. АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ.....   | 6  |
| 2.1. Назначение область применения, установка.....  | 6  |
| 2.2. Условия эксплуатации.....  | 6  |
| 2.3. Анализ элементной базы.....  | 7  |
| 3. АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ ПП.....   | 8  |
| 3.1. Уровень модульности конструкции.....   | 8  |
| 3.2. Степень сложности ПУ.....  | 8  |
| 3.3. Класс точности ПП.....   | 8  |
| 3.4. Выбор материала основания ПП.....  | 9  |
| 3.5. Габаритные размеры ПП.....   | 9  |
| 3.6. Шаг координатной сетки ПП.....   | 10 |
| 3.7. Компоновочная структура ПУ.....  | 10 |
| 4. ВЫБОР МЕТОДА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПП.....  | 11 |
| 4.1. Поверочные расчеты.....  | 11 |
| 4.2. Оценка точности воспроизведения размеров ПП.....   | 13 |
| 4.3. Выбор оснастки и оборудования.....   | 13 |
| 5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ.....   | 14 |
| 6. РАСЧЕТ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ ПУ.....   | 19 |
| 6.1. Качественная оценка технологичности ПУ.....  | 19 |
| 6.2. Количественная оценка технологичности ПУ.....  | 19 |
| 7. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА<br>СБОРКИ И МОНТАЖА ПУ.....   | 22 |
| 7.1. Исходные данные.....   | 22 |
| 7.2. Выбор варианта установки.....  | 22 |
| 7.3. Определение последовательности сборки и монтажа.....   | 22 |
| 7.4. Выбор оборудования и оснастки для сборки и монтажа.....  | 23 |
| 7.5. Схема сборки.....  | 23 |
| 7.6. Проект маршрутной карты.....   | 24 |
| 7.7. Пример разработки технологического процесса<br>сборки и монтажа.....                                   | 24 |

---

|                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| 8. ВЫБОР КОМПЛЕКТА ДОКУМЕНТОВ..... | 27  |
| 9. ОБОРУДОВАНИЕ.....               | 30  |
| ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....         | 34  |
| Приложение А.....                  | 45  |
| Приложение Б.....                  | 47  |
| Приложение В.....                  | 98  |
| Приложение Г.....                  | 103 |
| Приложение Д.....                  | 108 |
| БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....     | 115 |