

54/43

Министерство науки и технической политики
Российской Федерации

Новгородский политехнический институт

Кафедра „Проектирование и технология радиоаппаратуры“

ТЕХНОЛОГИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА РЭС

Методические указания по курсовому проектированию
для специальности 23.03

„Конструирование и технология производства РЭС“

Новгород
1993

Технология и автоматизация производства РЭС: Метод. указ.
/Сост. Т. Н. Гутман; НПИ. Новгород, 1993. - 43 с.

Изложено содержание курсового проекта по дисциплине "Технология и автоматизация производства РЭС", рассмотрены решения основных задач технологической подготовки производства, таких как проектирование технологических процессов, оснастки, технологических планировок, обработка конструкции изделий на технологичность.

Методические указания предназначены для студентов специальности 23.03 дислоцированной в очной форме обучения.

Глава 10 написана Леонтьевым С.Б.

Табл. 4, выделено. — 6 нум.

Рецензенты:

Васильев В. И.
канд. техн. наук Колесников А. В.

Собрано на заседании кафедры ПТР
Протокол № 1 от 14 февраля 1993 г.

Зав. кафедрой ПТР

М. И. Виноградов

ВВЕДЕНИЕ

Непрерывное развитие радиоэлектроники, усложнение радиоэлектронных средств (РЭС), высокие требования к качеству ставят сложные задачи перед производством. Точность, долговечность, надежность и экономичность РЭС в первую очередь обеспечиваются достижением уровнями технологии, организации и культуры производства.

Рациональная организация производственного процесса необходима для проведения типовой технологической подготовки производства (ТПП), которая должна обеспечить полную технологическую готовность предприятия к производству изделий любой сложности и количеством с заданными технико-экономическими показателями, устанавливаемыми высоким техническим уровнем и минимальными трудовыми и материальными затратами. При этом решаются следующие задачи: обработка конструкции изделия на технологичность, разработка технологических процессов (ТП), разработка материальных и трудовых нормативов, обеспечение производства средствами технологического оснащения и др.

Современная ТПП сложного радиоэлектронного изделия должна быть автоматизированной и рассматриваться как органическая составная часть САПР — единой системы автоматизации проектных конструкторских и технологических разработок.

ТПП РЭС базируется на единой системе технологической подготовки производства. Стандарты ЕСТПП устанавливают общие правила организации и моделирования процесса управления производством, предусматривают широкое применение прогрессивных ТП, стандартной технологической оснастки и оборудования, средств автоматизации производственных процессов и высококачественных работ.

Для получения студентами практических навыков решения задач ТПП программной дисциплины "Технология и автоматизация производства РЭС" предусмотрено выполнение курсового проекта.

Целью курсового проекта является:

- систематизация, закрепление и углубление теоретических и практических знаний и применение этих знаний к решению производственно-технологических задач совместно с темой курсового проекта;
- развитие навыков решения самостоятельной конструкторско-технологической работы;
- подготовка студентов к выполнению дипломного проекта.

Объектами проектирования являются: единичный или типовые ТП сборки, монтажа, контроля и регулирования РЭС, технологическая оснастка, программный технологический САПР.

Графический перечень типов курсовых проектов:

- 1) Проектирование ТП сборки и монтажа РЭС;
- 2) Проектирование ТП контроля и регулирования РЭС;
- 3) Проектирование ТП сборки кабельно-жгутовых изделий;
- 4) Автоматизация подготовки ИЭТ к монтажу;
- 5) Автоматизация ТП сборки ЭМЛ;
- 6) Разработка типовых ТП сборки и монтажа РЭС;
- 7) Разработка средств технологического оснащения;
- 8) Проектирование ТП сборки и монтажа с применением САПР.

Темой курсового проекта может быть часть работы, выполняемая студентом по научно-исследовательской деятельности технологической направленности.

Курсовой проект студентами дневной формы обучения выполняется в 6 семестре в период производственной практики. Объем курсового проекта 40 часов. Для консультаций по курсовому проекту могут привлекаться специалисты базовых предприятий. Студенты заочной формы обучения выполняют курсовой проект в 11 семестре. Исходная информация для разработки ТП согласно Р 50-54-83-84.

- Конструкторские документы на изделие;
- Объемы выпуска изделий;
- Технологические классификаторы изделий и деталей;
- Номенклатура и нормативно заданные показатели технологичности;
- Типовые ТП.

Исходными данными для курсового проекта может быть комплект конструкторской документации, разработанный студентом в курсовом проекте по дисциплине "Конструирование РЭС".

Настоящие методические указания определяют состав курсового проекта, основные вопросы, подлежащие разработке, содержание пояснительной записки, требования к оформлению документов.

Указания могут быть полезны при выполнении дипломных проектов.

1. СОСТАВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

При выполнении проекта следует ориентироваться на методы проектирования и оформления документов, принятые на базовых предприятиях и соответствующие действующим стандартам.

В состав проекта в общем случае входят следующие документы:

- 1) Ведомость курсового проекта (КВП);
- 2) Пояснительная записка (ПЗ);
- 3) Задание на проектирование (ТЗ);
- 4) Комплект технологических документов на ТП сборки и монтажа изделия; контроля и регулирования;
- 5) Комплект технологических документов на ТП сборки и монтажа печатного узла, жгута и т.п.;
- 6) Графические документы: сборочный чертёж технологической оснастки, технологическая оснастка и др. согласно ТЗ. В зависимости от темы проекта его состав может изменяться. ТЗ на курсовое проектирование выдаёт руководитель проекта.

В ТЗ указывается вопрос, подлежащий разработке, а также перечень обязательных технологических и графических документов. Решения о разработке других видов документов принимает проектант в соответствии с разделом 6. Порядок решения задач, указанных в ТЗ приводится в разделе 2 — 4.

ТЗ оформляется в соответствии с ГОСТ 2.101-79 и разделом 9 настоящих указаний. Технические документы должны соответствовать требованиям ЕСТД и ЕСКД.

1. АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ ИЗДЕЛИЙ

Обеспечение технологичности конструкции изделия — одна из важнейших функций технологической подготовки производства, которая выполняется в себе:

- 1) определение технологических требований к конструктивному изделию;
- 2) обеспечение технологичности конструкции изделия при его проектировании;
- 3) проведение технологического контроля конструкторской документации;
- 4) определение показателей технологичности конструкции изделия;
- 5) оценку уровня технологичности конструкции изделия;
- 6) внесение необходимых изменений в конструкцию изделия и документацию.

Технологические требования к ГЭС и их составным частям изложены в [1] и нормативных документах:

ОСТ 4.091.030-79 ОСТПП. Детали из слитков цветных металлов, изготовленные литьем под давлением. Требования технологичности к конструкциям.

ОСТ 4.091.071-80 ОСТПП. Детали, обрабатываемые резанием. Требования технологичности к конструкциям.

ОСТ 4.091.102-78 ОСТПП. Детали, изготовленные формообразованием из полнородных металлов. Требования технологичности к конструкциям.

ОСТ 4.091.131-79 ОСТПП. Детали, изготовленные холодной штамповкой. Требования технологичности к конструкциям.

РД 4.091.124-89 ОСТПП. Требования технологичности к конструкциям неметаллических узлов для автоматизированной сборки.

ОСТ 4.091.160-89 ОСТПП. Катунки электроизоляционных. Требования к конструкциям для автоматизированного производства.

Технологический контроль конструкторской документации проводят по ГОСТ 14.306-73.

Определение показателей в систему уровня технологичности конструкции изделия рекомендуется проводить по ГОСТ 107.15.2014-88.

Значения частных показателей технологичности определяются в следующем порядке:

1) проводится анализ технических решений изделия составных частей и формирование технологического кода по классификаторам:

РД 107.7.3003-86 — для изделий (составных частей), полученных в процессе электротехнического монтажа;

РД 107.7.3002-86 — для изделий (составных частей), полученных в процессе механической сборки.

РД 107.7.3003-86 — для деталей;

2) определяются значения частных показателей технологичности изделия (составных частей) как нормированные значения, соответствующие технологическому коду по ГОСТ 107.15.2014-88.

Оценка технологичности изделия проводится по комплексному показателю, фактическое значение которого рассчитывается по формуле

$$K_{\text{факт}} = \prod_{i=1}^n K_i,$$

- где $K_{\text{факт}}$ — фактическое значение комплексного показателя технологичности изделия;
- K_i — значение i -го частного показателя технологичности изделия;
- n — количество частных показателей технологичности.

Результат количественной оценки технологичности изделия выражается уровнем достижения установленных требований по технологичности Y

$$Y = \frac{K_{\text{факт}}}{K_{\text{зад}}}.$$

где $K_{\text{зад}}$ — базовое значение показателя технологичности изделия (определяется по ГОСТ 107.15.2014-88 и указывается в ТЗ на разработку изделия).

Если $Y < 1$, то необходимо дать предложения по комплексной конструкции изделия и его составных частей.

Основным путем повышения технологичности:

- 1) повышение серийности изделия и его составных частей посредством унификации и обеспечения конструктивного подобия;
- 2) ограничение номенклатуры составных частей, конструктивных элементов и материалов;
- 3) использование в конструкции изделия основных в производстве конструктивных решений;
- 4) использование типовых и групповых ТП и стандартных средств технологического оснащения;
- 5) применение рациональных сортиментов и марок материалов и способов получения заготовок;
- 6) использование малотоннажных ТП и т.д.

3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ СБОРКИ И МОНТАЖА РЭС

3.1. Общие правила разработки ТП

ТП разрабатывают для изделий, конструкция которых определена из технологичности.

Разрабатываемый ТП должен быть проработанным в отношении повышения производительности труда и качества изделий, сокращения материальных и трудовых затрат на его реализацию, уменьшения вредных воздействий на окружающую среду.

ТП разрабатывают на основе типового или группового ТП, а при их отсутствии на основе использования прогрессивных решений, одобренных в единичных ТП изготовителя аналогов. ТП должен соответствовать требованиям техники безопасности и производственной санитарии, изложенным в системе стандартов безопасности труда.

Документы на ТП следует оформлять в соответствии со стандартами ЕСТД.

Основные этапы разработки ТП:

- 1) анализ исходных данных;
- 2) выбор действующего типового, группового ТП или аналога аналогичного процесса;
- 3) Разработка собственного сборки;
- 4) Выбор технологической базы;
- 5) Составление технологического маршрута;
- 6) Разработка технологических операций;
- 7) Расчет экономической эффективности ТП;
- 8) Оформление технологической документации.

Разработка включает, кроме операций изложенных в себе:

- 1) установление рациональной последовательности операций или уточнение их по типовому ТП;
- 2) выбор оборудования, обеспечения оптимальную производительность при условии обеспечения требуемого качества;

Примечание. * Выполняется по указанию руководителя проекта

- 3) расчет загрузки оборудования;
- 4) выбор технологической оснастки;
- 5) определение потребности в средствах технологического оснащения;
- 6) расчет оптимальных режимов обработки;
- 7) расчет норм времени;
- 8) расчет норм расхода материалов;
- 9) определение разряда работы и обоснование профессией исполнителей;
- 10) определение требований техники безопасности, выбор методов и средств обеспечения устойчивости экологической среды.

3.2. Типовые ТП сборки и монтажа РЭС

Типовые ТП применяются в качестве рабочей документации для изготовления изделий, информационной основой при разработке ТП, исходной базой при формировании информационных фонов.

При разработке технологического маршрута единичного ТП или технологических операций достаточно лишь уточнить последовательность операций или переходов по типовому ТП или сделать ссылку в маршрутной карте на соответствующий типовой процесс.

При курсовом проектировании наиболее часто используются типовые ТП сборки блоков, электросчетных узлов, подготовки электроизоляционных проводов к монтажу, поперечного монтажа.

Ниже приведены схемы этих ТП.

Типовой ТП сборки блока

- 1'. Сборка корпуса.
- 2'. Установка направляющих.
- 3'. Установка фальшпанелей.
- 4'. Установка электроизмерительных приборов, переключателей, вольтметров, разъемов и других изделий электротехники.
- 5'. Установка ручек.
- 6'. Установка шильдов.
- 7'. Разделка проводов (кабелей) и формирование жгутов по ГОСТ 4 ГО.854.263.

8. Установка жгутов (кабелей) в корпус.
9. Установка ячеек в корпус блока.
10. Влагозащита проводящего материала по ОСТ 4 ГО.054.263.
11. Сборка блока.
12. Рег. доработка блока.
13. Ремонт блока.
14. Контроль блока.
15. Герметизация блока с помощью уплотнительных прокладок, пайкой.
16. Откачка воздуха и заполнение блока газобразным газом.
17. Контроль блока.

Типовой ТП сборки ячеек

1. Подготовка ЭРЗ к установке на печатные платы по ОСТ 4 ГО.054.264.
2. Подготовка печатных плат:
расконтуривания и лужение печатных плат по ОСТ 4 ГО.054.267;
установка электроконтактных контактов на печатные платы по ОСТ 4 ГО.054.265;
установка деталей механического крепления ЭРЗ на печатные платы по ОСТ 4 ГО.054.263.
- установка изоляционных прокладок, теплоотводящих шин и металлизированных оснований на печатные платы по ОСТ 4 ГО.054.263.
3. Установка ЭРЗ на печатные платы по ОСТ 4 ГО.054.263.
4. Пайка ЭРЗ на печатные платы по ОСТ 4 ГО.054.267.
5. Пайка бескорпусных микросборок на печатные платы по ОСТ 4 ГО.054.263.
6. Установка элементов электрических соединений на печатные платы по ОСТ 4 ГО.054.263.
7. Пайка элементов электрических соединений на печатные платы по ОСТ 4 ГО.054.267.
8. Влагозащита печатных узлов по ОСТ 4 ГО.054.263.
9. Установка печатного узла на корпус.
10. Механической монтаж:
жгутов,
габлит печатным кабелям,
габлит плоским или плетеным кабелям,
соединительной платой,
перемычками на провода.

11. Маркирование ячеек по ОСТ 4 ГО.054.265.
12. Контроль ячеек.
13. Регулировка.
14. Ремонт.
15. Влагозащита ячеек по ОСТ 4 ГО.054.263.
16. Контроль ячеек.

Типовой ТП комплектации комплекта (смонтированных элементов плат и ячеек)

1. Очистка плат.
2. Нанесение через трафарет пасты на контактные площадки.
3. Установка поперечности монтируемых ячеек на плату.
4. Сухая пайка.
5. Пайка оптическим прикос.
6. Очистка плат.
7. Установка компонентов с выводами в отверстия платы.
8. Пайка сухой прикос.
9. Очистка плат.
10. Контроль (тестирование электрических характеристик).

Типовой ТП подготовки электрооборудования к монтажу

1. Разгонка выводов.
2. Обработка выводов.
3. Формовка выводов.
4. Лужение выводов.
5. Нанесение изоляционных трубок.
6. Вставка радиоэлементов в луженую ленту.

Типовой ТП подготовки проводов

1. Резка провода в размер.
2. Разделка (с радирующей оплеткой).
3. Снятие изоляции с концов провода.
4. Скрутка проводов в жгут.
5. Лужение жгута.
6. Маркировка.
7. Крепление элементов жгута.

При проектировании ТП сборки и монтажа РЭС рекомендуется использовать следующие документы, содержащие описание типовых технологических процессов и операций:

ОСТ 4 ГО.034.203. Покрытие лакокрасочными. Типовые технологические процессы.

ОСТ 4 ГО.034.210-83. Сваривание металлических и неметаллических материалов. Типовые технологические процессы.

ОСТ 4 ГО.034.213. Герметизация изделий радиоэлектронной аппаратуры полимерными материалами. Типовые технологические процессы.

ОСТ 4 ГО.034.263. Аппаратура радиоэлектронная. Сборочно-монтажное производство. Подготовка процессов, сборка жгутов и кабелей. Типовые технологические операции.

ОСТ 4 ГО.034.264. Аппаратура радиоэлектронная. Сборочно-монтажное производство. Подготовка электрорадиоэлементов к монтажу. Типовые технологические операции.

ОСТ 4 ГО.034.265. Аппаратура радиоэлектронная. Сборочно-монтажное производство. Установка электрорадиоэлементов на печатные платы. Типовые технологические операции.

ОСТ 4 ГО.034.266. Аппаратура радиоэлектронная. Сборочно-монтажное производство. Сборка блоков (модулей II уровня). Типовые технологические процессы.

ОСТ 4 ГО.034.267. Аппаратура радиоэлектронная. Сборочно-монтажное производство. Пайка электромонтажными соединениями. Типовые технологические операции.

ОСТ 101.460092.0417-89. Очистка от технологических загрязнений при монтаже радиоэлектронной аппаратуры. Типовые технологические операции.

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ СБОРКИ И МОНТАЖА РЭС

Форма организации ТП зависит от порядка выполнения операций ТП, расположения технологического оборудования, количества изделий и изделий на движение в процессе изготовления.

Групповая форма организации ТП характеризуется одновременным конструктивно-технологическим приращением изделий, единым средством технологического оснащения одной или нескольких технологических операций и специализацией рабочих мест.

Поточная форма организации ТП характеризуется специализацией каждого рабочего места на определенной операции, согласованием и ритмичным выполнением всех операций на основе постоянства такта выпуска, равномерного рабочего места в последовательности, строго соответствующей ТП.

Такт выпуска линии

$$T = \frac{F_q}{N_p}$$

где F_q — действительный годовой фонд работы линии;
 N_p — расчетная программа выпуска изделий, учитывающая возможные технологические потери.

Число рабочих мест на линии

$$C_p = \sum_i C_i = \frac{T}{\tau_i}$$

где C_i — число рабочих, выполняющих i -ю операцию;
 τ_i — трудоемкость сборки изделия.

Операции сборки распределяются между отдаленными рабочими местами так, чтобы на всех рабочих местах была одинаковая загрузка

$$\eta_{\text{ли}} = \frac{T_{\text{ли}}}{T \cdot C_{\text{ли}}}$$

где q_i — коэффициент загрузки i -го рабочего места;
 $T_{оп i}$ — штучное время i -й операции;
 $0,9 \leq q_i \leq 1,1$.

Практика показывает, что наилучшие технико-экономические показатели достигаются с числом рабочих мест от 10 до 50. Если число рабочих мест меньше 10, то организация самостоятельной линии сборки нецелесообразна. При числе рабочих мест более 50 создается несколько линий.

Если величина такта выпуска значительно превышает длительность большинства производственных операций, которая составляет в серийном производстве для сборочно-монтажных операций (2 - 5) минут, используют многоменделатурные поточные линии, которые характеризуются последовательной обработкой групп изделий по и более наименований по тактовому ТП.

В зависимости от трудоемкости собираемых из многоменделатурной линии изделий возможны два варианта расчета.

Вариант 1

Трудоемкости собираемых из линии изделий равны

$$T_1 = T_2 = \dots = T_m = T$$

$$r = \frac{F_R}{N_{R1} + N_{R2} + \dots + N_{Rm}} = \frac{F_R}{\sum_{j=1}^m N_{Rj}}$$

Вариант 2

Трудоемкости собираемых изделий не равны

$$T_1 \neq T_2 = \dots = T_m$$

Возможны два способа организации линии:

1) сохранение одинакового числа рабочих мест на линии при сборке разных изделий C_R , установить для каждого из них свой такт выпуска t_i

$$C_R = \frac{\sum_{i=1}^m N_{Ri} T_i}{F_R}$$

$$T_1 = \frac{T_1}{C_R} : T_2 = \frac{T_2}{C_R} : \dots : T_m = \frac{T_m}{C_R}$$

2) сохранение для всех изделий одинакового такта, изменить по каждому наименованию изделия число занятых рабочих мест C_{Ri}

$$r = \frac{F_R}{\sum_{j=1}^m N_{Rj}}$$

$$C_{Ri} = \frac{T_i}{r}$$

Такой способ организации линии используют в тех случаях, когда по трудоемкости отличаются лишь некоторые операции.

При выполнении курсового проекта из-за недостатка информации при расчете многоменделатурной поточной линии можно задаться либо тактом линии $t = (2 - 5)$ минут, либо числом рабочих мест $C_R = (10 - 50)$.

5. РАСЧЁТ НОРМ ВРЕМЕНИ ДЛЯ СБОРОЧНЫХ И МОНТАЖНЫХ РАБОТ

Нормирование ТП состоит в определении величин штучного времени $T_{шт}$ для каждой операции (для массового производства) и штучно-калькуляционного времени $T_{шт.к}$ (для серийного и единичного производства).

Нормирование процесса производства после определения содержания операции, выбора оборудования, инструмента и оснастки, режима обработки.

$$T_{шт.к} = T_0 + T_1 + T_{оп.м.к} + T_{оп.д.}$$

где	T_0	— основное (технологическое) время;
	T_1	— вспомогательное время;
	$T_{оп.м.к}$	— время на организационно-технологическое обслуживание в течение смены;
	$T_{оп.д.}$	— время перерывов на отдых и личные надобности рабочего.

$$T_{шт} = T_{шт.к} + \frac{T_{шт.к}}{n}$$

где	$T_{шт.к}$	— подготовительно-заключительное время;
	n	— количество изделий в партии.

При расчёте $T_{шт}$ необходимо учитывать тип производства, сложность изделия, условия выполнения работ. В общем случае

$$T_{шт} = T_{шт.к} K_1 K_2 \left(1 + \frac{K_3}{100}\right)$$

$$T_{шт.к} = T_{шт.к} K_1 K_3 \left(1 + \frac{K_2 + K_4}{100}\right)$$

где $T_{шт.к}$ — $T_0 + T_1$ — оперативное время;
 K_1 — коэффициент, учитывающий группу сложности изделия в типе производства (табл. 1);
 K_2 — коэффициент, учитывающий условия выполнения работ (табл. 2);

K_3 — коэффициент, учитывающий $T_{оп.м.к}$ и $T_{оп.д.}$ (табл. 3);

K_4 — коэффициент, учитывающий $T_{шт}$ (табл. 3).

Таблица 1

Значения коэффициента K_1

Тип производства	Группы сложности		
	1	2	3
Единичное	1,1	1,4	2,0
Мелкосерийное	1,2	1,5	1,8
Серийное	1,0	1,2	1,5
Крупносерийное	0,95	0,9	1,1
Массовое	0,70	0,85	1,05

К 1-й группе сложности относятся широковыполняемая аппаратура и аппаратура проводной связи массового применения (радиоприёмники, телефоны, телефонные станции и т.д.).

К 2-й группе сложности относятся аппаратура с возмущаемыми технологическими требованиями к надёжности, для эксплуатации и контрольно-измерительная аппаратура (разнокалибровочная аппаратура, ЭИМ, радиостанции и т.д.).

К 3-й группе сложности относятся аппаратура с особыми технологическими требованиями к надёжности, отвечающая особым условиям эксплуатации (огнестойческие механизмы, бортовые самолётные станции и т.д.).

Таблица 2

Значения коэффициента K_2

Условия выполнения работ	K_2
Осторожно	1,2
Стандартно, аккуратно	1,3
Очень-стандартно, очень аккуратно	1,5

Таблица 3

Значения коэффициентов K_3 , K_4

Тип производства	$K_3, \%$	$K_4, \%$
Массовое	3,7	—
Крупносерийное	4,0	1,4
Серийное	5,1	2,3
Мелкосерийное, единичное	8,4	3,2

При расчёте рекомендуется пользоваться следующими документами.

ОСТ 4 ГО.039.016. Научная организация труда. Нормирование монтажных работ. Нормативы времени (укрупнённые).

ОСТ 4 ГО.039.018. Научная организация труда. Нормирование сборочных работ. Нормативы времени (укрупнённые).

6. КОМПЛЕКТНОСТЬ И ОФОРМЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ

6.1. Виды технологических документов

Состав применяемых видов документов определяется разработчиком документов по ГОСТ 3.1103-81. В табл.4 перечислены документы, которые могут быть разработаны в курсовом проекте.

Таблица 4

Вид документа	Условное обозначение документа
1. Титульный лист	ТЛ
2. Маршрутная карта	МК
3. Карта технологического процесса	КТП
4. Карта типового (группового) технологического процесса	КТТП
5. Операционная карта	ОК
6. Карта типовая (групповая) операции	КТО
7. Технологическая инструкция	ТИ
8. Карта эскизов	КЭ
9. Комплектационная карта	КК
10. Технич.-нормировочная карта	ТНК
11. Карта наладки	КН
12. Ведомость деталей (сборочных единиц) в типовому (групповому) технологическому процессу	ВТП
13. Ведомость оснастки	ВО
14. Ведомость оборудования	ВОБ
15. Ведомость материалов	ВМ
16. Ведомость операций	ВСП
17. Ведомость технологических документов	ВТД
18. Карта технологической информации	КТИ

6.1. Комплектность технологических документов

Комплектность технологических документов на единичные технологические процессы зависит от типа производства, стадии разработки документов, степени детализации описания ТП, применяемых технологических методов изготовления и ремонта изделий.

В зависимости от степени детализации для документов единичных ТП используют маршрутно-операционное (единичное), мелкосерийное производство и операционное (большесерийное, крупносерийное, массовое) производств описания ТП.

При операционном описании ТП МК выполняет роль сводного документа, содержащего данные в технологической последовательности по всем операциям процесса с указанием номеров цехов, участков, рабочих мест, операций, наименований операций, состава документов, используемых при выполнении операции, оборудования и трудозатрат. В соответствующей ОК или ВОП описывается каждая операция с указанием переходов, режимов обработки, технологической оснастки.

В МК для всех операций может быть принято операционное описание, а дополнительная информация по наладке оборудования, технологическим режимам и т.п., относящаяся ко времени ТП указывается в соответствующей КТИ.

Для ТП, использующих один вид обработки вместо МК может использоваться КТП.

При маршрутно-операционном описании ТП МК выполняет роль основного документа, где для большей части принято маршрутное описание, без указания переходов и режимов обработки, а для остальных операций — операционное в ОК, ВОП, КТИ с последующей ссылкой в МК на обозначение указанных документов.

Если для маршрутно-операционного описания ТП применяют формы МК, то данные по технологическим режимам следует размещать в тексте соответствия операции (перехода) или после него.

Технологические документы, разработанные на одно изделие, укладывают в папки или брошюруют в альбомы в следующем порядке:

- титульный лист;
- ведомость технологических документов (при ее наличии);
- маршрутная карта;
- карты технологических процессов, карты эскизов, операционные карты и др. в порядке их записи в ведомости документов, а при ее отсутствии — в маршрутной карте.

6.3. Общие требования к оформлению текстовых документов

В формат документов информация следует записывать рукописным или машинным способом.

В текстовых документах допускается выделять разделы и подразделы. Назначения разделов и подразделов записывают в виде заголовков и при необходимости подчеркивают. Между разделами оставляют свободные строки (1-2). Все технологические операции должны иметь наименование.

Запись всех данных следует применять в технологической последовательности выполнения операции, переносов, времени работ.

Операции следует нумеровать числами ряда арифметической прогрессии (5, 10, 15, ... или 005, 010, 015 ...).

Переносы следует нумеровать числами натурального ряда (1, 2, 3, ...).

Установки следует обозначать прописными буквами русского алфавита (А, Б, В, ...).

Размеры и характеристики и обозначения обрабатываемых поверхностей указывают арабскими цифрами.

Коды, наименования и обозначения данных следует записывать в соответствии с действующими классификаторами, государственными и отраслевыми стандартами.

При использовании инструмента одного вида и наименования на разных переносах следует дать ссылку на номер переноса, где впервые появился данный инструмент. Например, "см. перенос 1".

В операциях измерения (переноса) должны быть включены все необходимые параметры измерения, обрабатываемых поверхностей, информации по размерам или по условиям обозначения, действительная информация. Например, "Собрать деталь под 3 в 3, выдерживая размер 1, обработав поверхность".

Допускается сокращенная запись содержания операций и переносов, если есть графическая иллюстрация (КЭ). Например, "Установить деталь под 3 согласно чертежу".

Требования безопасности в производственном документе типа следует давать с применением ссылок на обозначение действующих на данном предприятии инструкций по охране труда (ИОТ). Допускается текстовое включение требований безопасности. В МК, КТП, КТТН, ВОП допускается давать ссылки на обозначение ИОТ для группы аналогичных операций в графе "Особые указания" или на отдельной строке документа перед первой операцией.

какой на данном листе операции. Например, ИОТ № 44 для опер. № 10, 020, 025.

При заполнении форм документов используют способ, при котором информацию вносят построено несколько типичных строк. Каждому типу строки соответствует свой служебный символ. Служебные символы, применяемые в МК ф. 3, 36 приведены в табл. 5.

Таблица 5

Обозначение служебного символа	Содержание информации, вносимой в графы, расположенные по строке
В	Номер листа, участка, рабочего места, номер операции, код и наименование операции
Г	Обозначение документов, применяемых при выполнении операции
Д	Код, наименование оборудования
Е	Информация по трудозатратам
М	Информация о применяемых материалах
О	Содержание операции (переноса)
Т	Информация о применении при выполнении операции технологической оснастки
Л	Информация по комплектации изделия составными частями с указанием наименования детали, сборочных единиц
Н	Информация по комплектации изделия составными частями с указанием обозначений деталей, сборочных единиц, подразделений, откуда они поступают, коды единицы измерения, единицы нормирования, количества на изделие и нормы расхода

Очередность использования служебных символов для МК ф.3, 36 для ТП обозн: В, Г, Д, Е, Л, Н, М, О, Т.

6.4. Общие требования к графическим документам (КЭ)

Эскизы разрабатывают на технологических процессах, операциях и операциях.

Эскизы выполняют с соблюдением масштаба или без соблюдения, но с примерным соблюдением пропорций с указанием размеров обрабатываемых поверхностей от руки или с помощью чертёжных инструментов.

Изображать изделие на эскизах необходимо в рабочем положении на операции.

Изображение изделия на эскизе должно содержать размеры, проставленные отклонения, обозначения шероховатости, баз, опор и т.д., необходимые для изготовления изделия.

Обрабатываемые поверхности на эскизах обозначают линией толщиной 25.

На эскизах все размеры и конструктивные элементы нумеруют арабскими цифрами. Номер размера проставляют в окружности диаметром 6-8 мм и обозначают размерной или выносной линией.

Технические требования помещают на свободном поле эскиза или сбоку от изображения.

Если изображение изделия на эскизе относится к нескольким операциям, то номера этих операций указывают над изображением и подчёркивают.

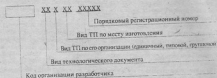
Если на поле графической информации содержится несколько эскизов для разных операций, то над каждым эскизом следует указывать номер операции и подчёркивать.

При разработке схемы установки изделия на операцию применяют упрощённое изображение изделия без указания его конструктивных элементов, которые не влияют на установку и закрепление изделия.

6.5. Обозначение технологических документов

В соответствии с ГОСТ 3.1101-83 каждому разработанному документу должно быть присвоено самостоятельное обозначение, которое указывают в основной надписи по ГОСТ 3.1103-82.

Установлена следующая структура обозначения документа



7. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ

Необходимость проектирования специальной технологической оснастки определяется ТЗ на курсовое проектирование.

Проектируют специальные приспособления в следующей последовательности:

- 1) Исходя из схемы базирования обрабатываемой детали или сборочной единицы, точности и шероховатости базовых поверхностей, определяют тип и размер установочных элементов, их число, взаимное расположение и рассчитывают погрешность установки;
- 2) Исходя из заданной производительности операции определяют тип приспособления (одно- или многоместное, одно- или многопозиционное);
- 3) По заданным режимам обработки и выбранной схеме установив составляют схему действия сил на детали, выбирают точку приложения и направления силы давления и рассчитывают её величину;
- 4) По силе давления, числу мест её приложения выбирают тип силового механизма, рассчитывают его основные конструктивно-размерные параметры, выбирают тип силового привода;
- 5) Устанавливают тип и размеры элементов для определения подвижности и направления инструмента;
- 6) Выбирают необходимые вспомогательные устройства, их размеры, расположение;
- 7) Разрабатывают общий вид приспособления;
- 8) Рассчитывают на прочность и долговечность изготовленные и дорабатываемые элементы приспособления;
- 9) Рассчитывают экономическую эффективность разработки.

8. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПЛАНИРОВКИ

При разработке технологической планировки участка (цеха) выполняют схему расположения рабочих мест на поточных линиях и специализированных участках, определяют основные потоки движения изделий, места загрузки, выгрузки, хранения, складирования, упаковки и т.д. По габаритам выбранного оборудования и транспортных средств определяют потребности производственной площади. Учитывают также площадь, необходимая для удобного обслуживания рабочих мест и приходов. Минимальная ширина проходов определяется видом транспорта, но не может быть менее 1500 мм. Полученная на основе технологического расположения рабочих мест производственная площадь цеха (участка) уточняется по нормативам полезной площади на единицу установленного оборудования. Величина и размещение вспомогательных помещений определяется стрелочными линиями и проходами.

Планировка должна удовлетворять следующим требованиям:

- 1) технологический поток изготовления изделия должен быть последовательным;
- 2) все транспортно-погрузочные и складские работы должны входить в общий поток;
- 3) транспортно-складские работы должны быть максимально механизированы и автоматизированы;
- 4) планировка должна обеспечивать сохранность материальных ценностей, а также возможность учета деталей, полуфабрикатов, узлов, изделий;
- 5) безопасность оборудования участка (цеха) по данной технологической планировке должна укладываться в нормативы.

9. СОДЕРЖАНИЕ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

Пояснительная записка (ПЗ) должна состоять из разделов, содержание и последовательность которых должны дать полное представление о выполняемой работе. Количество разделов и их наименование зависит от темы проекта.

Если объектом проектирования является синхронный ТП сборки и монтажа изделия, то ПЗ может содержать следующие разделы:

1. Введение.
2. Технологический анализ конструкции.
3. Разработка ТП сборки и монтажа изделия.
4. Разработка ТП сборки печатного узла.
5. Проектирование оснастки.
6. Технологическая планировка участка (линии) сборки и монтажа.
7. Заключение.

Библиографический список.

В разделе "Введение" даётся описание назначения и конструкции прибора, определяются требования к изготовлению, основные задачи, которые должны решить проектанты. Составляется перечень документов, содержащих руководящую и справочную информацию, необходимую для разработки ТП. Если курсовой проект выполняется в период практики, то студент должен продемонстрировать действующие на базовом предприятии ТП и показать необходимость новых технологических решений.

В разделе "Технологический анализ конструкций" следует провести технологический контроль всех чертежей, разработанных на изделие. При этом должны быть выявлены и устранены допущенные ошибки, даны предложения по повышению технологичности изделия и его составных частей. В ПЗ целесообразно привести эскизы, поясняющие предлагаемые изменения конструкции.

По классификаторам необходимо установить технологический код изделия и его составных частей и определить значения частных показателей технологичности конструкции.

Завершает раздел расчёт показателя уровня технологичности U и выводы.

Если $U < 1$, следует дать предложения по изменению конструкции изделия с целью повышения технологичности.

В разделе "Разработка ТП сборки и монтажа изделий" следует привести варианты схем сборки изделия с базовым элементом, указать какие ТПП используются при проектировании. На основании схем сборки и ТПП должны

быть составлены последовательность операций сборки и монтажа (технологический маршрут) изделия, определён состав средств технологического оснащения (СТО). При этом целесообразно привести характеристики СТО, выбрать оптимальные режимы обработки. В этом же разделе следует рассмотреть вопрос об организации ТП (поточная или групповая форма). Для поточной формы организации ТП необходимо определить такт линии, количество рабочих мест, распределение работ между рабочими, загрузку рабочих мест.

Для всех операций ТП должно быть рассчитано $T_{\text{ин}}$. В ПЗ следует привести пример расчёта для одной операции.

С учётом типа производства и сложности изделия необходимо выбрать маршрутно-операционное или операционное описание ТП и этим технологическим документам, подпадающим под разработку.

Аналогичное содержание имеет раздел "Разработка ТП сборки печатного узла".

Необходимость проектирования специальной технологической оснастки определяется ТЗ на курсовое проектирование, но если могут быть найдены другие обоснованные предложения, исключающие проектирование оснастки, предусматривающие использование универсальных, сборно-разборных средств, то по согласованию с руководителем в ТЗ вносятся изменения. В разделе "Проектирование технологической оснастки" должна быть приведены схемы базирования, обоснование конструкции оснастки, необходимые расчёты в соответствии с [3].

В разделе "Разработка технологической планировки" приводится схема расположения рабочих мест из поточных линий и специализированных участков, определяют основные потоки движения изделий, места их загрузки, выгрузки, хранения и т.д., рассчитывают необходимую производственную площадь. Разработку технологической планировки выполняют для процессов сборки, монтажа, регулирования, испытаний с учётом комплексовочных условий и других необходимых помещений.

В разделе "Заключение" приводятся общие данные о результатах проделанной работы, описываются положительные стороны проекта, а также указываются направления, которые могут привести к улучшению конструкции изделия и ТП сборки и монтажа. Все пункты настоящего раздела должны содержать ссылки на требования ТЗ, графические и текстовые документы проекта, систему ЕСТПП и ЕСТД, разделы ПЗ. Содержание и форма раздела должны быть такими, чтобы материал мог быть положен в основу доклада при защите курсового проекта.

ПЗ допускается выводить на листе формата А4 или формата свинарды (320 × 248 мм). Расстояние от края формата до границ текста должно быть: не менее 25 мм в начале строки, не менее 8 мм в конце строки, не менее 15 мм до нижней строки. ПЗ должен выводиться монохромным или рукописным способом карандашом или тушью темным цветом, четким, разборчивым, черным с высотой строчных букв не менее 7,5 мм. ПЗ должна быть написана латинскими техническими знаками в кавычки. Следует избегать длинных предложений, не допускается переносить из литературы определения, выкладки соотношений, так как это не является результатом проектирования.

Титульный лист ПЗ курсового проекта должен быть выполнен по форме, приведенной в прил. 1. Непосредственно за титульным листом ПЗ должно быть приложение "Содержание". В "Содержании" необходимо проставить номера номинальных страниц разделов и подразделов. Номера страниц на титульном листе и содержания при подготовке страниц учитываются. Текст ПЗ, а также иллюстрации к ней должны оформляться по ГОСТ 2.103-79. Допускается повествовательные схемы, графики, чертежи и т.п. вычерчивать на отдельных листах ватмана, кальки или миллиметровой бумаги и вклеивать их в соответствующее место текста ПЗ.

Если при решении какого-то вопроса проектом пользовались официальными источниками информации, то при написании решения в ПЗ номера этих источников по библиографическому списку должны быть указаны в конце предложения в квадратных скобках.

Источники информации в библиографическом списке ПЗ должны помещаться в алфавитном порядке по фамилиям авторов. Данные, относящиеся к авторам в тексте ПЗ исследователю, помещают в приложениях ПЗ. В тексте ПЗ должны делаться ссылки на них.

Видность курсового проекта, ПЗ, ТЗ, технологические документы должны быть сформированы или перерисованы в альбом или книгу. Порядок расположения их следующий: ведомость курсового проекта; пояснительная записка; ТЗ; титульный лист комплекта технологических документов; комплект технологических документов на изделие; комплект технологических документов на сборно-монтажную единицу; комплект конструкторских документов на технологическую оснастку; технологическая планировка.

Примеры оформления титульного листа, технологических документов, ведомости курсового проекта приведены в приложениях.

10. КУРСОВЫЕ ПРОЕКТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ПРОФИЛЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ СРЕДСТВ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ (СВТ)

Темы курсовых проектов с применением СВТ можно разбить на две группы: разработка обучающих программ и разработка специальных программ для решения задач технологической подготовки производства.

Разработку обучающих программ рекомендуется начинать со сбора необходимого материала по изучаемому курсу. Собранный материал разбивается на разделы, темы, вопросы и т.п. Определяется последовательность изложения, выделяются наиболее существенные и трудные для понимания моменты. Разрабатываются алгоритмы программы последовательности отображения информации (объединений), переходы между разделами, объём информации по каждому разделу, выделение ключевых понятий, постановка контрольных вопросов, пояснений. Важно тщательно продумать способы и средства наилучшего представления информации с точки зрения наглядности, удобства между простотой доступа, объёмом занимаемой памяти и временем доступа. Выбираются средства отображения информации: графика, экран меню, звуковое сопровождение и т.д. Следует обратить внимание на конкретность и "объёмность" контролирующей части программы. После написания и отладки программы необходимо проверить её работоспособность, пройти все возможные варианты её функционирования. В заключение разработанные материалы вносятся в инструкцию по работе с обучающей системой.

Основными требованиями к обучающим программам:

- широта и глубина изложения рассматриваемого материала;
- наглядность, выделение акцентов, применение опорных схем, использование графиков;
- простота в обращении;
- введение уровней и сравнительных моментов;
- максимальное использование возможностей СВТ;
- возможность повторения пройденного материала;
- наличие контроля усвоения материала обучающимися;
- наличие краткой инструкции по обращению с программой, выходящей по желанию пользователя.

Начинать разработку специально программ для АС ТПП рекомендуется с четкого формулировки поставленной задачи, определения состава, способов представления, формата ввода и выходных данных. Затем определяется

структуры всех промежуточных данных, их организации (формы представления и емкости ЭВМ) и способы их обработки. Разрабатывается подробный алгоритм решения задачи, учитываются необходимый математический аппарат. На этапе составления программы необходимо учитывать возможности аппаратных и программных средств, выбор языка программирования. После отладки программы разрабатывается интерфейс пользователя и принимаются необходимые меры по защите нормального режима функционирования программы при некорректных действиях оператора. Желательно предусмотреть и возможность создания контекстно-зависимой системы подсказки пользователю. Важной частью является подготовка контрольных примеров для проверки работоспособности программного продукта и его тестирование. Если из выходов программы создаются различные документы, то необходим их тщательный контроль. На заключительном этапе разрабатывается подробная инструкция по работе с программным продуктом.

Основным требованием к специальным программам:

- применение современных аппаратных и программных средств;
- предварительная оценка существующих программных продуктов по данной задаче;
- ориентация на существующие потребности пользователей, учебных классов;
- проверка выходов документов на соответствие ГОСТам, ОСТам и другим нормативным документам;
- тщательные экспериментальные исследования;
- развитая система помощи при работе с программой;
- защита от неоправданных последствий при некорректных действиях оператора;
- модульный принцип построения программы.

Пояснительный записок курсового проекта может состоять из следующих разделов:

1. Введение
2. Постановка задачи
3. Ограничения использования программы
4. Инструкция по работе с программой
5. Экспериментальные исследования
6. Блок-схема программы

Библиографический список

Приложение

В разделе "Введение" рассматривается назначение программы, её отличия и преимущества перед существующими программными продуктами.

В разделе "Постановка задачи" проводится анализ необходимости разработки программного продукта (анализ потребности), обосновывается выбор метода решения задачи, используемых алгоритмов, математического аппарата, языков программирования, аппаратными средствами.

В разделе "Ограничения использования программы" необходимо привести технические характеристики программы, такие как быстрота действия или время решения задачи, объём используемой памяти, требования к аппаратным средствам, а из состава, входящих программное окружение и другие граничные условия применения и нормального функционирования программы.

Раздел "Инструкция по работе с программой" должен содержать подробное описание действий оператора, обучающегося, преподавателя при работе с программой, в том числе и при её запуске.

В разделе "Экспериментальные исследования" необходимо провести обоснование и разработать тестовые задачи для определения работоспособности и характеристик программы. Здесь приводятся и результаты экспериментальных исследований, сравнение теоретических и опытных данных. Для обучающих программ приводятся отрыв преподавателя, ведущего данную дисциплину.

Раздел "Блок-схема программы" содержит подробный алгоритм программы (таблица детализации зависит от сложности алгоритма) в виде блок-схемы и её описания. Необходимо привести расшифровку всех использованных формул и численных методов решения со ссылками на соответствующую литературу.

В "Приложении" в пояснительной записке приводится полный текст программы (распечатка), в котором должны быть выделены необходимые комментарии.

В "Библиографическом списке" указываются все библиографические источники, на которые есть ссылки в тексте пояснительной записки.

В заключительной разработке программ по согласованию с преподавателем оформляется инструкция по обращению с программным продуктом (безопасное программное окружение) в виде отдельной распечатки или текстового файла для последующего размещения.

ВИДНОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пашковский В. В., Васильев В. И., Гутман Т. М. Проектирование технологических процессов изготовления РЭА. - М.: Радио и связь, 1982.
2. Технология и автоматизация производства радиоэлектронной аппаратуры. Учеб. для вузов / И. П. Бушминский и др.; Под ред. А. П. Достаева, Ш. Ж. Чабдарова. - М.: Радио и связь, 1989. — 624 с.
3. Терлекова Т. Ф. и др. Основы конструирования приспособлений. Учеб. пособие — М.: Машиностроение, 1980.
4. Гутман Т. Н. Технологичность конструкций РЭС; Учеб. пособие / НПИ, Новгород, 1990.
5. Оформление технологических документов. Метод. указ. / НПИ, Новгород, 1988.
6. Технология и автоматизация производства РЭА. Справочные материалы по технологическому проектированию для студентов специальности 21.03 / НПИ, Новгород.

Приложение I

ФОРМА ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА

Министерство науки и технической политики
Российской Федерации

Новгородский политехнический институт

Кафедра „Проектирование и технология радиоаппаратуры“

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ИЗГОТОВЛЕНИЯ БЛОКА ПИТАНИЯ

Пояснительная записка к курсовому проекту
по дисциплине „Технология и автоматизация
производства РЭС“

ИПРК 01 / 88. 00017 КП

Студент

_____(Ф.И.О.)
_____(подпись)

— „ _____ 199 г.

Руководитель

_____(Ф.И.О.)
_____(подпись)

— „ _____ 199 г.

Приложение 2

ВЕДОМОСТЬ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

№ стро- ки	Форм- ат	Обозначение	Наименование	Ко- лич- ство	Мас- штаб
1			Документация общего		
2					
3			Внес разработчиком		
4					
5	A4	НПРК.01.101.00161 ПЗ	Паспортная часть	30	
6	A4	НПРК.10188.00101	Маршрутная карта	10	
7	A4	НПРК.30188.00107	Комплектовочная карта	1	
8	A4	НПРК.60188.00201	Операционная карта слесаря, слесарно-сборочных и электромонтажных работ	1	
9					
10					
11	A3		Технологическая схема сборки	1	
12					
13					
14			Применения		
15					
16	A4	НПРК.433.761.005	Блок питания		
17	A1	НПРК.433.761.005 СБ	Блок питания, Сборочный чертеж	1	
18					
19	A1	НПРК.433.761.005 МЭ	Блок питания, Электромонтажный чертеж	1	
20					
НПРК.01.101.00161 КП					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТП изготовления блока питания Ведомость курсового проекта
Разраб.	Галкина			14.09	
Пров.	Гутман			14.09	
И контр.					
Утв.					
					Группа 2022

Описание прил. 2

№ стро- ки	Форм- ат	Обозначение	Наименование	Ко- лич- ство	Мас- штаб
1			Документация		
2			по сборочным единицам		
3			НПРК.434771.003		
4					
5			Внес разработчиком		
6					
7	A4	НПРК.10188.00162	Маршрутная карта	5	
8	A4	НПРК.30188.00161	Комплектовочная карта	2	
9	A4	НПРК.60188.00202	Операционная карта слесаря, слесарно-сборочных и электромонтажных работ	1	
10					
11					
12			Применения		
13					
14					
15	A4	НПРК.434771.003	Стабилизатор	1	
16	A3	НПРК.434771.003 СБ	Стабилизатор, Сборочный чертеж	1	
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
НПРК.01.101.00161 КП					Лист 1
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

Нормативные значения комплексных показателей
технологичности изделий (данные в скобках произвольны)

Характеристика	Величина		
	ЭМЗ, блок	ЭМЗ, штепсельная сборка	ЭМЗ, кабельно-жгутовые изделия
1. Производительность в обработке			
оптимальная			
цифровые	0,31	0,63	
аналоговые	0,79	0,79	
СВЧ	0,75	0,58	
2. Коммутирование	0,64	0,58	
3. Изготовление и сборка базовых транзисторов			
высоковольтные	0,70	0,74	
низковольтные	0,77	0,65	
4. Особую сложность	0,70		
5. Уменьшение			
малой сложности	0,31		
средней сложности	0,69		
6. Конструкция	0,59		

Характеристика	Величина		
	ЭМЗ, блок	ЭМЗ, штепсельная сборка	ЭМЗ, кабельно-жгутовые изделия
7. Детали			
детали корпусов конструктивных			0,35
корпусные детали			0,74
детали СВЧ трактов			0,70
детали корпусов микроволновых печатных плат			0,70
прочие детали			0,75
8. Микрооборудование			0,60
кроме СВЧ аналогов	0,07		
СВЧ аналогов	0,30		
9. Кабели сигнальные			0,97
наводоустойчивые			0,97
высоковольтные			
10. Жгуты сигнальные			0,43
наводоустойчивые			0,60
высоковольтные			0,38
сложные			

Приложение 4

Значения коэффициентов надежности
основных частей

Уровень разукрупнения	ЭМ2, баллы	ЭМ1, баллы
Листы		0,1
Намоточные изделия	0,1	0,1
Кабельно-жгутовые изделия	0,05	
Электронные составные части	0,5	0,6
Механические средства	0,15	0,20

Приложение 5

ТИПОВЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОПЕРАЦИИ

№№ пере- мен	Описание и переходы	Оборудование, оснастка, измерительные приборы	Промежу- точные указания
1	2	3	4
	Установка электронизмерительных приборов		
1.	Извлечь прибор из тары	Верстак	
2.	Снять с прибора крепежные элементы		
3.	Установить прибор на панель корпуса согласно чертежу и за- крепить ранее снятым крепежом	Отвертка ОСКС Класс КТНШ 7	
4.	Проверить правильность уста- новки электронизмерительных приборов и качество сборки согласно чертежу внешним осмотром		
5.	Уложить корпус в тару	Тара из пенопласта	
	Установка разъемов в корпус		
1.	Извлечь разъем из тары	Верстак	
2.	Установить разъем в отверстие корпуса, совместив крепежные отверстия, и закрепить согласно чертежу	Плоскогубцы ПУТМ 110 Отвертка ОСКС 300 × 0,3 Класс КТНШ 7	
3.	Проверить стопорные разъемные соединения от сквозного монтажа		
4.	Повторить операции 2 и 3 для оставшегося количества разъемов		

Продолжение прил. 3

1	2	3	4
5.	Проверить правильность и качество установки разъемов согласно чертежу внешним осмотром		
6.	Уложить корпус в тару	Тара ценовая	
Установка жгута (кабеля) в корпус			
1.	Установить и закрепить корпус блока на подставке	Верстак подставка типа 2	
2.	Наложить жгут из тары		
3.	Уложить жгут в корпус		
4.	Крепить жгут к корпусу согласно чертежу		
5.	Развальцовывать жгуты в коннекторы	Пинцет ПГТМ 120	
6.	Выбрать провод жгута согласно схеме соединений		
7.	Крепить концы проводов к электроконтактному контакту (штырьку, штырьку т.д.) разъемов (кабелей и т.д.) согласно схеме соединений		
8.	Отрезать излишки жилы провода (кабеля)	Острогубцы ОУ-123	
9.	Повторить операциями 6-8 для остальных проводов жгута (кабеля)		
10.	Плать электромонтажные соединения	Примечание: даты в соответствии с ОСТ 17-124-127	

Продолжение прил. 5

1	2	3	4
11.	Проверить качество пайки электромонтажными соединениями		
Установка держателей, скоб и т.д. на печатную плату с припаянными элементами			
1.	Наложить печатную плату на тару	Верстак	
2.	Наложить держатель (скобу) из тары	То же	
3.	Наложить заклепку из тары	Пинцет ПГТМ 120	
4.	Установить держатель (скобу) и заклепку на печатную плату согласно чертежу	То же	
5.	Развальцовывать детали	Развальцовка типа 2 Молоток слесарный	
6.	Повторить операциями 2-5 для остальных держателей (скоб) согласно чертежу		
7.	Проверить правильность и качество установки держателей (скоб) внешним осмотром		
8.	Уложить плату с установленными держателями (скобами) в тару	Тара ценовая	
Установка изоляционных прокладок (теплопроводящих или) на печатные платы с припаянными элементами			
1.	Наложить печатную плату на тару	Верстак	
2.	Установить печатную плату на технологические стойки	Стойка типа 3	
3.	Наложить изоляционную прокладку (теплопроводящую шину) на тару	Пинцет ПГТМ 120	

Продолжение прил. 5

1	2	3	4
4.	Приклеить изоляционную прокладку (теплопроводящую шину) к плате согласно чертежу		Производить в соответствии с ОСТ 8683/01
5.	Повторить операции 3-4 для остальных изоляционных прокладок (теплопроводящих шин) согласно чертежу		
6.	Проверить правильность установки в качестве прокладок изоляционных прокладок (теплопроводящих шин) внешним осмотром		
7.	Уложить плату с приклеенными изоляционными прокладками (теплопроводящими шинами) в тару	Тара целована	
	Ручная установка наконечников ЗРЗ на печатную плату с креплением колодчатой выводом		
1.	Наклеить плату на тару	Верстая	
2.	Установить плату на подставку	Подставка типа 1	
3.	Наклеить ЗРЗ на тару	Пеност ППМ 120	
4.	Установить ЗРЗ на плату, установить выводы в соответствующие отверстия платы	То же	
5.	Подогнуть выводы с обратной стороны платы		
6.	Обрезать лишние выводы	Острогубцы ОУ 125	
7.	Повторить операции 3-4 для остальных ЗРЗ согласно чертежу		

Продолжение прил. 5

1	2	3	4
8.	Проверить правильность установки ЗРЗ внешним осмотром		
9.	Снять плату с установочными ЗРЗ с подставки		
10.	Уложить плату в тару	Тара целована	
	Установка наконечников ЗРЗ с цилиндрической формой корпуса в осевые выводы на печатную плату на автомате		
1.	Установить программную перфорацию в считывающее устройство автомата		Автомат с программным управлением для укладки ЗРЗ с перестройкой установочного размера.
2.	Наклеить бобины с выводами в ленту ЗРЗ на тару		
3.	Устанавливать бобины с выводами в ленту ЗРЗ в укладочный блок автомата		
4.	Наклеить плату на тару		
5.	Установить плату на координатный стол автомата		
6.	Установить ЗРЗ на плату в автоматическом режиме		
7.	Снять плату с стола автомата		
8.	Проверить правильность и качество установки ЗРЗ внешним осмотром		
9.	Уложить плату с установленными ЗРЗ в тару	Тара целована	

Продолжение прил. 5

1	2	3	4
	Ручная установка ИС, микросборок и других многовыводных ЭРЭ. На печатную плату с одновременной гайкой выводом электронагревательным		
1	Извлечь печатную плату из тары	Верстак	
	Установить печатную плату на технологические стойки или подставку	Стойка типа 3 или подставка типа 1	
	Установить кассеты с ИС в накопитель	Накопитель для технологических кассет	Передать выключить таймер для ИС установить в технологическую кассету кассету
2	Извлечь ИС из кассеты (тары)	Набор многобортный Пинцет ППТМ 130 или пинцет для микроскопом ЗПЛ14	
3	Установить ИС на печатную плату, сориентировав её по выводу и совместив выводы микросхемы с контактными площадками печатной платы или установив выводы в соответствующие отверстия платы		
4	Правильно вывести ИС в контактные площадки печатной платы или в монтажные отверстия		Проверить в соответствии с ОСТ 470-004-207

Окончание прил. 5

1	2	3	4
7.	Повторить переходы 3,6 для остальных ИС согласно черчению		
8.	Проверить правильность установки и качество пайки ИС внешним осмотром	Приспособление для визуального контроля	
9.	Снять плату с установленными ИС с технологических стоек		
10.	Уложить плату с установленными ИС в тару	Тара из стекла	
	Очистка выводов, проводов, кабелей, выводов ЭРЭ, ИС, микросборок после думкания, пайки для проверки соединений при паяльнике		
1.	Извлечь кассеты из тары	Верстак Тара технологическая	
2.	Удалить остатки флюса при температуре $(20 \pm 10)^\circ\text{C}$ в течение 0,3 - 2 мин. Очистку выводов производить в трёх этапах	Кисть флюидная Ванна технологическая	Смывать растворитель в соответствии с инструкцией (1:1)
3.	Сушить выкладки при температуре $(25 \pm 10)^\circ\text{C}$ в течение 15 - 30 мин	Подставка для сушки ПП ПТ 7626-4000	
4.	Проверить качество удаления остатков флюса		Проверить в соответствии с ОСТ 470-004-207 470-004-207
5.	Уложить кассеты в тару	Тара технологическая	

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
1. Состав курсового проекта	5
2. Анализ технологичности изделий	6
3. Проектирование технологических процессов сборки и монтажа РЭС	8
4. Организация технологических процессов сборки и монтажа РЭС	13
5. Расчёт норм времени для сборочных и монтажных работ	16
6. Комплектность и оформление технологических документов	18
7. Проектирование технологической оснастки	24
8. Разработка технологической планировки	25
9. Содержание пояснительной записки	26
10. Курсовые проекты исследовательского профиля с применением средств вычислительной техники (СВТ)	29
Библиографический список	32
Приложения	33

Редактор Л. В. Виношнина

Компьютерный набор и верстка — П. И. Курников

Подп. в печ. 4.04.93

Офсетная печать.

Тираж 200 экз.

Формат 60 × 84 1/4

Печ. л. 2,3.

Заказ №

Бумага тип. № 3

Уч.-изд. л. 2,9.

Отдел оперативной полиграфии ИПИ.

173003, Новгород, ул. Б.С.-Петербургская, 41