

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П.КОРОЛЕВА  
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)» (СГАУ)

## АНАЛИЗ ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННЫХ СВЯЗЕЙ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ДЕФЕКТОВ СБОРКИ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

Рекомендовано редакционно-издательским советом федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)» в качестве методических указаний

САМАРА  
Издательство СГАУ  
2014

УДК 621.3(075)

ББК 32.85я7

Составитель *М.Н. Пиганов*

Рецензент канд. техн. наук, доц. Г.П. Шопин

**Анализ причинно-следственных связей возникновения дефектов сборки электронных средств: метод. указания / сост. М.Н. Пиганов.** – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2014. – 8 с.

Методические указания предназначены для магистров, обучающихся по направлению 211000 «Конструирование и технология электронных средств» при изучении дисциплины «Управление качеством электронных средств (ЭС) специального назначения (СН)».

Разработаны на кафедре конструирования и проектирования радиоэлектронных средств.

УДК 621.3(075)

ББК 32.85я7

## Общие сведения

Цель работы – изучение причин появления дефектов электронных средств (ЭС), приобретение навыков поиска причин появления дефектов ЭС, установление причинно-следственных связей возникновения дефектов и разработки рекомендаций по их устранению и предупреждению.

### 1. Краткие сведения из теории

Для того чтобы успешно противодействовать появлению дефектов, необходимо проанализировать причины их возможного появления и исключить негативное влияние этих факторов на изделие.

Проанализируем основные причины возникновения дефектов сборки по технологии поверхностного монтажа.

Информацию о статистике дефектов мы возьмём из исследования 3,7 миллиардов паяных соединений, проведенного в 2007 году на ряде предприятий Америки, Европы и Азии (табл. 1). Распределение дефектов существенно изменилось после массового внедрения бессвинцовой технологии. Именно этой «технологической революции» должны быть благодарны лидеры статистики – «некачественное паяное соединение» и «неправильное позиционирование компонента на плате» [1, 2].

Таблица 1. Статистика дефектов сборки из исследования

<i>Тип дефекта</i>	<i>Количество дефектов паяных соединений</i>	<i>Доля, %</i>
Некачественное паяное соединение	373710	31,1
Неправильное позиционирование компонента на плате	281683	23,4
Отсутствие компонента	171246	14,2
Отсутствие контакта (непропай)	156041	13,0
Перемычка	115082	9,6
Приподнятый компонент	75143	6,3
Повреждённый компонент	16201	1,3
Другое	12716	1,1
ИТОГО	1201822	

Для этих дефектов составим список возможных причин их возникновения (табл. 2).

Таблица 2. Анализ возможных причинно-следственных связей появления дефектов сборки

<i>Возможные причины дефектов</i>	<i>Возможные способы предупреждения</i>
<i>1</i>	<i>2</i>
<b>Компонент</b>	
Несоответствующее покрытие выводов	
Некачественное покрытие выводов	
Грязный компонент	
Несоответствие компонента тех. процессу	
Возможные причины дефектов	
Накопление компонентом влаги	
Повреждение компонента статическим зарядом	
<b>Печатная плата</b>	
Грязная плата	
Несоответствующее покрытие контактных площадок	
Некачественное покрытие контактных площадок	
Несоответствие материала платы тех. процессу	
Поврежденные или отсутствующие реперные точки	
Коробленная печатная плата	
Отклонение топологии платы от конструкторской документации	
Несоответствие геометрии контактных площадок	
<b>Паяльная паста</b>	
Несоответствующая паяльная паста	
Некачественная паяльная паста	
Неподготовленная паяльная паста	
Нарушенная вязкость пасты из-за отклонения температуры	
<b>Трафарет</b>	
Неправильная несоответствующая конструкция трафарета (толщина, апертуры и т. д.)	

1	2
Изношенный или повреждённый трафарет	
<b>Ракели</b>	
Неправильно подобранные ракели	
<b>Очистка трафаретов</b>	
Отсутствие очистки трафарета между операциями	
Изношенные и повреждённые ракели	
Неправильные режимы очистки трафарета	
Неправильный подбор средств очистки трафарета (вакуум, растворитель)	
Некачественная очистка трафарета после окончания сборки партии	
<b>Настройка принтера</b>	
Неверная настройка принтера	
Несоответствие настроек принтера и фактических параметров работы принтера	
<b>Климатические параметры</b>	
Отклонение температуры и влажности в помещении от рекомендуемых условий	
<b>Повреждение платы с пастой после нанесения</b>	
Размазывание пасты по плате	
Попадание загрязнений на плату	
Пересыхание пасты	
<b>Неправильная установка компонента на плату</b>	
Установка ошибочного компонента	
Неверное позиционирование компонента	
Падение компонента на плату	
Неустановка компонента	
Механическое повреждение компонента при установке на плату	
<b>Смещение компонента после установки</b>	
Большие ускорения и вибрации при перемещении платы с неоплавленными компонентами	
<b>Неверные режимы пайки</b>	
Неправильный температурный режим пайки	

Как видно из табл. 2, основными средствами предупреждения дефектов сборки являются:

- квалификация поставщиков;
- организация и проведение входного контроля;
- соблюдение условий хранения и перемещения компонентов, плат и материалов;
- обеспечение мер защиты компонентов и собранных плат от статического разряда;
- отработка технологии на пробной партии;
- очистка печатных плат перед нанесением паяльной пасты;
- обеспечение температуры и влажности в помещении на рекомендуемом уровне;
- регулярное техническое обслуживание и проверка состояния оборудования и оснастки;
- периодическая очистка трафарета между операциями;
- контроль качества нанесения паяльной пасты;
- минимизация контакта человека с платой с неоплавленной пастой;
- соблюдение рекомендаций производителя пасты по максимальному времени между нанесением пасты и оплавлением;
- проверка и оптимизация рабочих программ и настроек оборудования;
- проверка фактического температурного профиля печи с помощью измерителя температурного профиля;
- обеспечение стабильности электропитания;
- применение рекомендаций технологических стандартов (например, IPC), документации производителей материалов, комплектации и оборудования.

Разумеется, точек возможного появления дефектов намного больше, чем приведено в табл. 2. Кроме участка поверхностного монтажа, есть также пайка компонентов, монтируемых в отверстия, ремонт, отмывка, влагозащита и финишная сборка. Очень многое зависит от специфики изделия, технического оснащения и внутренних процессов предприятия.

## 2. Содержание отчёта

1. Цель работы.
2. Порядок выполнения работы.

3. Формулировка персонального задания.
4. Таблица возможных причинно-следственных связей.
5. Анализ причин появления дефектов в рамках персонального задания.
6. Порядок принятия мер по контролю качества ЭС в рамках индивидуального задания.
7. Выводы.
8. Список использованных источников.

### 3. Контрольные вопросы

1. Назовите основные сборочно-монтажные операции производства электронных узлов.
2. Нарисуйте гистограмму распределения дефектов.
3. Объясните возможные причины появления дефектов.
4. Объясните выявленные причинно-следственные связи.
5. Докажите эффективность и целесообразность предложенных мер по устранению дефектов.

### Библиографический список

1. Липкин, Е. Комплексный подход к обеспечению качества сборки РЭА в серийном производстве [Текст]: приложение к бюллетеню «Поверхностный монтаж» / Е. Липкин. – М.: Ostec, 2011, июль. – 36 с.
2. Медведев, А.М. Сборка и монтаж электронных устройств [Текст] / А.М. Медведев. – М.: Техносфера, 2007. – 256 с.
3. Бурчакова, М.А. Управлением качеством [Текст]: учеб. пособие / М.А. Бурчакова, М.Ф. Мизинцева. – М.: Изд-во Рос. ун-та дружбы народов, 2004. – 200 с.
4. Гиссин, В.И. Управлением качеством [Текст]: [учеб. пособие для вузов] / В.И. Гиссин. – 2-е изд., доп. и перераб. – М.; Ростов н/Д : Изд. центр «Март», 2003. – 395 с.
5. Пиганов М.Н. Технологические основы обеспечения качества микросборок [Текст]: учеб. пособие / М.Н. Пиганов. – Самара: СГАУ, 1999. – 231 с.

Учебное издание

**АНАЛИЗ ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННЫХ СВЯЗЕЙ  
ВОЗНИКНОВЕНИЯ ДЕФЕКТОВ  
СБОРКИ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ**

*Методические указания*

Составитель *Пиганов Михаил Николаевич*

Редактор Ю.Н. Литвинова  
Доверстка: Л.Р. Дмитриенко

Подписано в печать 15.09.2014. Формат 60×84/16.

Бумага офсетная. Печать офсетная.

Печ. л. 0,5. Тираж 100 экз.

Заказ . Арт. 47/2014.

Самарский государственный  
аэрокосмический университет.  
443086 г. Самара, Московское шоссе, 34.

---

Изд-во Самарского государственного  
аэрокосмического университета  
443086 г. Самара, Московское шоссе, 34.