

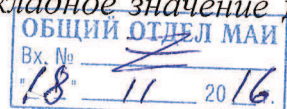
ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, профессора
Зинченко Людмилы Анатольевны на диссертацию
Фам Вьет Аня «Допусковые методы прогнозирования и контроля
показателей надежности прецизионных печатных плат радиотехнических
устройств», представленную на соискание ученой степени кандидата
технических наук по специальности 05.12.04 «Радиотехника, в том числе
системы и устройства телевидения»

Актуальность темы исследования

Развитие современной радиотехнической аппаратуры требует разработки новых подходов к прогнозированию и контролю качества выпускаемых радиотехнических устройств различного назначения. Диссертация Фам Вьет Аня посвящена одному из важнейших направлений данной тематики – повышению надежности радиотехнических устройств, использующих печатные платы. Актуальность работы определена потенциально высокими рисками выпуска неработоспособных радиотехнических изделий из-за погрешностей производства.

Как отмечается в рассматриваемой работе, риски изготовления ненадежных изделий возрастают при уменьшении топологических норм и переходе к производству печатных плат с высокой плотностью монтажа. Особенно сильно проблема снижения качества и надежности устройств на печатных платах проявляется при опытном и мелкосерийном производстве, когда наряду с требованиями снижения габаритов учитываются экономические возможности предприятия и рентабельность продукции. Развитие собственных технологических линий изготовления печатных плат и монтажа компонентов наряду с использованием заказных производств обуславливается необходимостью детальной отработки конструкции изделий и нежелательностью передачи работ в сторонние организации. Поэтому представленная диссертация может иметь *прикладное значение* для



проектирования печатных плат с целью повышения надежности радиоэлектронной аппаратуры.

В третьей главе представлены способы технологического контроля погрешностей производства и их влияния на характеристики качества печатных плат. Разработка новых способов контроля важнейших характеристик печатных плат является *актуальной задачей* для небольших производств. Надо заметить, что в крупных производствах применяют более точные способы, некоторые из которых рассмотрены в первой главе. Предложенные варианты контрольных операций имеют преимущества только по критериям стоимости.

Четвертая глава посвящена повышению надежности и качества узлов на печатных платах в сборочно-монтажных операциях. Данная тема весьма *актуальна*, т.к. уменьшение размеров компонентов и повсеместное применение автоматов сборки создают большие проблемы с обеспечением качества монтажа. Существующие подходы обеспечения надежности монтажа компонентов основаны на применении более точных технологических автоматов, выборе высококачественных материалов, обеспечении контроля над технологическими процессами. Предлагаемые соискателем модели и алгоритмы могут послужить основой для повышения надежности паяных соединений и уменьшению доли брака, который трудно локализовать и контролировать. Решена *важная техническая задача* учета возможностей производства и оптимизации параметров печатных плат для повышения качества и надежности монтажа компонентов.

Научная новизна

Новизна полученных научных результатов в предлагаемом подходе заключается в развитии методологии проектирования на основе теории параметрической надежности радиоэлектронной аппаратуры и создании методов, позволяющих разработчику печатных плат при выборе конструктивных вариантов контролировать их влияние на надежность конечного изделия с учетом возможностей производства.

Положения, вынесенные на защиту, подтверждены приведенным в диссертации материалом, имеют **научную ценность** для развития методов повышения надежности радиоэлектронной аппаратуры. Оригинальность предложенных подходов подтверждена тремя заявками на изобретения.

Научной новизной обладают следующие результаты и положения диссертации:

1. *Методика проектирования печатных плат*, дополняющая существующий подход к верификации их конструкции прогнозированием возможностей производства при допусковых ограничениях на погрешности волнового сопротивления печатных проводников сигнальных связей.

2. *Способ* неразрушающего контроля погрешности ширины печатных проводников на основе рефлектометрического метода измерения волнового сопротивления, снижающий трудоемкость существующих методов контроля.

3. *Способ* неразрушающего контроля смещения слоев многослойных печатных плат на основе рефлектометрического метода измерения волнового сопротивления, снижающий трудоемкость и стоимость существующих методов контроля.

4. *Алгоритм* прогнозирования вероятности дефектов установки компонентов на поверхности прецизионных печатных плат, предоставляющий разработчику узлов РЭА объективные оценки возможностей сборочно-монтажного производства при конструировании посадочных мест компонентов.

5. Алгоритм оптимизации конструкции посадочных мест компонентов с учетом факторов надежности и качества узлов РЭА при монтаже на поверхности, позволяющий находить оптимальное соотношение между требованиями погрешности установки компонентов в пределах допусков и обеспечением максимальной плотности монтажа.

Практическая значимость результатов состоит в следующем:

- Повышение уровня надежности конструкций печатных плат при постоянном росте плотности монтажа и переходе к 5-7 классам точности печатных плат за счет дополнения методик проектирования учетом влияния погрешностей производства на вероятность обеспечения заданных допусков на электрические и конструктивные параметры прецизионных печатных плат;
- Повышение уровня надежности конструкций печатных плат при мелкосерийном и опытном производстве, за счет расширения возможности применения операций контроля конструктивно-технологических параметров печатных плат, снижающих трудоемкость и стоимость контроля по сравнению с существующими методами.

Апробация и достоверность научных результатов

Выполненные исследования *апробированы* в докладах на научных конференциях. Материалы глав опубликованы в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России. Количество и качество *публикаций*, в которых излагаются основные научные результаты диссертации, соответствует требованиям к соискателям ученой степени кандидата наук.

Проведенные исследования и разработки аргументированы логичными выводами и примерами расчетов, закрепляющими *научные положения* работы.

Достоверность полученных результатов подтверждается проверкой разработанных методов с помощью моделирования в автоматизированной системе проектирования СВЧ-устройств, расчетом параметров конструкций печатных плат, реализацией программного обеспечения и проверкой разработанных программ на примере расчета надежности радиотехнического устройства. Достоверность предлагаемых подходов подтверждается также внедрением в ОАО РТИ и МАИ(НИУ).

Замечания по диссертационной работе:

1. Следует отметить, что предложенная методика прогнозирования надежности печатных плат могла быть формализована и доведена до разработки соответствующих алгоритмов и программ. Создание программных средств могло бы значительно усилить практическую ценность предложенного подхода.
2. В диссертации не приведены данные о практической проверке предлагаемых способов контроля, что снижает практическую ценность работы.
3. В диссертации сделано допущение, что погрешности параметров печатных плат распределены по нормальному закону, не имеют смещенных оценок. Это не всегда так. Кроме того, производители оборудования иногда приводят информацию о погрешностях не на уровне $\pm 3\sigma$. Как быть в таких случаях и откуда взять данные?
4. *Общим недостатком* работы может быть разнонаправленность исследований (по главам), отнесенных к различным этапам проектирования и производства печатных плат и устройств на их основе.
5. Диссертация не совсем соответствует правилам оформления диссертационных работ (ГОСТ Р 7.0.11—2011), присутствуют пунктуационные и стилистические погрешности.
6. К недостаткам оформления диссертации и автореферата следует также отнести недостаточно полное представление информации о конференциях, на которых были апробированы полученные научные результаты.

Отмеченные замечания не снижают ценности предлагаемых методов, моделей и алгоритмов, поскольку разработанный подход к решению задачи повышения надежности печатных плат обладает признаками научной новизны. Оригинальность решений заключается в возможности включения в процесс проектирования радиотехнических устройств прогнозирования параметрической надежности печатных плат, а в процесс производства печатных плат новых методов контроля качества на основе

рефлектометрических измерений волнового сопротивления печатных проводников.

Диссертация Фам Вьет Аня «Допусковые методы прогнозирования и контроля показателей надежности прецизионных печатных плат радиотехнических устройств» представляет законченную научно-квалификационную работу, выполненную на высоком научном уровне, содержащую решение актуальной научной задачи – повышения надежности и качества радиотехнических устройств на прецизионных печатных платах.

Работа полностью соответствует требованиям ВАК при Минобрнауки России, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор заслуживает присуждения степени кандидата технических по специальности 05.12.04 «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения».

Профессор кафедры ИУ4 «Проектирование и технология производства электронной аппаратуры» Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана,

д.т.н., профессор

Зинченко

Зинченко Людмила Анатольевна



Почтовый адрес: 105005, Москва, ул. 2-я Бауманская, д. 5, МГТУ им. Н. Э. Баумана, www.bmstu.ru

Телефон: 84992636552, e-mail: lzinchenko@bmstu.ru