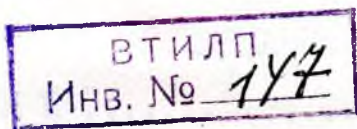


Экз. № 1



ВИТЕБСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ЛЕГКОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Витебск, Московский проспект, 72

На правах рукописи

УДК 621.396.6.049

РОМАНЬКОВ Николай Николаевич

рукоп.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ
КОММУТАЦИОННЫХ ПЛАТ РЭС, УСТОЙЧИВЫХ К
МНОГОФАКТОРНЫМ ВОЗДЕЙСТВИЯМ

Специальность 051221

"Радиотехнические системы спец.
назначения, включая технику СВЧ
и технологию их производства".

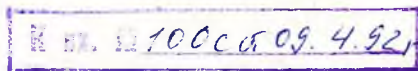
Диссертация на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель
к.т.н. доцент ТРОЯН Ф.Д.

Библиотека ВГТУ



Витебск-1991



СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
В В Е Д Е Н И Е	4
I. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРУКТУРНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ КОММУТАЦИОННЫХ ПЛАТ	9
I.1. Анализ методов конструирования коммутационных плат	9
I.2. Оценка эффективности применения коммутационных плат в условиях многофакторных воздействий.....	12
I.3. Влияние многофакторных воздействий на выбор конструктивно-технологических параметров комму- тационных плат	15
I.4. Требования к параметрам коммутационных плат....	20
I.5. Выводы. Постановка задачи	21
2. АНАЛИЗ И ФОРМИРОВАНИЕ ЗАДАЧИ ОПТИМАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОММУТАЦИОННЫХ ПЛАТ НА ОСНОВЕ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА	24
2.1. Методология системного подхода к выбору оптимальной конструкции коммутационной платы на этапе проектирования	24
2.2. Постановка задачи анализа конструкций коммутацион- ных плат в условиях многофакторных воздействий....	25
2.3. Анализ и формирование множества допустимых ва- риантов конструкций коммутационных плат	29
Выводы	34
3. РАЗРАБОТКА ОБОБЩЕННОЙ МОДЕЛИ И КРИТЕРИЕВ ОПТИМИЗАЦИИ КОНСТРУКЦИЙ КОММУТАЦИОННЫХ ПЛАТ	35
3.1. Разработка обобщенной модели конструкций коммутационных плат	35

3.2. Формирование критериев оптимизации конструкций коммутационных плат.....	стр. 42
Выводы	50
4. УСТОЙЧИВОСТЬ КОММУТАЦИОННЫХ ПЛАТ К ВЛИЯНИЮ МНОГОФАКТОРНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ	51
4.1. Сравнительная оценка механической устойчивости коммутационных плат	51
4.2. Сравнительная оценка тепловой совместимости коммутационных плат	79
4.3. Сравнительная оценка электромагнитной совмести- мости коммутационных плат.....	86
4.4. Выбор и обоснование оптимальных вариантов конструкций коммутационных плат.....	99
Выводы	103
5. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ КОММУТАЦИОННЫХ ПЛАТ И МЕТОДОВ МОНТАЖА, УСТОЙ- ЧИВЫХ К МНОГОФАКТОРНЫМ ВОЗДЕЙСТВИЯМ.....	105
5.1. Исследования устойчивости в условиях внешних механических воздействий	105
5.2. Измерение характеристик при воздействии температуры	132
5.3. Измерение параметров электромагнитной совместимости	141
5.4. Реализация процесса производства коммутацион- ных плат	150
Выводы	174
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	176
ЛИТЕРАТУРА	179
ПРИЛОЖЕНИЯ	193

ВВЕДЕНИЕ

Переход к рыночной экономике в нашей стране связан прежде всего с развитием научно-технического прогресса. При этом на центральное место выдвинуты проблемы повышения технического уровня производства и качества продукции. Решению этих проблем призваны способствовать радиоэлектроника и вычислительная техника, широкому применению которых придаётся исключительно важное значение.

Успешное применение радиоэлектронных систем (РЭС) во всех отраслях народного хозяйства и обороны стало возможным благодаря достижениям комплексной микроминиатюризации, в основе которой лежат принципы системного подхода к проектированию и применению систем, комплексов и устройств РЭС. В результате улучшены конструктивные и эксплуатационные параметры РЭС, что способствовало применению РЭС на морских судах, самолётах, ракетно-космической технике, различных объектах наземного базирования. При этом возросли объем и сложность решаемых задач по управлению и контролю объектами, выполняемых РЭС.

Вместе с тем комплексная микроминиатюризация РЭС выдвинула ряд проблем конструктивного и технологического характера. Одна из таких проблем относится к процессу формообразования РЭС, где наблюдается значительная диспропорция между массой и объемом активных элементов в сравнении с механическими несущими конструкциями, к которым прежде всего относятся коммутационные платы.

Так, если для РЭС III-го поколения объем и масса активных элементов составляет 15...30%, а объем монтажа и несущих конструкций 70...85%, то для РЭС IV поколения доля полезного объема и массы в блоках на бескорпусных ИС обычно не превышает единиц процентов или даже долей процента [1].

В настоящее время проблема повышения качества и надежности изделий радиоэлектроники, разработка новых технологических методов их

производства рассматриваются как наиболее актуальная проблема.

В связи с этим, учитывая разнообразные условия эксплуатации, требования к надежности и снижению массогабаритных показателей РЭС, особенно актуальной является задача разработки новых методов монтажа и конструкций коммутационных плат.

Общее число контактных соединений в РЭС III и IV -го поколений соизмеримо или превышает число основных функциональных элементов, что обуславливает сильную зависимость параметров РЭС от коммутационных соединений.

Коммутационные платы должны иметь достаточно технологичную конструкцию, удовлетворяющую техническим и эксплуатационным требованиям при выбранном типе и масштабе производств. Так, процессы сборки и монтажа занимают до 60...75% от общей трудоемкости изготовления и стоимости изделий, определяют на 80...90% массогабаритные показатели и на 50...70% показатели надежности РЭС [2].

В условиях эксплуатации на коммутационные платы в составе РЭС воздействует ряд внутренних и внешних факторов. Наибольшее влияние на надежность оказывают такие факторы внешней среды, как механические воздействия и температура. К внутренним факторам следует отнести наличие паразитных связей между коммутационными проводниками, в результате чего ограничивается быстродействие и снижается помехоустойчивость РЭС. При этом РЭС в большинстве случаев испытывают комплексное одновременное влияние ряда факторов.

К РЭС, для которых являются характерными условия эксплуатации с одновременным воздействием вышеназванных факторов, относятся бортовые самолетные РЭС.

Повышение качества коммутационных плат и эффективности их производства при одновременном снижении затрат на всех этапах проектирования, изготовления и эксплуатации требует учета всех влияющих факторов.

Разработка оптимальных вариантов конструкций коммутационных плат с учетом условий эксплуатации и производства на современном этапе представляет трудноразрешимую задачу без привлечения средств вычислительной техники и математического моделирования.

Вместе с тем вопросы проектирования коммутационных плат с учетом многофакторных воздействий разработаны ещё недостаточно, особенно вопросы многокритериальной оптимизации.

Целью настоящей работы является разработка и оптимизация методов монтажа и конструкций коммутационных плат, устойчивых к многофакторным воздействиям.

В соответствии с поставленной целью необходимо решить следующие задачи:

- разработать методику системного проектирования коммутационных плат оптимальной структуры с учетом многофакторных воздействий;
- обосновать критерии оптимизации структуры коммутационных плат;
- разработать математические модели механической устойчивости, тепловой и электромагнитной совместимости коммутационных плат;
- исследовать и обосновать параметры коммутационных плат оптимальной структуры;
- разработать способы и устройства, повышающие технико-экономические показатели коммутационных плат бортовых РЭС.

Научная новизна работы заключается в развитии методов системного подхода к проектированию коммутационных плат оптимальной структуры и содержит:

- методику системного подхода к проектированию, учитывающую многофакторные воздействия в условиях эксплуатации коммутационных плат;
- математические модели исследования механической устойчи-

вости, тепловой и электромагнитной совместимости коммутационных плат в условиях их эксплуатации.

П р а к т и ч е с к а я ц е н н о с т ь диссертационной работы заключается в разработке рекомендаций по применению и внедрению конструкций жестких коммутационных плат, армированных демпфирующими элементами, гибких коммутационных плат и блоков РЭС на их основе, жестко-гибких конструкций коммутационных плат, метода проводного монтажа и технологического оборудования для их производства.

На защиту выносятся следующие основные положения:

1. Элементы теории системного проектирования коммутационных плат с учетом влияния условий эксплуатации, включающих воздействие вибраций, тепловые воздействия, электромагнитную совместимость.
2. Обобщенная модель коммутационных плат на основе И-ИЛИ-дерева.
3. Частные и обобщенный критерии структурной оптимизации коммутационных плат.
4. Математические модели исследования механической устойчивости, тепловой и электромагнитной совместимости жестких, гибких и жестко-гибких коммутационных плат.
5. Технические решения вариантов коммутационных плат и блоков на их основе.
6. Результаты экспериментальных исследований разработанных конструкций коммутационных плат.
7. Технологическое оборудование для производства коммутационных плат.

Результаты исследований использованы при разработке бортовых РЭС и технологического оборудования на ряде предприятий страны:

п/я В-8543, п/я В-8759, п/я Ю-9799, п/я М-5075, п/я Х-5806

Основные результаты диссертационной работы опубликованы в 6

печатных работах, содержатся в 4 технических отчетах по НИР, выполненным при непосредственном участии автора и защищены 9 авторскими свидетельствами.

Тема диссертации непосредственно связана с планами НИР МРТИ г. Минск (Гос.рег. № 01.85.000.27.34; Гос.рег. № 040585 01.83.0; Гос.рег. № 01.83.00501.65; Гос.рег. № 01.86.00339.25) и планами работ предприятий и НИИ Министерств оборонной, авиационной и радиопромышленности (предприятия п/я Х-5806, п/я В-8543, п/я В-8759, п/я Ю-9799, п/я М-5075).