

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Сагиевой Индиры Ериковны «Стабильность характеристик модифицированных микрополосковых линий», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.14 – Антенны, СВЧ-устройства и их технологии

### Актуальность работы.

В радиоэлектронной аппаратуре (РЭА) широко используются микрополосковые линии (МПЛ). С ростом повышения требований к высокому быстродействию и надежности РЭА возникает необходимость в разработке МПЛ со стабильными электрическими характеристиками, а также уменьшение восприимчивости характеристик к изменениям топологии линий и температуры эксплуатации РЭА. В настоящее время актуальной является задача разработки и исследования оригинальных конструктивных решений МПЛ, удовлетворяющих требованиям стабильности значений погонной задержки и волнового сопротивления.

Научная новизна полученных результатов, сформулированных автором в диссертации, заключается в следующем:

1) получены зависимости погонной задержки и волнового сопротивления различных модифицированных МПЛ от высоты, ширины печатных проводников и расстояния между ними, показывающие возможность уменьшения чувствительности характеристик линий к изменению их геометрических и физических параметров;

2) теоретически и экспериментально исследовано распространение импульсного сигнала в МПЛ с дополнительно введенными одним и двумя проводниками, выявляющее изменение сигнала за счет различия погонных задержек его поперечных волн;

3) предложен и экспериментально проверен способ построения модальных фильтров (МФ) путем введения в МПЛ одного или двух проводников, заземленных на концах;

4) теоретически и экспериментально исследованы тепловые свойства погонной задержки, волнового сопротивления и частотных и временных характеристик модифицированных МПЛ.

Практическая значимость для науки и производства, полученных автором диссертации результатов.

Создана система практических рекомендаций (методики, модели, их программная реализация) для оценки чувствительности погонной задержки,

волнового сопротивления и характеристик модифицированных МПЛ к изменению геометрических и физических параметров линий. Показана возможность использования исследуемых структур МПЛ для защиты от сверхкороткого импульса (СКИ). Результаты работы внедрены в учебный процесс ТУСУР.

#### Результаты и выводы диссертационной работы.

Выполнен многовариантный квазистатический анализ электрических характеристик модифицированных МПЛ, который позволил минимизировать чувствительность погонной задержки и волнового сопротивления к изменению геометрических параметров линии. Показано, что при определенных параметрах МПЛ с одним или двумя заземленными на концах проводниками воздействующий СКИ разлагается на два импульса меньшей амплитуды, поэтому такую линию можно использовать в качестве МФ. Анализ влияния температуры окружающей среды на характеристики модифицированных МПЛ выявил существенное влияние температур на диэлектрическую проницаемость МПЛ. Сформулированы методики по оценке влияния заземления дополнительных проводников и температуры на характеристики МПЛ. Выполнена верификация результатов исследований в нескольких программных продуктах.

#### Апробация результатов.

Перечень публикаций свидетельствует о том, что результаты работы прошли апробацию на отечественных и международных конференциях.

#### В качестве замечания следует отметить:

- 1) Имеется некоторое несоответствие в подрисуночной записи рисунка 2.2 с рисунком 2.1. На каждом графике изображены несколько зависимостей, отличающиеся типом линии, к которым нет пояснений – какими зависимостями руководствоваться при каких условиях и как определить по графикам уменьшение чувствительности погонной задержки и волнового сопротивления линии *«вплоть до нулевой»*.
- 2) Не указано, какие параметры обозначены  $\tau_0$ ,  $\tau_1$ ,  $\tau_2$ ,  $\tau_3$  на рисунках 3.1 и 3.2. Нет пояснений к графикам. Имеются некоторые несоответствия, так, например, на рисунке 3.1б изображены две зависимости (судя по графическим обозначениям для  $\tau_1$  и  $\tau_2$ ), а в подрисуночной записи указано *«для  $\tau_1$ »*, на рисунке 3.1в изображены тоже две зависимости, а в подрисуночной записи указано *«для  $\tau_2$ »*. То же самое замечание относится и к рисунку 3.2. Отсутствуют пояснения к результатам, указанным в таблицах 3.1 и 3.2.

3) В 4-ом разделе формулировка «Так, при одновременном влиянии температуры на все параметры линии, показано, что поведение зависимостей  $\tau$  и  $Z$  остается прежним, однако их значения могут существенно (до 3 %) измениться» очень противоречиво. Не указан диапазон температур, в котором проводились исследования.

4) Имеется несоответствие текста и подрисуночной записи к рисунку 5.5. По тексту 50 пс относится к рисунку 5.5а, а в подрисуночной записи для рисунка 5.5а указано 40 пс. Не пояснено, почему выбраны параметры по 40 и 50 пс при амплитуде 1 В.

5) Не пояснен коэффициент  $\alpha$ . В заключении п.1 выглядит очень обобщенным, нет конкретики – за счет чего стало возможным минимизировать чувствительность погонной задержки и волнового сопротивления к изменению параметров линии.

#### Заключение.

Судя по автореферату, диссертационная работа «Стабильность характеристик модифицированных микрополосковых линий», выполнена на высоком научном уровне. Проведенные исследования можно охарактеризовать как научный труд, содержащий важные для науки результаты.

Автореферат отвечает требованиям ВАК, его автор, Сагиева Индира Ериковна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.14 – Антенны, СВЧ-устройства и их технологии.

Согласна на обработку моих персональных данных

Ведущий инженер-конструктор АО «НПЦ «Полус»,  
кандидат технических наук

Кузнецова-Таджибаева Ольга Михайловна

Акционерное общество «Научно-производственный центр «Полус»  
634050, г. Томск, Российская Федерация, Кирова пр., 56 «в»  
тел.: (382-2) 606-606, e-mail: [info@polus-tomsk.ru](mailto:info@polus-tomsk.ru)

Подпись Кузнецовой-Таджибаевой Ольги Михайловны заверяю

Ученый секретарь АО «НПЦ «Полус»



Л.Н. Ракова