

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Кенжегуловой Зарины Муратбековны  
«Аналитические модели защитных полосковых устройств на основе метода  
модального разложения во временной области»,

представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук  
по специальности 2.2.13 – Радиотехника,  
в том числе системы и устройства телевидения

Известно, что подавление высших гармоник и иных спектральных составляющих в сигнальных цепях радиоэлектронных средств (РЭС) диапазона сверхвысоких частот (СВЧ) с успехом реализуется за счёт использования фильтров различной структуры. Но при этом в этих сигнальных цепях постоянные токи питания активных элементов (АЭ: диодов, транзисторов, ламп бегущей волны и т.п.) зачастую не протекают.

Совсем другая ситуация возникает в полосковых линиях питания АЭ, когда шины/трассы постоянного тока должны быть подведены от источника питания к каждому АЭ без какой-либо фильтрации на нулевой частоте. Как правило, ширина печатных полосковых линий трасс питания находится под значительной нагрузкой по постоянному току, составляя несколько миллиметров, что значительно превышает ширину сигнальных СВЧ трасс (доли миллиметра). Поэтому такие широкие трассы, будучи фактически приёмными антеннами, способны улавливать СВЧ помехи и наводки всевозможных частот. При этом с точки зрения электромагнитной совместимости (ЭМС) РЭС СВЧ весьма опасны кратковременные преднамеренные или непреднамеренные высоковольтные импульсы, которые, «добравшись» по цепям питания до полупроводниковых АЭ, вполне могут вывести их из строя за счёт электрического пробоя *p-n* переходов. Поэтому следует принимать меры для понижения амплитуд коротких импульсных помех, ибо опасность представляет не их число, а их амплитуда. *В этом плане модальное разложение во временной области одного сверхкороткого импульса на ряд импульсов меньшей амплитуды актуально, и анализ этого процесса заслуживает поддержку.*

В диссертационной работе З.М. Кенжегуловой получило своё дальнейшее развитие направление исследований ТУСУР, связанное с модальным разложением импульсов. При этом разработаны новые аналитические модели и методы для анализа коэффициентов передачи полосковых устройств с модальными явлениями.

В процессе решения поставленных в работе задач и при формулировании положений, выносимых на защиту, чувствуется хороший уровень математической подготовки и глубокое проникновение в суть модальной фильтрации при корректном применении методов теории электрических цепей СВЧ, включая электродинамические аспекты. Работа хорошо апробирована, структурирована, а разделы логически увязаны. Она оставляет впечатление завершённости и содержит соответствующие выводы, что даёт основание для её поддержки.

Тем не менее, в качестве недостатка я отмечаю, что исследуемые структуры модальных фильтров (например, рис. 2.4 автореферата) характеризуются малыми

поперечными размерами ширин проводников, толщин диэлектрических заготовок и зазоров между полосковыми проводниками. Для спутниковых телекоммуникационных систем, где разброс температуры при обращении спутников на орбите весьма значителен (освещённая Солнцем сторона Земли или зона тени), исследование влияния температурных допусков конструктивно-технологических параметров на модально-импульсные характеристики цепей было бы вполне уместным.

Однако указанное замечание не снижает достоинств диссертационной работы. Она выполнена на актуальную тему, отвечает критериям научной новизны и практической значимости, соответствует заявленной специальности; содержит решение задачи, имеющей значение для развития соответствующей отрасли знаний, удовлетворяет требованиям «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Автор работы, Кенжегулова Зарина Муратбековна, заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук.

Доктор технических наук (05.12.21 по номенклатуре 1999 года), доцент по кафедре «Конструирование и технология радиоэлектронных средств», профессор по кафедре «Радиоприёмные и радиопередающие устройства» Новосибирского государственного технического университета



А.П. Горбачев

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет».  
630073, Новосибирск, проспект Карла Маркса, дом 20, корпус 4.  
Телефон: +7 (383) 346-15-46  
E-mail: gorbachev@corp.nstu.ru

Подпись профессора А.П. Горбачева заверяю.

Начальник отдела кадров НГТУ

Пустовалова Ольга Константиновна



7  
«19» июня 2023 года