

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
«Витебский государственный университет имени П. М. Машерова»  
(ВГУ имени П.М. Машерова)

УДК 537.86.029.657  
№ ГР20141911  
Инв. № \_\_\_\_\_

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по научной работе  
ВГУ имени П. М. Машерова  
д. б. н., профессор

И. М. Прищепа

«\_\_\_» декабря 2015 г.

ОТЧЕТ  
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

Разработка методов и алгоритмов моделирования распространения электромагнитных волн в многослойных композиционных структурах с размерами, меньшими длины волны

ГПНИ «Функциональные и композиционные материалы, наноматериалы»  
подпрограмма «Кристаллические и молекулярные структуры»  
задание 1.17  
(заключительный)

Начальник НИСа,  
к.геолого-минерал. наук,  
доцент

\_\_\_\_\_

И.А. Красовская

Научный руководитель  
к.ф.-м. н., доцент

\_\_\_\_\_

Ю. И. Бохан

Витебск 2015

## СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель темы  
к. ф.-м. н. \_\_\_\_\_ Ю.И.Бохан (введение, глава 1)

Исполнители темы:

профессор,  
д. ф.-м. н. \_\_\_\_\_ Н. К. Толочко (заключение)

старший  
преподаватель \_\_\_\_\_ С. М. Станкевич (глава 2)

Нормоконтролер \_\_\_\_\_ Т.В. Харкевич

## РЕФЕРАТ

Отчет 36 с., 1 ч., 12 рисунков, 1 таблица, 1 источник

ПЬЕЗОЭЛЕКТРИК, МНОГОСЛОЙНЫЙ, КЕРАМИЧЕСКИЙ, ФИЛЬТР,  
АЛГОРИТМ

Объектом исследования является методы моделирования многослойных керамических высокочастотных фильтров.

Цель работы — разработка алгоритма и методики расчета электрических параметров многослойных керамических высокочастотных фильтров.

На основе учета электродинамических параметров многослойного чип-фильтра в зависимости от геометрических размеров и количества слоев разработана методика расчета полосы пропускания фильтра в промежуточной области частот. В зависимости от толщины слоев и их электрофизических параметров определена область перехода от системы с распределенными параметрами к сосредоточенным.

Предложен алгоритм машинного проектирования высокочастотных схем на основе комплекса программ фирмы ANSOFT. Алгоритм включает синтез фильтров, экспорт результатов в другой уровень проектирования - анализ линейных схем. Разработанная методика позволяет проводить расчет электрических параметров многослойных чип-фильтров в переходной области частот 400 – 1000 МГц.

Разработанная методика может быть использована для конструирования чип-фильтров из различных диэлектрических материалов на промежуточных частотах.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 Электродинамическое моделирование	7
2 Компьютерное моделирование	20
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	35
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	36