

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

УДК 621.315:541.16

537.86.029.657

№ ГР20112041

Инв.№ \_\_\_\_\_

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе  
УО «ВГУ имени П.М. Машерова»  
д.б.н., профессор

И.М. Прищепа

27 декабря 2013г.

ОТЧЕТ

О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

по заданию 2.1.03

«Разработка и характеристика функциональных микро- и нанокompозитов  
с ауксетичными и мультимодульными свойствами»  
(заключительный)

подпрограмма «Наноматериалы и нанотехнологии»  
ГПНИ «Функциональные и машиностроительные материалы,  
наноматериалы» на 2011-2015 гг.,

Научный руководитель НИР:  
декан физического факультета  
кандидат физ.-мат. наук  
Ю.И.Бохан

27.12.2013

## Список исполнителей

Научный руководитель, к.ф-м..н.	_____27.12.2013г	Ю.И.Бохан	Введение, Раздел 2
Старший преподаватель	_____27.12.2013г	Н.М.Чирвоный	заключение Раздел 3
Главный конструктор ОАО «ВЗРД «Монолит»	_____27.12.2013г	В.Н.Щепетков	Раздел 4 Приложение 3
Начальник БНТИ КТО ОАО «ВЗРД «Монолит»	_____27.12.2013г	И.В.Калиновская	Раздел 1,
Зам. начальника ТО «КП» ОАО «ВЗРД «Монолит»	_____27.12.2013г	И.А.Яцуто	Раздел 4, 5 Приложение 1,2
Студент	_____27.12.2013г	А.И.Конопелько	Раздел 3
Студент	_____27.12.2013г	А.В.Чириков	Раздел 3
Нормоконтроль	_____27.12.2013г	Т.В.Харкевич	

## РЕФЕРАТ

Отчет: 125 страниц, 17 рисунков, 33 таблицы, 3 источника, 3 приложения  
СЕГНЕТОЭЛЕКТРИК, ТВЕРДЫЙ РАСТВОР, МНОГОСЛОЙНЫЙ,  
КЕРАМИЧЕСКИЙ, КОМПОЗИЦИОННЫЙ, ФИЛЬТР.

Объектом исследования являются материалы и конструкция гибридных пьезокерамических фильтров.

Цель работы — разработка составов и методики изготовления многослойных пьезокерамических высокочастотных фильтров.

Проведены теоретические расчеты параметров многослойных пьезокерамических высокочастотных фильтров и экспериментальные исследования влияния составов материалов на электрофизические параметры фильтров. Разработаны составы керамик на основе многокомпонентных твердых растворов пьезоэлектриков и низкотемпературных ферритов.

Изготовлены экспериментальные образцы и исследованы их АЧХ. Получены результаты, показывающие, что разработанные фильтры являются, в зависимости от конструкции, низко- или высокочастотными заграждающими.

Разработан проект ТУ на многослойные керамические фильтры.

## Содержание

Введение	5
1 Обзор рынка изделий (фильтры и гибридные изделия)	6
2 Выбор состава композиционного материала	17
2.1 Ферриты: синтез-свойства	17
2.2 Пьезоэлектрические материалы.	26
3 Моделирование конструкции многослойного гибридного фильтра	32
4 Технология производства	38
5 Обжиг заготовок фильтров	43
6 Экспериментальные результаты	44
Заключение	52
Список использованных источников	54
Приложение А	55
Приложение Б	71
Приложение В	85