



Плутон

АО «Плутон»
ИНН 7709093255, КПП 770901001
105120 Москва, ул. Н.Сыромятническая, д.11
т. +7 (495) 730 36 19, ф. +7 (495) 737 56 90
www.pluton.msk.ru, info@pluton.msk.ru

О Т З Ы В

**на автореферат диссертации Шакирзянова Рафаэля Иосифовича
«Радиопоглощающие свойства феррит-полимерных композитов на
основе поли(винилиденфторид-тетрафторэтилена) и Mn-Zn, Li-Mn-Zn
ферритов», представленной на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук по специальности
1.3.11 – «Физика полупроводников»**

В настоящее время из-за широкого распространения электронных устройств и быстрого интегрирования во многие сферы деятельности телекоммуникационных систем, работающих на все более высоких частотах (мегагерцовый и гигагерцовые диапазоны), сильно возросла уязвимость к электромагнитным помехам. Электромагнитные помехи часто приводят к выводу из строя микроволновых и электронных устройств. Срок службы и производительность систем связи можно увеличить за счет эффективного экранирования от электромагнитных помех. Кроме того, существует потребность оборонного и аэрокосмического комплексов в новых концепциях эффективных экранирующих и поглощающих микроволны материалов. В частности, такие материалы могут быть использованы для самолетов-невидимок, маскировки наземных военных средств от радиолокационного наблюдения с воздуха и проектирование безэховых камер. В связи с этим разработка новых материалов, поглощающих электромагнитное излучение в последнее время приобрела большое значение и требует обширных исследований. Учитывая вышеизложенное, тема, представленной на отзыв, диссертационной работы является актуальной.

Работа посвящена получению и изучению электромагнитных, радиопоглощающих свойств, а также исследованию микроструктуры феррит-полимерных композитов. В качестве матрицы композитов был использован электроактивный полимер ПВДФ, известный в научной литературе как сегнетоэлектрический органический материал. В качестве наполнителей композитов были использованы ферриты-шпинели составов $\text{Mn}_{0,58}\text{Zn}_{0,26}\text{Fe}_{0,16}\text{Fe}_2\text{O}_4$ (марка 2000НМ) и $\text{Li}_{0,33}\text{Fe}_{2,29}\text{Zn}_{0,21}\text{Mn}_{0,17}\text{O}_4$. Достоинством работы является комплексный анализ электродинамических свойств двух композитных составов Ф42В/2000НМ, Ф2М/Li-Mn-Zn феррит, которые демонстрируют высокие радиопоглощающие характеристики в области частот 1 – 7 ГГц с шириной на уровне ослабления 10 дБ около 2 ГГц и диапазоном максимального ослабления 15 – 35 дБ. Диссертант, проведя анализ спектров диэлектрической и магнитной проницаемостей, определил доминирующие механизмы потерь электромагнитной энергии в разработанных композитах и связь между некоторыми структурными и электромагнитными характеристиками. Помимо этого, частотные спектры магнитной проницаемости были разложены на составляющие с использованием математических методов обработки. Данное разложение позволило разработать метод прогнозирования спектра коэффициента отражения на металлической пластине, который характеризует радиопоглощающие свойства композитов в конфигурации поглотитель/металлическая пластина.

Степень достоверности результатов не вызывает сомнений, поскольку все эксперименты были выполнены на хорошем научном уровне с использованием современных методов исследования, обработки результатов и современного оборудования. Результаты работ опубликованы в 4 статьях, входящих в издания из Перечня ВАК и международную базу Scopus, апробированы на 3 конференциях (в том числе международных).

К автореферату имеются замечания:

1. Во введении было отмечено, что ферриты-шпинели в качестве катиона Me^{2+} могут иметь Ni, Co, Cu, Cd и т.д. Из текста автореферата не совсем понятен чем обусловлен выбор феррита марки 2000НМ и Li-Mn-Zn феррита.

2. Поскольку образцы получали методом термопрессования (т.е. при использовании давления) следовало бы оценить влияние давления на механические напряжения, возникающие в ферритовой керамике.

Приведенные выше замечания не снижают общую положительную оценку диссертационной работы. Представленная диссертация является законченным исследованием, написанным на высоком научно-техническом уровне. Автореферат диссертации соответствует требованиям Положения о порядке присуждения степеней в НИТУ «МИСИС», которые предъявляются к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук. Диссертант Шакирзянов Рафаэль Иосифович рекомендуется к присуждению ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.11 – «Физика полупроводников».

Заместитель генерального директора
по научно-технологическому развитию,
доктор технических наук

И.П. Ли

Подпись Ли И.П. удостоверяю:

Начальник отдела кадров



А.Е. Чвырева