



## ОТЗЫВ

**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»**

*Актуальность работы.* В связи с устойчивым трендом повышения рабочих частот электронных, радиотехнических приборов и оборудования на сегодняшний день активно используются частоты электромагнитного излучения высокого уровня мощности практически во всем диапазоне СВЧ. При этом возникают такие проблемы как неправильная работа высокоточного электронного оборудования, вызванная электромагнитными помехами, утечка секретной информации при излучении электромагнитной волны проводных линий в эфир. Таким образом, электромагнитная совместимость и электромагнитные помехи становятся серьезными проблемами, и большое внимание уделяется поиску подходящих радиопоглощающих материалов для решения данных задач. Несмотря на то, что во всем мире проводятся обширные исследования по созданию новых высокоэффективных радиопоглоотителей, до сих пор ведется синтез различных поглотителей электромагнитной энергии, в которых используются электропроводные металлические порошки, ферриты, углеродные материалы, синтетические органические волокна и др. В связи с этим имеет интерес изготовления композитов из электроактивных сополимеров поливинилиденфторида и ферритов-шпинелей, поскольку сочетание высокой диэлектрической и магнитной проницаемостей позволяет создавать эффективные радиопоглоотители из-за синергетического эффекта одновременного действия диэлектрических и магнитных потерь. По этой причине выбранная тема диссертации является актуальной.

*Научная новизна и практическая ценность.* Научной новизной, представленной на отзыв диссертационной работы и автореферата, является получение нового радиопоглощающего феррит-полимерного композиционного материала, а также исчерпывающее исследование электромагнитных свойств композитов, позволившее установить механизмы потерь электромагнитной энергии в них. Диссертантом проделана внушительная работа по изучению положения дел в синтезе и особенностях электромагнитных характеристик ферритсодержащих полимерных композитов. Измерены в широком диапазоне частот электрофизические характеристики экспериментальных образцов, определены оптимальные концентрации феррита для определенных частотных диапазонов электромагнитного излучения. Предложен метод моделирования



радиопоглощающих свойств феррит-полимерных композитов через расчет коэффициента отражения на металлической пластине.

*Апробация.* Результаты исследования были опубликованы в 4 журнальных статьях, входящих в Перечень ВАК. 2 публикации также входят в международную базу цитирования Scopus. Помимо этого, диссертант выступал с докладами на 3 конференциях, 2 из которых имели международный статус.

Основные положения диссертационной работы достаточно полно раскрыты в тексте автореферата. Диссертация является завершенным научным трудом, выполненном на хорошем научном уровне.

*Замечания.* К автореферату имеется несколько замечаний:

1. В выводах нет конкретики по практическому применению разработанного радиопоглощающего материала.

2. В тексте на стр. 11 над формулой (9) встречается термин «матричный композит». Что имеется в виду под «матричным феррит-полимерным композитом»?

3. В работе было бы полезно привести данные о крайних возможностях разработанных радиопоглотителей. Для какой мощности электромагнитного излучения рассчитаны радиопоглощающие феррит-полимерные композиты, разработанные в работе?

Вышеперечисленные замечания и пожелания не влияют на положительную оценку автореферата и диссертационной работы Шакирзянова Р.И. Содержание автореферата соответствует требованиям Положения о порядке присуждения степеней в НИТУ «МИСИС» и Положения ВАК Минобрнауки РФ, которые предъявляются к кандидатским диссертациям. Шакирзянов Рафаэль Иосифович может быть рекомендован к присуждению ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.11 – «Физика полупроводников» по итогам публичной защиты.

Начальник НПК 9 АО «НПП «Исток» им. Шокина», к.т.н.



Налогин Алексей Григорьевич

08.12.2022г.

141190, г. Фрязино, Вокзальная ул., д. 2а, корпус 1, ком. 65, этаж 2.

Телефон: +7 (495) 465-86-15

E-mail: [agnalogin@istokmw.ru](mailto:agnalogin@istokmw.ru)

Подпись Налогина А.Г. заверяю:

Ученый секретарь диссертационного совета Д409.001.01

АО «НПП «Исток» им. Шокина», к.т.н.



Куликова Ирина Владимировна