

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

о диссертанте Шакирзянове Рафаэле Иосифовиче, выполнившем диссертационную работу "РАДИОПОГЛОЩАЮЩИЕ СВОЙСТВА ФЕРРИТ-ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИ(ВИНИЛИДЕНФТОРИД-ТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА) И Mn-Zn-, Li-Mn-Zn-ФЕРРИТОВ", представленную к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.11 «Физика полупроводников»

Шакирзянов Рафаэль Иосифович, 27.06.1994 г. р., в 2018 г. закончил магистратуру кафедры Технологии Материалов Электроники (ТМЭ) НИТУ МИСиС по направлению 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника». После окончания магистратуры поступил в аспирантуру той же кафедры.

В аспирантуре Шакирзянову Р.И. были поставлены научно-технологические задачи по разработке радиопоглощающих композитов на основе полимерных матриц и ферритовых наполнителей и изучению особенностей взаимодействия электромагнитных волн с этими материалами. В рамках указанной научной темы Рафаэль Иосифович работал еще будучи студентом-магистром. В частности, исследованию полимерных композитов была посвящена его магистерская квалификационная работа.

За годы обучения в аспирантуре и в процессе работы над своей диссертационной работой Шакирзянов Р.И. показал себя, как высоко квалификационный инженер и пытливый исследователь, способный решать исследовательские и технологические задачи в области полимеров, ферритов и ферритовых полимерных композиций (ФПК). Он в состоянии самостоятельно грамотно спланировать научные технологические и исследовательские эксперименты, интерпретировать полученные результаты исследований, разработать технологическую схему получения материала с хорошей воспроизводимостью свойств. На сегодняшний день Шакирзянов Р.И. – полностью сформировавшийся высоко квалифицированный исследователь и технолог, способный решать целый ряд научных и практических задач.

В диссертационной работе Р.И. Шакирзянова получены следующие результаты, обладающие научной новизной:

1. Впервые в России получены и комплексно исследованы композитные материалы, в которых в качестве матрицы использовались электроактивные сополимеры поливинилиденфторида марок Ф42В, Ф2МВ, а в качестве наполнителей ферриты-шпинели составов $Mn_{0,58}Zn_{0,26}Fe_{0,16}Fe_2O_4$ и $Li_{0,33}Fe_{2,29}Zn_{0,21}Mn_{0,17}O_4$, соответственно. Изучены электрофизические свойства ФПК состава П(ВДФ-ТФЭ)/Mn-Zn-феррит, П(ВДФ-ТФЭ)/Li-Mn-Zn-феррит в широком диапазоне частот (от 25 Гц до 7 ГГц) и интервале температур 25 – 100 °С;
2. Изучены радиопоглощающие свойства ФПК состава П(ВДФ-ТФЭ)/Mn-Zn-феррит, П(ВДФ-ТФЭ)/Mn-Zn-феррит в СВЧ-диапазоне (от 0,1 МГц до 7 ГГц). Показано, что использование матрицы из полярного полимера П(ВДФ-ТФЭ) имеет такие преимущества при разработке композитного полимерного РПМ, как высокий коэффициент ослабления ЭМИ, низкие массогабаритные показатели;
3. Для полученных ФПК проанализировано применение известных моделей эффективной среды. Показано, что с помощью теории эффективной среды возможно производить

моделирование спектров магнитной проницаемости феррит-полимерных композитов и рассчитывать эффективные значения диэлектрической проницаемости;

4. На примере Mn-Zn-феррита с полупроводниковыми свойствами и диэлектрического Li-Mn-Zn-феррита впервые показано, что электропроводность ферритового наполнителя может существенно влиять на радиопоглощающие характеристики ФПК.

Целый ряд результатов диссертанта обладает практической ценностью.

В частности, проведенные исследования показывают, что ФПК состава П(ВДФ-ТФЭ)/Mn-Zn-феррит с объемной долей феррита в пределах от 0,09 до 0,21, размерами частиц от 45 до 200 мкм и ФПК П(ВДФ-ТФЭ)/LiMnZn-феррит с долей от 0,36 до 0,6 могут использоваться как в качестве эффективных РПМ, в которых возможно изменение поглощающих свойств в широких пределах за счет изменения концентрации и толщины поглотителя. Композиты П(ВДФ-ТФЭ)/Mn-Zn-феррит с объемной долей более 0,37 могут использоваться как эффективные радиоэкранирующие материалы.

По материалам диссертации опубликовано 4 статьи, в том числе 2 статьи в журналах, индексируемых в Scopus, WoS и 2 статьи в журнале, рекомендованном в ВАК РФ по специальности.

Результаты диссертационной работы прошли хорошую апробацию, докладывались и обсуждались, в частности, на следующих научных конференциях:

- XXIX Международная конференция ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ И МАТЕРИАЛЫ (фундаментальные физические исследования) «ИЗУЧЕНИЕ РАДИОПОГЛОЩАЮЩИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОМПОЗИТОВ ПОЛИМЕР/ФЕРРИТ-ШПИНЕЛЬ В ДИАПАЗОНЕ ЧАСТОТ 500–5000 МГц», Москва 2021, МЭИ, 26-27 ноября 2021;
- IX International Scientific Conference «Actual problems of solid state Physics» “Influence of electric properties of inclusions on permeability spectra and microwave absorption in magnetic polymer composites based on spinel ferrites”, Минск, 22-26 ноября 2021;
- The 4th International Baltic Conference on Magnetism 2021, «High frequency properties of P(VDF-TFE)/Mn-Zn ferrite/carbonyl iron/graphite composites» Svetlogorsk, Russia August 29 — September 2, 2021.

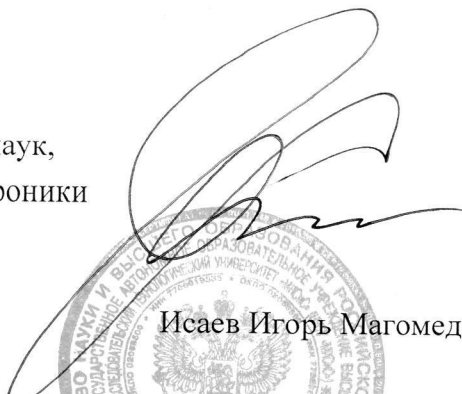
Результаты проведенных в диссертации исследований могут найти применение на таких предприятиях РФ, как АО «НПП «Исток им. Шокина» (г. Фрязино Моск. обл.), НИИ «Феррит-Домен» (г. Санкт-Петербург), НИИ радиотехники и электроники им. Котельникова РАН (г. Москва).

Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Считаю, что диссертационная работа Рафаэля Иосифовича Шакирзянова "РАДИОПОГЛОЩАЮЩИЕ СВОЙСТВА ФЕРРИТ-ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИ(ВИНИЛИДЕНФТОРИД-ТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА) И Mn-Zn-, Li-Mn-Zn-ФЕРРИТОВ" является завершённой научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, имеет важное научное и практическое значение и соответствует требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском технологическом университете «МИСиС».

Считаю, что диссертант Шакирзянов Р.И. достоин присвоения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности **1.3.11 «Физика полупроводников»**.

Научный руководитель, кандидат технических наук,
доцент кафедры Технологии Материалов Электроники
НИТУ «МИСиС»



Исаев Игорь Магомедович

Подпись Исаева И.М. заверяю

М.П.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»
119049, г. Москва, Ленинский пр-кт, д. 4, стр. 1.,
тел.: +7 (495) 638 4591, +7 903 771 8832; E-mail: isa@misis.ru

ОТЗЫВ НАУЧНОГО КОНСУЛЬТАНТА

о диссертанте Шакирзянове Рафаэле Иосифовиче, выполнившем диссертационную работу "РАДИОПОГЛОЩАЮЩИЕ СВОЙСТВА ФЕРРИТ-ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИ(ВИНИЛИДЕНФТОРИД-ТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА) И Mn-Zn-, Li-Mn-Zn-ФЕРРИТОВ", представленную к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.11 физика полупроводников

Шакирзянов Рафаэль Иосифович родился 27.06.1994 г. В 2018 г. закончил магистратуру кафедры Технологии Материалов Электроники (ТМЭ) НИТУ МИСиС по направлению 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника» и сразу же поступил в аспирантуру при названной кафедре.

Аспиранту Шакирзянову Р.И. была поставлена задача получения радиопоглощающих материалов в виде ферритовых полимерных композиций (ФПК), представляющих собой матрицу в виде полимера (в том числе и электрически активного полимера) и наполнитель в виде частиц (гранул) феррита. В таких материалах высокую потребность ощущают современное электронное приборостроение для обеспечения электромагнитной совместимости электронных устройств и электронного оборудования, медицина для реализации электромагнитной безопасности рабочих мест и жилых помещений в местах высокого электромагнитного фона, военная техника для использования в технологиях Stealth.

С октября 2019 г. Шакирзянов Р.И. успешно совмещает обучение в аспирантуре с деятельностью в должности заведующего лаборатории кафедры ТМЭ на полную ставку.

Во время обучения в аспирантуре (с 01.09.2018 по 31.08.2022) в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», кафедра «Технологии материалов электроники», диссертант успешно работал над диссертационной работой, которую подготовил в срок.

В диссертационной работе Шакирзянова Р.И. впервые в России получены и комплексно изучены ФПК на основе электроактивных сополимеров поливинилиденфторида марок Ф42В, Ф2МВ в качестве матрицы и ферритов-шпинелей составов $Mn_{0,58}Zn_{0,26}Fe_{0,16}Fe_2O_4$ и $Li_{0,33}Fe_{2,29}Zn_{0,21}Mn_{0,17}O_4$ в качестве наполнителей.

За время работы над диссертацией Шакирзянов Р.И. показал себя, как квалификационный инженер и грамотный ученый, способный на высоком научно-техническом уровне решать поставленные задачи. На сегодняшний день Рафаэль Иосифович – полностью сформировавшийся специалист высшей квалификации, способный самостоятельно планировать и выполнять научно-технические проекты, исследования.

Из научной новизны работы следовало бы отметить следующие результаты:

1. Впервые в России получены и комплексно исследованы композитные материалы, в которых в качестве матрицы использовались электроактивные сополимеры поливинилиденфторида марок Ф42В, Ф2МВ, а в качестве наполнителей ферриты-шпинели составов $Mn_{0,58}Zn_{0,26}Fe_{0,16}Fe_2O_4$ и $Li_{0,33}Fe_{2,29}Zn_{0,21}Mn_{0,17}O_4$, соответственно. Изучены электрофизические свойства ФПК состава П(ВДФ-ТФЭ)/Mn-Zn-феррит, П(ВДФ-ТФЭ)/Li-Mn-Zn-феррит в широком диапазоне частот (от 25 Гц до 7 ГГц) и интервале температур 25 – 100 °С;

2. Изучены радиопоглощающие свойства ФПК состава П(ВДФ-ТФЭ)/Mn-Zn-феррит, П(ВДФ-ТФЭ)/Mn-Zn-феррит в СВЧ-диапазоне (от 0,1 МГц до 7 ГГц). Показано, что использование матрицы из полярного полимера П(ВДФ-ТФЭ) имеет такие преимущества при разработке композитного полимерного РПМ, как высокий коэффициент ослабления ЭМИ, низкие массогабаритные показатели;
3. Для полученных ФПК проанализировано применение известных моделей эффективной среды. Показано, что с помощью теории эффективной среды возможно производить моделирование спектров магнитной проницаемости феррит-полимерных композитов и рассчитывать эффективные значения диэлектрической проницаемости;
4. На примере Mn-Zn-феррита с полупроводниковыми свойствами и диэлектрического Li-Mn-Zn-феррита впервые показано, что электропроводность ферритового наполнителя может существенно влиять на радиопоглощающие характеристики ФПК.

Шакирзянов Р.И. принимал активное участие в постановке задач и выборе объектов исследования и технологических режимов их получения. Им были разработаны концепции всех представленных экспериментов и осуществлен синтез соответствующих образцов, полностью произведена интерпретация результатов анализа объектов исследования.

По материалам диссертации опубликовано 4 статьи, в том числе 2 статьи в журналах, индексируемых в Scopus, WoS и 2 статьи в журнале, рекомендованном в ВАК РФ по специальности.

Результаты диссертационной работы прошли хорошую апробацию, докладывались и обсуждались, в частности, на следующих научных конференциях:

- XXIX Международная конференция ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ И МАТЕРИАЛЫ (фундаментальные физические исследования) «ИЗУЧЕНИЕ РАДИОПОГЛОЩАЮЩИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОМПОЗИТОВ ПОЛИМЕР/ФЕРРИТ-ШПИНЕЛЬ В ДИАПАЗОНЕ ЧАСТОТ 500–5000 МГц», Москва 2021, МЭИ, 26-27 ноября 2021;
- IX International Scientific Conference «Actual problems of solid state Physics» “Influence of electric properties of inclusions on permeability spectra and microwave absorption in magnetic polymer composites based on spinel ferrites”, Минск, 22-26 ноября 2021;
- The 4th International Baltic Conference on Magnetism 2021, «High frequency properties of P(VDF-TFE)/Mn-Zn ferrite/carbonyl iron/graphite composites» Svetlogorsk, Russia August 29 — September 2, 2021.

Результаты диссертационной работы Шакирзянова Р.И. были использованы при выполнении проекта с РНФ на тему «Разработка ферритовых композиционных материалов, как эффективных сред радиопоглощения и интенсивных магнитоэлектрических эффектов» (соглашение № 19-19-00694 от 06 мая 2019 г., тема в НИТУ МИСиС № 8219301).

Результаты проведенных в диссертации исследований могут найти применение на целом ряде предприятий РФ. В частности, на таких, как АО «НПП «Исток им. Шокина» (г. Фрязино Моск. обл.), НИИ «Феррит-Домен» (г. Санкт-Петербург), НИИ радиотехники и электроники им. Котельникова РАН (г. Москва).

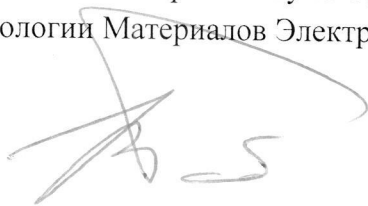
Р.И. Шакирзянов подготовил диссертацию, удовлетворяющую требованиям, предъявляемым к диссертационным работам на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности **1.3.11 «Физика полупроводников»**.

Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Считаю, что диссертационная работа Шакирзянова Рафаэля Иосифовича "РАДИОПОГЛОЩАЮЩИЕ СВОЙСТВА ФЕРРИТ-ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИ(ВИНИЛИДЕНФТОРИД-ТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА) И Mn-Zn-, Li-Mn-Zn-ФЕРРИТОВ" является завершённой научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, имеет важное научное и практическое значение и соответствует требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском технологическом университете «МИСиС».

Считаю, что диссертант Шакирзянов Р.И. достоин присвоения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности **1.3.11 «Физика полупроводников»**.

Научный консультант, доктор физ.-мат. наук, проф.,
действительный член Академии Инженерных Наук РФ,
заведующий кафедрой Технологий Материалов Электроники
НИТУ «МИСиС»



Костишин Владимир Григорьевич

Подпись Костишина В.Г. заверяю

М.П.

ПОДПИСЬ _____ ЗАВЕРЯЮ
Проректор по безопасности
и общим вопросам
НИТУ «МИСиС»



Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

119049, г. Москва, Ленинский пр-кт, д. 4, стр. 1.,

тел.: +7 (495) 638 4651, +7 965 297 9410; E-mail: kostishin@misis.ru drvgkostishyn@mail.ru