

Проректор



«УТВЕРЖДАЮ»

работе НИУ МИЭТ,

профессор, д.т.н.

С.А. Гаврилов

2019 г.

## ОТЗЫВ

ведущей организации

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники» на диссертационную работу Зайцевой Марии Павловны «Флуоресцентные композиционные наночастицы на основе оксидов железа для магнитной дефектоскопии», представленную на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 05.16.08 – Нанотехнологии и наноматериалы

Целью работы является разработка методов получения флуоресцентных композиционных наночастиц оксидов железа различной дисперсности, в том числе с оболочкой  $\text{SiO}_2$ , и исследование их магнитных и спектрально-оптических характеристик.

Диссертационная работа изложена на 141 страницах, включая 12 таблиц и 91 рисунок. Библиография насчитывает 185 наименований. Диссертация состоит из введения, литературного обзора, методической и экспериментальной части, выводов, списка цитируемой литературы.

**В первой главе** приводится обзор литературы, использованной в диссертационной работе. Рассмотрены классификация и методы получения наночастиц оксидов железа с широким диапазоном размеров, а также функциональных композиционных структур различной природы на их

основе. Содержание обзора показывает, что автор хорошо разбирается в выбранной сфере исследований и способен правильно поставить цель и задачи работы, сформулированные в заключении главы, и выбрать обоснованные методы их решения.

**Во второй главе** приводится подробный перечень и описание материалов и методов исследования.

**Третья глава** посвящена непосредственно созданию композиционных материалов путем модифицированной технологии осаждения из раствора. При этом исследованы зависимости формирования частиц ядра (оксидов железа) и поверхностных слоев ( $\text{SiO}_2$ , люминесцентные красители) от различных технологических параметров с использованием нескольких современных методов структурных исследований, выбраны оптимальные условия для создания функциональных композитов с различными люминесцентными красителями, предназначенных для магнитопорошковой люминесцентной дефектоскопии. Поскольку при формировании нанокompозитов было исследовано поведение новых веществ, а также условия формирования наночастиц и слоев различной природы в данной главе показана перспективность разработанной методики для создания и других наноразмерных и многослойных композиционных материалов функционального назначения.

**В заключении** перечислены выводы по проделанной работе, которые имеют научную новизну и несомненную практическую значимость.

**Научная новизна** диссертации определяется тем, что:

1. Предложена модификация метода старения, состоящая в проведении синтеза без барботирования азотом с мягким перемешиванием, что обеспечивает возможность получения наночастиц оксидов железа размером 20 нм.

2. Установлены закономерности получения оболочки  $\text{SiO}_2$  на поверхности наночастиц оксидов железа ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ,  $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ) различной дисперсности. Установлены зависимости толщины оболочки от

концентрации прекурсора оболочки  $\text{SiO}_2$  и продолжительности механического перемешивания.

3. Предложен способ связывания наночастиц оксидов железа ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ,  $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ) с производным флуоресцеина (этиловый эфир-О-бромэтила флуоресцеина) через аминированную поверхность наночастиц как с тонкой оболочкой сорбированного 3-аминопропилтриметоксисилана, так и с оболочкой, полученной модифицированным методом Штобера, толщиной до 35 нм.

4. Предложен способ связывания наночастиц оксидов железа ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ,  $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ) с производным 4-метокси-1,8-нафталимида 1, содержащим хлорформильную группу в составе N-алкильного заместителя, заключающийся в образовании пептидной связи через аминированную поверхность наночастиц с тонкой оболочкой сорбированного 3-аминопропилтриметоксисилана.

5. Выявлен размерный эффект влияния наночастиц оксидов железа ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ,  $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ) на их люминесцентные свойства.

Выполненные исследования имеют существенную **практическую значимость**. Автором получены образцы композиционных наночастиц оксидов железа ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ,  $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ), пригодные для тонкой дефектоскопии металлических деталей, разработана технология синтеза флуоресцентных композиционных наночастиц различной дисперсности (20-110 нм) на основе системы оксид железа ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ,  $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ) –  $\text{SiO}_2$  с аминированной поверхностью, модифицированной этиловым эфиром-О-бромэтилафлуоресцеина или производным 4-метокси-1,8-нафталимида 1, содержащим хлорформильную группу в составе N-алкильного заместителя, получены данные по интенсивности флуоресценции в ультрафиолетовом диапазоне в зависимости от дисперсности частиц ядро-оболочка.

**Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и заключений** определяется использованием ряда современных методик

исследования, результаты которых характеризуются воспроизводимостью и не противоречат друг другу.

**Подтверждение опубликованных в научной печати основных результатов диссертации.** По материалам диссертации опубликованы 3 научные статьи, 13 тезисов докладов и получен 1 патент Российской Федерации.

По диссертации можно сделать следующие **замечания**:

1. Из текста диссертации не очень ясно, какими магнитными характеристиками должны обладать порошки, чтобы быть пригодными для использования в качестве пенетранта.

2. Не приведены подтверждающие документы о возможности использования суспензий композиционных наночастиц в качестве пенетранта.

3. Существуют ли импортные аналоги пенетрантов для магнитной дефектоскопии, основанные на наночастицах оксидов металлов?

### **Общая характеристика диссертационной работы**

Сделанные замечания не влияют на общую высокую оценку диссертационной работы, в том числе научной новизне и практической значимости. Содержание автореферата соответствует материалам, изложенным в диссертации.

По результатам ознакомления с содержанием диссертации, автореферата и опубликованных автором работ можно сделать следующее заключение.

Выводы соответствуют поставленным задачам. Диссертация написана доступным языком и аккуратно оформлена. Автореферат диссертации и публикации автора соответствуют представленной работе и достаточно полно ее отражает. Автором решена научная проблема, которая вносит значительный вклад в развитие страны.

Диссертация является законченной научно-квалификационной работой и выполнена на хорошем теоретическом и экспериментальном уровне и соответствует критериям пункта 9 «Положения о порядке присуждения

ученых степеней», утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор Зайцева Мария Павловна заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата химических наук за новые научно-обоснованные технологические решения и разработки связанные с получением флуоресцентных композиционных наночастиц на основе оксидов железа для магнитной дефектоскопии, что соответствует пунктам 3.1; 3.2; 3.7 паспорта специальности 05.16.08 – Нанотехнологии и наноматериалы (химия и химическая технология).

Диссертационная работа и отзыв обсуждены на учёном совете института Перспективных Материалов и Технологий федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники» «29» мая 2019 года (протокол №22)

Отзыв составил:

доктор технических наук  
профессор Института ПМТ

Шерченков А.А.

124498, г. Москва, г. Зеленоград, площадь Шокина, дом 1.

Тел.: (499) 731-44-41. Эл. почта: [netadm@miee.ru](mailto:netadm@miee.ru).

Подпись Шерченкова Алексея Анатольевича удостоверяю:

Ученый секретарь НИУ МИЭТ,  
кандидат технических наук, профессор

Ларионов Н. М.