

О Т З Ы В

на автореферат диссертации Грицяя Максима Александровича на тему
«Микрофлюидный синтез и синхротронные исследования
наноразмерных магнитных композитов», выдвигаемую на соискание
ученой степени кандидата физико-математических наук по
специальности 2.6.6. Нанотехнологии и наноматериалы (физико-
математические науки)

Актуальность темы диссертации М.А. Грицяя обусловлена необходимостью разработки новых подходов к прецизионному управлению магнитными характеристиками наночастиц оксидов переходных металлов, используемых в биомедицине и технике. Автор рассматривает решение этой проблемы с различных сторон, исследуя как влияние внешнего магнитного поля в процессе электрохимического синтеза, так и структурные особенности анизотропных наночастиц феррита кобальта шпинельного типа, композитов металл-органических каркасов, а также наночастиц, полученных в контролируемых гидродинамических условиях микрофлюидного реактора.

Ознакомление с содержанием работы показывает, что в ней решен комплекс взаимосвязанных задач. Детально оптимизирован электрохимический синтез суперпарамагнитных наночастиц $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ с низкой коэрцитивной силой. Исследован оригинальный одностадийный синтез магнитно-управляемых катализаторов разложения красителей на основе $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{@MIL-88A}$. Методом рентгеновской спектроскопии поглощения проведен детальный анализ распределения магнитных катионов по позициям в кристаллической решетке шпинелей CoFe_2O_4 . Кроме того, автором разработана масштабируемая микрофлюидная технология получения высокостабильных суперпарамагнитных наночастиц для анодов литий-ионных аккумуляторов, а обратимость структурных превращений в них доказана с помощью *operando* синхронной спектроскопии.

Диссертантом получено впервые:

- разработан оригинальный способ электрохимического синтеза суперпарамагнитных наночастиц $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ со средним размером порядка 13 нм, характеризующихся высокой намагниченностью насыщения ($53 \text{ А} \cdot \text{м}^2/\text{кг}$) и низкой коэрцитивной силой (6 Э) во внешнем магнитном поле;
- установлена количественная корреляция между величиной приложенного при синтезе магнитного поля, размером формирующихся кристаллитов и их доменной структурой;
- выявлено влияние условий синтеза на подавление нежелательных примесных фаз и стабилизацию чистой фазы маггемита.

Практическая значимость работы:

- предложенные электрохимические методики позволяют осуществлять синтез магнитных наночастиц с заданными параметрами магнитной мягкости, что важно для биомедицинских применений;

- результаты работы могут быть непосредственно использованы организациями, занимающимися разработкой магнитных носителей для адресной доставки лекарств, биосенсоров и контрастных агентов для МРТ.

Замечания к работе:

- Из текста автореферата не вполне ясно, каков ресурс непрерывной работы разработанных 3D-печатных микрофлюидных чипов до их деградации под воздействием реакционных сред или засорения каналов оксидным осадком.
- В автореферате не приводится информация о стабильности магнитных параметров (намагниченности насыщения и коэрцитивной силы) полученных суперпарамагнитных наночастиц при их длительном хранении в воздушной среде с течением времени.

Диссертация представляет собой завершённую научно-исследовательскую работу на актуальную тему. Научные результаты, полученные Грицаем М.А., имеют существенное значение для физики магнитных явлений, нанотехнологий и функциональных материалов. Выводы и рекомендации достаточно обоснованы. Диссертационная работа отвечает всем требованиям Положения ВАК РФ о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а её автор, Грицай Максим Александрович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 2.6.6. Нанотехнологии и наноматериалы (физико-математические науки).

Дата: «28» июль 2026 г.

Дмитриевский Александр Александрович,

Доктор физико-математических наук,
специальность 01.04.07 – Физика
конденсированного состояния, доцент,
профессор кафедры теоретической и
экспериментальной физики

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный
университет имени Г.Р. Державина»,

г. Тамбов, ул. Интернациональная, д. 33,

e-mail: aadmitr@yandex.ru

Телефон: +7 953 712 8248

