

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Беклемишевой Анны Владимировны**
на тему: **«Пространственная манипуляция микро и нано магнитными частицами с помощью ферромагнитных микропроводов Со»**, представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 - Физика конденсированного состояния

Развитие компонентной базы твердотельной электроники, вызванное непрерывным усложнением функций и расширением областей применения электронной аппаратуры, а также соответствующим уменьшением ее массогабаритных показателей, повышением быстродействия и надежности, сопровождается уменьшением характерных размеров создаваемых структур и основано, в основном, на широком применении тонкопленочных технологий в микро- и нанoeлектронике. В данной работе предложены альтернативные миниатюрные системы - ферромагнитные микропровода в качестве сенсорных элементов и источников высоко градиентного магнитного поля. Перспективной является разработка микронных магнитных манипуляторов биологических объектов, обладающих слабыми магнитными свойствами. Объединение сенсорных и управляющих функций микронных элементов является важной задачей для практических применений. Работа вносит существенный вклад в решение этой проблемы.

В диссертационной работе получен ряд новых результатов, в том числе:

- Предложена концепция беспроводных сенсорных элементов на основе ферромагнитных микропроводов, которые обладают эффектом магнитоимпеданса на микроволновых частотах. Электрический дипольный момент таких проводов в области частот антенного резонанса зависит от магнитных свойств через поверхностный импеданс. Это дает возможность контролировать амплитуду рассеяния электромагнитных волн на микропроводе посредством изменения магнитной структуры с помощью внешних воздействий (например, механических напряжений).
- Предложено использовать микропровода в качестве источников магнитного поля с высоким пространственным градиентом для манипуляций с микро- и нано- магнитными частицами. Интересен результат по созданию дипольных пар – двух микропроводов, намагниченных вдоль диаметра, которые генерируют распределение магнитного поля с двумерными минимумами энергии и могут образовывать диамагнитную ловушку.
- Изучены вопросы биосовместимости микропроводов на основе анализа цитотоксичности.

Практическая значимость работы обусловлена проведенным исследованием влияния магнито-дипольных сил на парамагнитные и клеточные объекты и разработкой магнитных манипуляторов для биоинженерных и биомедицинских исследований.

Основные результаты работы опубликованы в 6-ти статьях в журналах, входящих в базу WOS (SCOPUS), прошли апробацию на научных конференциях.

В качестве рекомендации предлагается исследовать конкурентоспособность разрабатываемых магнитных микроманипуляторов по сравнению с имеющимися аналогами.

Судя по автореферату, можно сделать вывод, что диссертационная работа Беклемишевой А.В. выполнена на современном научно-техническом уровне, а ее результаты имеют фундаментальное и прикладное значения. Диссертационная работа соответствует требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском технологическом университете "МИСиС", предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. Считаю, что диссертант заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 - Физика конденсированного состояния.

Фетисов Юрий Константинович
д.ф.-м.н., профессор,
директор Научно-образовательного центра
«Магнитоэлектрические материалы и устройства»
МИРЭА - Российский технологический университет.
Tel +7(495)434-9143, +7(916)792-2558
E-mail: fetisov@mirea.ru
119454 Москва, проспект Вернадского 78



20.02.2023

Подпись Фетисова Ю.К. заверяю

Заместитель начальника
Управления кадров

