

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ КОМИССИИ

по защите диссертации Черемных Анны Игоревны на тему «Надмолекулярная организация и термомеханические свойства магнитоактивируемых композиционных материалов с эффектом памяти формы на основе полилактида для биомедицинских применений», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – «Физика конденсированного состояния» и состоявшейся в НИТУ МИСИС 20 мая 2026 года.

Диссертация принята к защите Диссертационным советом МИСИС 09.02.2026, протокол № 36.

Диссертация выполнена на кафедре физической химии, в НИЦ композиционных материалов и НОЛ тканевой инженерии и регенеративной медицины НИТУ МИСИС. Научный руководитель – Сенатов Фёдор Святославович, доктор физико-математических наук, директор института биомедицинской инженерии НИТУ МИСИС.

Экспертная комиссия утверждена Диссертационным советом МИСИС (протокол № 36 от 09.02.2026) в следующем составе:

- 1) **Прокошкин Сергей Дмитриевич** – д.ф.-м.н., главный научный сотрудник кафедры обработки металлов давлением НИТУ МИСИС – председатель комиссии;
- 2) **Ховайло Владимир Васильевич** – д.ф.-м.н., профессор кафедры функциональных наносистем и высокотемпературных материалов НИТУ МИСИС;
- 3) **Бурмистров Игорь Николаевич** – д.т.н., ведущий инженер научного проекта кафедры функциональных наносистем и высокотемпературных материалов НИТУ МИСИС;
- 4) **Страумал Борис Борисович** – д.ф.-м.н., заведующий лабораторией поверхностей раздела в металлах федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физики твердого тела имени Ю.А. Осипьяна Российской академии наук;
- 5) **Кузнецов Александр Алексеевич** – д.х.н., главный научный сотрудник, заведующий лабораторией термостойких термопластов федерального государственного бюджетного учреждения науки Института синтетических полимерных материалов им. Н.С. Ениколопова Российской академии наук.

В качестве **ведущей организации** утверждено федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева».

Экспертная комиссия отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- Установлены закономерности формирования надмолекулярной структуры, степени кристалличности и параметров эффекта памяти формы композиционных материалов ПЛА/ФК и ПЛА/ПЭГ/ФК в зависимости от метода получения и соотношения компонентов;
- Построена структурная диаграмма в координатах «концентрация наполнителя – степень кристалличности», позволяющая выделить области существования различных типов надмолекулярной структуры и связать их с параметрами эффекта памяти формы;
- Продемонстрирована возможность дистанционной активации эффекта памяти формы в композиционном материале ПЛА/ФК под воздействием высокочастотного переменного магнитного поля;
- Установлено, что пластификация полиэтиленгликолем снижает температуру активации эффекта памяти формы, а добавление наночастиц феррита кобальта компенсирует падение реактивных напряжений, при этом оптимальная трёхкомпонентная система ПЛА/ПЭГ/ФК обеспечивает баланс между значениями реактивных напряжений, температуры активации и степени восстановления формы.

Научная новизна и теоретическая значимость работы заключается в установлении взаимосвязи между методом получения, структурными особенностями и функциональными характеристиками композиционных материалов ПЛА/ФК и ПЛА/ПЭГ/ФК. В работе детально изучены корреляции между составом, методами получения и ключевыми параметрами эффекта памяти формы (реактивные напряжения, степень восстановления формы, энергия активации ЭПФ), а также проанализирована трансформация надмолекулярной структуры в зависимости от способа получения, состава и термомеханических воздействий, что вносит вклад в фундаментальное понимание структурно-функциональных зависимостей в полимерных системах с памятью формы.

Практическая значимость работы заключается в том, что разработанные композиционные материалы демонстрируют высокий потенциал для изготовления самопозиционирующихся медицинских устройств, таких как самофиксирующиеся ортопедические имплантаты и регулируемые фиксаторы биологических тканей, при этом введение нанодисперсного феррита кобальта в матрицу полилактида обеспечивает возможность дистанционного управления эффектом памяти формы под действием высокочастотного переменного магнитного поля, что потенциально позволяет снижать инвазивность хирургических вмешательств. Лабораторные исследования *in vitro* подтвердили отсутствие выраженного токсического воздействия на клетки и минимальный гемолитический эффект, а экспериментально доказана способность композиционного материала (на примере кольцевидной клипсы) восстанавливать первоначальную конфигурацию в присутствии тканей тонкого кишечника лабораторных животных.

Достоверность экспериментальных результатов работы обеспечивается использованием современных аналитических методов и высокоточного измерительного оборудования, валидированных протоколов и необходимого количества повторов для обеспечения репрезентативности данных, а также международных стандартов испытаний и обработки результатов измерений.

Личный вклад соискателя включает самостоятельный подбор и анализ отечественных и зарубежных научных источников, формулирование целей исследования, подбор методик, планирование и выполнение экспериментов по разработке полимерных композиционных материалов, изучению их структуры и морфологии, тепловых и термомеханических характеристик, анализ количественных показателей эффекта памяти формы. Автором лично обработаны и проанализированы экспериментальные данные, подготовлены публикации. Постановка задач, анализ результатов и подготовка выводов проведены автором совместно с научным руководителем.

Материалы диссертации опубликованы в 19 печатных работах, из которых 7 научных статей в рецензируемых изданиях, входящих в перечень ВАК РФ и МБД, имеется 1 патент.

Пункт 2.6 Положения о присуждении ученой степени кандидата наук не нарушен.

Диссертация Черемных Анны Игоревны полностью соответствует критериям п.2 Положения о присуждении ученых степеней в НИТУ МИСИС. Она является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основе комплекса экспериментальных исследований и обработки данных установлены структурные и термомеханические особенности реализации эффекта памяти формы в магнитоактивируемых композиционных материалах на основе полилактида, что может быть использовано при разработке и оптимизации решений для создания самопозиционирующихся медицинских устройств.

Содержание диссертационной работы соответствуют квалификационным требованиям пункта 1 паспорта специальности 1.3.8 – «Физика конденсированного состояния»: Теоретическое и экспериментальное изучение физической природы и свойств неорганических и органических соединений как в кристаллическом (моно- и поликристаллы), так и в аморфном состоянии, в том числе композитов и гетероструктур, в зависимости от их химического, изотопного состава, температуры и давления.

Экспертная комиссия приняла решение о возможности присуждения Черемных Анне Игоревне ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – «Физика конденсированного состояния».

Результаты голосования: при проведении тайного голосования экспертная комиссия в составе 4 человек, участвовавших в заседании, из 5 человек, входящих в состав комиссии, проголосовала: за – 4 чел.; против – 0 чел.; воздержались – 0 чел.

Председатель Экспертной комиссии



С.Д. Прокошкин

20.05.2026 г.