

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ КОМИССИИ

по защите диссертации Ковалевой Полины Александровны на тему «Реализация эффекта памяти формы в композиционных материалах на основе полилактида для применения в тканевой инженерии», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – «Физика конденсированного состояния», и состоявшейся в НИТУ МИСИС 23 сентября 2025 года.

Диссертация принята к защите Диссертационным советом МИСИС 19.05.2025, протокол № 29.

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 № 29 от 19.05.2025) в следующем составе:

1. **Прокошкин Сергей Дмитриевич** - д.ф.-м.н., главный научный сотрудник кафедры обработки металлов давлением НИТУ МИСИС - председатель комиссии;
2. **Панина Лариса Владимировна** - д.ф.-м.н., профессор кафедры технологии материалов электроники 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 твёрдого тела имени Ю.А. Осипьяна Российской академии наук;
5. **Акопова Татьяна Анатольевна** - д.х.н., заведующий лабораторией твердофазных химических реакций федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт 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», г. Москва.

Экспертная комиссия отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- Построена физическая модель эволюции структуры объемных композиционных материалов на основе аморфного полимера в процессе реализации эффекта памяти формы (ЭПФ) на примере полилактида (ПЛА). Также предложена модель, описывающая количественную зависимость степени кристалличности от деформации при растяжении во временную и восстановленную формы;

- Определена связь между типом надмолекулярной структуры композиционных материалов, содержащих наполнитель диоксид (Д) ПЛА/Д, и показателями степени восстановления формы;
- Определена зависимость параметров эффекта памяти формы от количества полимера с низкой температурой плавления поликапролактона (ПКЛ) в матрице ПЛА;
- Выявлены изменения структуры в процессе реализации ЭПФ в объемных композиционных материалах.

Теоретическая значимость работы заключается в выявлении связи надмолекулярной структуры полимерных композиционных материалов на основе ПЛА с основными параметрами эффекта памяти формы, определении влияния на них дисперсного наполнителя и пластифицирующего полимера; в определении закономерностей изменения структуры композиционных материалов на основе ПЛА в процессе активации ЭПФ и построении физической модели эволюции структуры на основе экспериментальных данных, которая может быть применена и к другим термопластичным полимерам с ЭПФ; в выявлении особенностей реализации эффекта памяти формы в пористых волокнистых скаффолдах, а также в оценке влияния функционального наполнителя на реактивные напряжения и степень восстановления формы.

Практическая значимость заключается в разработке композиционных материалов, содержащих диоксид и восстановленный оксид графена (rGO) ПЛА/ПКЛ/Д и ПЛА/ПКЛ/rGO, которые можно использовать в качестве основы для самоустанавливающихся и самопозиционирующихся скаффолдов, используемых в регенеративной медицине. Определены структурные параметры, обеспечивающие наибольшие реактивные напряжения и степень восстановления формы, на основе которых можно определить возможность применения технологий для создания материалов с высокими параметрами ЭПФ.

Оценка достоверности результатов выявила, что достоверность экспериментальных результатов обеспечивается использованием современного оборудования, валидированных протоколов и необходимого количества повторов для применения методов статистического анализа, а также использованием современных методик анализа и обработки результатов измерений.

Личный вклад соискателя заключается в анализе литературных данных, получении композиционных материалов с различной надмолекулярной структурой, получении пористых электроформованных скаффолдов, систематической обработке экспериментальных данных исследования, получении данных о надмолекулярной структуре материалов, исследовании тепловых свойств и молекулярной структуры материалов, расчёте кристаллической фазы, тестировании эффекта памяти формы материалов, расчете основных параметров, статистической обработке данных, анализе полученных результатов и выявлении закономерностей процессов.

Постановка задач, обсуждение научных результатов, выводов и положений, изложенных в работе, выполнены совместно с научным руководителем Ф. С. Сенатовым.

Автор представил 18 печатных работ, из которых 6 научных статей в рецензируемых научных изданиях, рекомендуемых ВАК Минобрнауки РФ по специальности представленной диссертации, и 1 патент.

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

Диссертация П.А. Ковалевой полностью соответствует критериям п.2 Положения о присуждении ученых степеней НИТУ МИСИС. Она является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основе экспериментального изучения и расчетов определены структурные и термомеханические особенности реализации эффекта памяти формы в полимерных термоактивируемых композиционных материалах на основе полилактида, что в дальнейшем может быть использовано при разработке решений в тканевой инженерии.

Содержание диссертационной работы соответствуют положению о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ МИСИС и 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 Ковалевой Полине Александровне ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – «Физика конденсированного состояния».

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

Председатель Экспертной комиссии



С.Д. Прокошкин

23.09.2025 г.