

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ КОМИССИИ

по защите диссертации Вевериса Алниса Александровича «Структура и свойства термопластичного углепластика с дисперсно-упрочнённой полиэфирсульфон-полиэфиримидной матрицей», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17 «Материаловедение» и состоявшейся в НИТУ МИСИС 03.06.2026.

Диссертация принята к защите Диссертационным советом НИТУ МИСИС 16.03.2026, протокол №37.

Диссертация выполнена на кафедре физической химии НИТУ МИСИС.

Научный руководитель – профессор кафедры физической химии НИТУ МИСИС, директор института новых материалов НИТУ МИСИС, д.ф.-м.н. Калошкин Сергей Дмитриевич.

Экспертная комиссия утверждена Диссертационным советом НИТУ МИСИС (протокол № 37 от 16.03.2026) в составе:

1. Конюхов Юрий Владимирович – д.т.н., заведующий кафедрой обогащения и переработки полезных ископаемых и техногенного сырья НИТУ МИСИС - председатель комиссии;
2. Ховайло Владимир Васильевич – д.ф.-м.н, профессор кафедры функциональных наносистем и высокотемпературных материалов НИТУ МИСИС;
3. Бейлина Наталия Юрьевна – д.т.н., ведущий научный сотрудник научно-учебной испытательной лаборатории физико-химии углей НИТУ МИСИС;
4. Задорожный Владислав Юрьевич - д.т.н., профессор кафедры нанотехнологий и микросистемной техники федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»;
5. Бурмистров Игорь Николаевич - д.т.н., директор инжинирингового центра федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова»;

В качестве ведущей организации утверждено федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук, г. Томск.

Экспертная комиссия отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- Доказана перспективность использования смесей полиэфирсульфон-полиэфиримид (ПЭСФ-ПЭИ) как матрицы для образования углепластиков. Определен характер микроструктуры и свойства смесей ПЭСФ-ПЭИ и показано, что смеси гетерофазны и обладают дисперсной микроструктурой, благоприятно влияющей на их характеристики.
- Разработан новый состав конструкционного углепластика на основе смеси ПЭСФ-ПЭИ. Использование двухкомпонентной полимерной матрицы позволило достичь повышенного уровня упруго-прочностных характеристик материала по отношению к однокомпонентным матрицам.
- Предложены методы получения разработанного материала путем пропитки углеродных волокон растворами полимеров или водными суспензиями их смесей. Методы

позволяют получать материал в форме однонаправленных лент (препрегов) или округлых прутков (композиционных филаментов).

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- Установлено, что смеси ПЭСФ-ПЭИ, полученные осаждением из растворов, гетерофазны. Показано, что их микроструктура зависит от компонентного состава. Определены интервалы массового содержания ПЭИ, в которых смеси обладают стабильной во времени дисперсной микроструктурой.
- Предложен новый метод определения точки перехода между однофазным и гетерофазным состояниями в смесях полимеров путём измерения прошедшего через образец инфракрасного излучения при его нагреве. С использованием предложенного метода получены данные о температурах взаимного растворения компонентов в смесях ПЭСФ-ПЭИ.
- Теоретическая модель Водермайера впервые применена для процесса пропитки углеродных волокон водными суспензиями смесей крупнодисперсных порошков полимеров. Для модели определены параметры, позволяющие учесть реальный гранулометрический фракционный состав используемых порошков.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

- Для дисперсных смесей ПЭСФ-ПЭИ достигнут размер фаз менее 10 мкм, что предопределяет проявление в смесях эффектов дисперсного упрочнения. Установлено, что переход смесей с дисперсной микроструктурой в однофазное состояние происходит при температурах, не превышающих температуры переработки исходных компонентов.
- Предложены методы получения однонаправленных препрегов и композиционных филаментов на основе смесей ПЭСФ-ПЭИ, состоящие в пропитке углеродных волокон растворами полимеров в 1-метил-2-пирролидоне или водными суспензиями их порошков.
- Показано, что использование смесей ПЭСФ-ПЭИ в качестве матрицы углепластика позволяет достичь адгезионной прочности между матрицей и волокнами свыше 90 МПа, что на более чем 30 % выше, чем в аналогичных углепластиках на основе чистого ПЭСФ и не уступает конкурентным углепластикам на основе других термопластичных полиариленов и реактопластичных эпоксидных связующих.
- Результаты диссертационной работы используются в качестве технических рекомендаций в производственном процессе получения термопластичных углепластиков на предприятии АО «Препрег-СКМ», входящего в Композитный дивизион ГК Росатом, что подтверждено соответствующим актом от 27.02.2026.
- Разработанные составы и методы получения термопластичных композиционных материалов могут быть использованы при разработке технологий создания ракетно-космической и транспортной техники нового поколения, относимых к критическим в соответствии с Указом Президента Российской Федерации «Об утверждении приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации и перечня критических технологий Российской Федерации».

- Полученные результаты, методы и подходы могут стать основой для разработки новых термопластичных полимерных композиционных материалов на основе других смесей полимеров или волокон иной природы, что позволит заменить аналогичные импортные материалы.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- Экспериментальные результаты диссертации получены на современном аналитическом оборудовании с использованием научно обоснованных и утверждённых в качестве национальных стандартов методик проведения измерений.
- Использованы современные методики проведения измерений с использованием современных специализированных программных пакетов и программного обеспечения для обработки и визуализации данных.

Личный вклад соискателя состоит:

В анализе литературных источников и формировании аналитического обзора по теме диссертации, изготовлении и подготовке образцов смесей ПЭСФ-ПЭИ, полуфабрикатов и массивных образцов ТПКМ по предложенным методам, проведении исследований их микроструктуры и свойств, выявлении зависимости состава, свойств и структуры, а также в обработке и систематизации полученных результатов исследований.

По материалам диссертации соискатель представил 7 печатных работ в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень рекомендуемых ВАК Минобрнауки РФ и в базы Web of Science/Scopus.

Пункт 2.6 Положения присуждения ученой степени кандидата наук, ученой степени доктора наук НИТУ МИСИС соискателем ученой степени не нарушен.

Диссертация Вевериса А.А. соответствует критериям п. 2 Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ МИСИС, так как в ней на основании выполненных автором исследований разработан новый термопластичный композиционный материал на основе углеродных волокон и смесей ПЭСФ-ПЭИ, предложены технологические методы его получения, а также представлены экспериментальные зависимости свойств и структуры изучаемых материалов от их компонентного состава, методов и параметров изготовления, что имеет важное значение для индустрии полимерных композиционных материалов на основе углеродных волокон.

Экспертная комиссия приняла решение о возможности присуждения Веверису Алнису Александровичу ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17 - «Материаловедение».

При проведении тайного голосования экспертная комиссия в количестве 4 человек, участвовавших в заседании, из 5 человек, входящих в состав комиссии, проголосовала: за 4, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель Экспертной комиссии

/Конюхов Ю.В./

03.06.2026