



УТВЕРЖДАЮ  
Генеральный директор  
ФИЦ «ЯНЦ СО РАН»,  
ул. корр. РАН, д.т.н.  
М.П. Лебедев

« 25 » сентября 2024 г.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

**Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
«Федеральный исследовательский центр «Якутский научный центр Сибирского  
отделения Российской академии наук»» (ФИЦ ЯНЦ СО РАН)  
по диссертации Марковой Марфы Алексеевны «Разработка композиционных  
материалов триботехнического назначения на основе политетрафторэтилена,  
модифицированного углеродным волокнистым наполнителем»  
на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по научной специальности 2.6.17.**

Диссертация Марковой Марфы Алексеевны на тему «Разработка композиционных материалов триботехнического назначения на основе политетрафторэтилена, модифицированного углеродным волокнистым наполнителем» выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки «Федеральный исследовательский центр «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук»» в лаборатории материаловедения обособленного подразделения «Институт проблем нефти и газа Сибирского отделения Российской академии наук» (ИПНГ СО РАН).

В 2015 году Маркова Марфа Алексеевна освоила программу специалитета в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова» по специальности 04.05.01 – «Фундаментальная и прикладная химия».

В период выполнения диссертационной работы Маркова Марфа Алексеевна являлась с 1 ноября 2016 года аспирантом Института проблем нефти и газа Сибирского отделения Российской академии наук, с 7 февраля 2019 года по 31 октября 2020 года после реорганизации – аспирантом Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук»» по направлению подготовки 22.06.01 Технологии материалов, по научной специальности 05.16.09 Материаловедение (по отраслям), что согласно Приказу Минобрнауки РФ от 24 августа 2021 г. №786 соответствует в настоящее время научной специальности 2.6.17. Материаловедение (технические науки). С 01.12.2016. по 30.09.2018, с 03.10.2018 по 09.06.2019, с 10.06.2019 по 31.03.2021 (по совместительству) являлась инженером, с 01.04.2021 по настоящее время работает младшим научным сотрудником лаборатории материаловедения Института проблем нефти и газа СО РАН - обособленного подразделения ФГБУН «Федеральный исследовательский центр «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук». С 01.06.2019. по 31.03.2021 являлась младшим научным сотрудником молодежной лаборатории технологий добычи и переработки сырья мамонтовой фауны Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук»».

Справка о сдаче кандидатских экзаменов выдана 10.10.2024 в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки «Федеральный исследовательский центр «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук». Оценки и даты сдачи экзаменов: «История и философия науки» 20.05.2022 - «отлично», «Иностранный язык (английский)» 24.05.2024 – «хорошо», специальная дисциплина 2.6.17 «Материаловедение (технические науки)» 20.06.2024 – «отлично».

Научный руководитель – Петрова Павлина Николаевна, ведущий научный сотрудник лаборатории материаловедения ИПНГ СО РАН - обособленного подразделения ФГБУН «Федеральный исследовательский центр «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», кандидат технических наук, доцент.

Диссертационная работа была рассмотрена 23 сентября 2024 г. на расширенном научном семинаре по направлению «Материаловедение» в ФГБУН «Федеральный исследовательский центр «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» (обособленные подразделения Институт физико-технических проблем Севера СО РАН и Институт проблем нефти и газа СО РАН) (Протокол №1 от 23.09.2024).

**Присутствовали (40 человек):** д.т.н. Попов С.Н., д.т.н. Яковлева С.П., д.т.н. Старостин Н.П., д.т.н. Соколова М.Д., д.т.н. Лепов В.В., д.т.н. Голиков Н.И., д.т.н. Охлопкова А.А. - онлайн, д.т.н. Блазнов А.Н., д.т.н. Коробов Ю.С. - онлайн, д.х.н. Иванова И.К., к.т.н. Лукин Е.С., к.ф.-м.н. Шарин П.П., к.т.н. Сыромятникова А.С., к.т.н. Петрова П.Н., к.т.н. Стручков Н.Ф., к.т.н. Аммосова О.А. -онлайн, Васильева М.И.; к.т.н. Лебедев Д.И., к.т.н., Кычкин А.К., к.т.н. Кычкин А.А., к.т.н. Васильева А.А., к.т.н. Давыдова М.Л., к.б.н. Ерофеевская Л.А., к.т.н. Шадрин Н.В., к.т.н. Стручкова Т.С., к.ф.-м.н. Протодьяконова Н.А., к.т.н. Малышев А.В., к.т.н. Федоров А.Л., к.т.н. Гоголева О.В., Петров В.Н., Гаврильева А.А., Сивцева А.В., Тагров В.Н., Халдеева А.Р., Семенов С.В., Копырин М.М., Марков А.Е., Терешкин А.А., Алексеев А.Г., Санников И.И.

По итогам обсуждения диссертации «Разработка композиционных материалов триботехнического назначения на основе политетрафторэтилена, модифицированного углеродным волокнистым наполнителем» принято следующее заключение:

Считать диссертацию Марковой Марфы Алексеевны законченной научно-квалифицированной работой, соответствующей требованиям ВАК РФ, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата технических наук.

**Актуальность работы.** В настоящее время в промышленности появилась необходимость в разработке материалов, способных эксплуатироваться в природно-климатических условиях северных и арктических регионов РФ. Вследствие сочетания высокой морозостойкости и теплостойкости, а также других уникальных свойств, таких как химическая инертность ко всем известным рабочим средам, стойкость к процессам старения, превосходные антифрикционные характеристики, композиты на основе политетрафторэтилена (ПТФЭ) широко используются для изготовления различных деталей для узлов трения. В то же время ПТФЭ имеет и существенные недостатки в виде высокой текучести при незначительных нагрузках, низкой прочности и теплопроводности, высокого коэффициента линейного расширения, что снижает эффективность его применения и стимулирует поиск новых модификаторов и технологических способов устранения описанных недостатков с сохранением или совершенствованием свойств. Эффективными модификаторами полимеров, в том числе и ПТФЭ, являются различные типы углеродных волокон (УВ). Однако при использовании УВ в качестве наполнителя ПТФЭ остро стоят проблемы повышения адгезионного взаимодействия между компонентами ввиду высокой инертности ПТФЭ и достижения гомогенного распределения дискретных УВ в объеме матрицы, что препятствует реализации потенциальных армирующих свойств УВ по отношению к полимерному связующему. В связи с этим, разработка технологических приемов совмещения углеволоконистых наполнителей с ПТФЭ является перспективным направлением, представляющим научный и практический интерес.

**Личное участие соискателя в получении результатов** заключается в постановке задач исследований, проведении экспериментальных исследований и их анализе, подготовке публикации и формировании выводов по работе.

**Достоверность полученных результатов** обеспечивается использованием стандартных методов исследования с применением современного оборудования, прошедшего метрологическую поверку; апробацией результатов; достаточной воспроизводимостью результатов экспериментов и статистической обработкой полученных данных.

**Новизна проведенных исследований** заключается в следующем:

1. Установлены закономерности влияния технологических параметров совмещения компонентов на процессы структурообразования полимерного композита ПТФЭ-УВ. Показано, что использование технологического приема подготовки компонентов, заключающееся в смешении  $\frac{1}{2}$  части исходного ПТФЭ с предварительно активированной в планетарной мельнице в течение 2 минут при скорости вращения барабанов 400 об/мин смесью ПТФЭ с частицами углеродного волокнистого материала марки УВИС-АК-П, а также комбинация технологии поэтапного смешения компонентов с активацией порошковой смеси путем вальцевания с зазором между валками менее 1 мм, способствуют реализации структурной активности частиц УВ и формированию структуры более высокого порядка в виде плотноупакованных сферолитоподобных образований с центрами кристаллизации на фрагментах поверхности частиц УВ за счет интенсификации адгезионного взаимодействия на границе раздела фаз полимер-наполнитель.

2. Установлены закономерности влияния состава и технологии получения ПКМ на последовательность процессов разрушения при трении, определяющая скорость изнашивания полимерных композитов с дискретными волокнами. При содержании в ПТФЭ УВ в диапазоне 1-3 мас. %, в первую очередь, изнашивается мягкая полимерная составляющая, при повышении содержания УВ до 5-10 мас.% частицы наполнителя при трении выступают на поверхностях и воспринимают часть нагрузки на себя, что вызывает повышение износостойкости ПКМ в значительной степени. При этом использование разработанных технологий совмещения и активации компонентов способствует упрочнению поверхностного слоя за счет интенсификации адгезионного взаимодействия ПТФЭ-УВ, что повышает устойчивость волокна на полимерном основании и значительно замедляет процесс вовлечения полимерного связующего в процесс трения.

3. Выявлено изменение спиральной конформации макромолекул ПТФЭ с переходом с 136 к более стабильной конформации 157 при повышении подаваемой на ПКМ нагрузки в процессе трения, связанное с протеканиями процессов аморфизации и рекристаллизации полимерного композита, приводящей к упрочнению поверхностного слоя полимерного материала.

#### **Практическая значимость.**

1. Выявлено оптимальное количество вводимого наполнителя и разработан технологический прием получения ПКМ, основанный на смешении  $\frac{1}{2}$  части исходного ПТФЭ с предварительно активированной в течение 2 минут при скорости вращения барабанов планетарной мельницы 400 об/мин смесью ПТФЭ с частицами УВ марки УВИС-АК-П, что привело к разработке новых ПТФЭ-композитов с повышенной до 2000 раз износостойкостью по сравнению с аналогичным показателем для исходного полимера. На разработанные материалы и технологию получен патент РФ № 2675520.

2. Разработан технологический прием смешения компонентов с использованием вальцов, позволивший получить композиты с повышенной в 3-4 раза сопротивляемостью деформациям ползучести, повышенной до 30 раз износостойкостью и оптимальными физико-механическими характеристиками по сравнению с аналогичными показателями исходного полимера.

3. Разработанные технологические приемы совмещения компонентов композитов перспективны для использования при создании композитов на основе ПТФЭ, содержащих и другие виды волокон.

4. Разработана математическая модель трибопроцесса с ограничением допустимой температуры на выходе из скользящего контакта полимерный материал-стальное контртело до 120 °С, позволившая определять нагрузочно-скоростные параметры трения разработанных материалов. Полученные данные позволяют сформулировать рекомендации по применению разработанных материалов в составе металлополимерного узла трения. Математическая модель и предложенная методика вычисления могут быть использованы для оценки температурных полей и определения нагрузочно-скоростных параметров для других ПКМ с целью выявления уровня их возможного применения в различных узлах трения машин и механизмов.

5. Разработанные композиты прошли опытно-промышленные испытания в системах водоснабжения и отопления АО «Водоканал» г. Якутска в качестве уплотнений и прокладок. Применение уплотнений и прокладок из них позволяет повысить срок их службы, тем самым обеспечивая снижение расходов на ремонтно-восстановительные работы систем водоснабжения и отопления.

**Связь работы с Государственными научными программами и темами.** Работа выполнена в рамках:

- Госзадания Министерства науки и высшего образования РФ АААА-А17-117040710038-8 «Исследование и разработка полимерных и композиционных материалов для северных и арктических условий эксплуатации» (V.45.2.1)- 2017-2020 гг.;

- Госзадания Министерства науки и высшего образования РФ №122011100162-9 «Научные основы создания морозостойких композитов технического и дорожно-строительного назначения с высокой надежностью и долговечностью при эксплуатации в арктическом климате» (2021-2025 гг.) с использованием научного оборудования Центра коллективного пользования ФИЦ ЯНЦ СО РАН грант № 13.ЦКП.21.0016;

- НИР по государственному контракту № 0708 «Создание и испытания композиционных материалов и конструкций с их применением, предназначенных для эксплуатации в климатических условиях Республики Саха (Якутия). 1 этап» (Заказчик – Академия наук РС(Я))- 2021 г.

- НИР по государственному контракту № 5304 «Создание и испытания композиционных материалов и конструкций с их применением, предназначенных для эксплуатации в климатических условиях Республики Саха (Якутия). 2 этап» (Заказчик – Академия наук РС(Я))- 2022 г.

- Грант Главы Республики Саха (Якутия) (2024).

**Соответствие паспорту научной специальности и отрасли науки.**

Диссертационная работа по своим целям, задачам, содержанию, методам исследования, научной новизне и практической значимости соответствует паспорту специальности 2.6.17. Материаловедение (отрасль науки – технические) по пунктам 1, 2, 3, 4, 5, 6, 16 (п.1 Разработка новых металлических, неметаллических и композиционных материалов, в том числе капиллярно-пористых, с заданным комплексом свойств путем установления фундаментальных закономерностей влияния дисперсности, состава, структуры, технологии, а также эксплуатационных и иных факторов на функциональные свойства материалов. Теоретические и экспериментальные исследования фундаментальных связей состава и структуры металлических, неметаллических материалов и композитов с комплексом физико-механических и эксплуатационных свойств с целью обеспечения надежности и долговечности деталей, изделий, машин и конструкций (химической, нефтехимической, энергетической, машиностроительной, легкой, текстильной, строительной; п.2 Установление закономерностей физико-химических и физико-механических процессов, происходящих в гетерогенных и композиционных структурах; п.3 Разработка научных основ выбора металлических, неметаллических и композиционных

материалов с заданными свойствами применительно к конкретным условиям изготовления и эксплуатации деталей, изделий, машин и конструкций; п.4 Разработка физико-химических и физико-механических процессов формирования новых металлических, неметаллических и композиционных материалов, обладающих уникальными функциональными, физико-механическими, биомедицинскими, эксплуатационными и технологическими свойствами, оптимальной себестоимостью и экологической чистотой; п.5 Установление закономерностей и критериев оценки разрушения металлических, неметаллических и композиционных материалов и функциональных покрытий от действия механических нагрузок и внешней среды; п.6 Разработка и совершенствование методов исследования и контроля структуры, испытание и определение физико-механических и эксплуатационных свойств материалов на образцах и изделиях; п.16 Создание металлических, неметаллических и композиционных материалов, способных эксплуатироваться в экстремальных условиях: агрессивные среды, электрические и магнитные поля, повышенные температуры, механические нагрузки, вакуум и др.).

**Основные результаты диссертационной работы опубликованы в 25 публикациях, из них 8 статей опубликованы в научных журналах, входящих в перечень рецензируемых научных журналов и изданий ВАК РФ, 3 статьи в рецензируемых изданиях, включенных в базы данных цитирования *Web of Science* и *Scopus*, в одном патенте РФ и 13 публикациях в материалах конференций.**

1. Петрова, П.Н. Разработка материалов триботехнического назначения на основе политетрафторэтилена и углеродных волокон марки УВИС-АК-П / П.Н. Петрова, М.А. Маркова, М.Е. Готовцева // Вопросы материаловедения. – 2017. – № 4 (92). – С. 90-99.

2. Маркова, М.А. Исследование влияния углеродных волокон и технологий получения композитов на свойства ПКМ на основе политетрафторэтилена / М.А. Маркова, П.Н. Петрова // Перспективные материалы. – 2020. – № 11. – С. 59-68.

*Переводная версия: Markova, M.A. Influence of Carbon Fibers and Composite Technologies on the Properties of PCM Based on Polytetrafluoroethylene / M.A. Markova, P.N. Petrova // Inorganic Materials. Applied research. – 2021. – T. 12, №2. – P. 551-557*

3. Маркова, М.А. Исследование влияния режимов трения на триботехнические свойства композитов на основе ПТФЭ и углеродных волокон / М.А. Маркова, П.Н. Петрова, А.Л. Федоров // Нефтегазовое дело. – 2020. – Т. 18, № 4. – С. 92–101.

4. Маркова, М.А. Исследование трибологических свойств полимерных композитов на основе ПТФЭ в режиме сухого трения и в среде жидких смазок / М.А. Маркова, П.Н. Петрова, А.Л. Федоров // Журнал Сибирского федерального университета. Техника и технологии. – 2022. – № 15 (5). – С. 569–582.

5. Петрова, П.Н. Триботехнические характеристики полимерных композитов на основе политетрафторэтилена и УВИС-АК-П при нагружении / П.Н. Петрова, М.А. Маркова, Р.С. Тихонов // Вестник машиностроения. – 2022. – № 1. – С. 65–70.

*Переводная версия: Petrova, P.N. Frictional Characteristics of Polymer Composites Based on Polytetrafluoroethylene and Carbon Fibers / P.N. Petrova, M.A. Markova, R.S. Tikhonov // Russian Engineering Research. – 2022. – Vol. 42. – P. 40–45.*

6. Петрова, П.Н. Исследование свойств композитов на основе политетрафторэтилена и углеродных волокон в зависимости от технологии получения / П.Н. Петрова, М.А. Маркова, В.Д. Черных // Материаловедение. – 2023. – № 3. – С. 22–32.

*Переводная версия: Petrova, P.N. Investigation of properties of polytetrafluoroethylene-based composites and carbon fibers depending on the production technology / P.N. Petrova, M.A. Markova, V.D. Chernykh // Inorganic Materials: Applied Research. – 2024. – T. 15, № 1. – P. 17-25.*

7. Петрова, П.Н. Исследование влияния технологий получения на свойства и структуру композитов на основе ПТФЭ / П.Н. Петрова, М.А. Маркова, А.Л. Федоров // Природные ресурсы Арктики и Субарктики. – 2024. – Т. 29, № 1. – С. 162-171.

8. Петрова, П.Н. Определение PV-фактора полимерного композита на основе политетрафторэтилена и углеродных волокон / П.Н. Петрова, М.А. Маркова, Р.С. Тихонов // Вестник машиностроения. – 2024. – Т. 103, № 4. – С. 331-335.

*Переводная версия: Petrova, P.N. Determining the PV factor of a composite based on polytetrafluoroethylene and carbon fibers / P.N. Petrova, M.A. Markova, R.S. Tikhonov // Russian Engineering Research. – 2024. – Т. 44, № 6. – P. 815-819.*

#### Публикации в других научных журналах

1. Петрова, П.Н. Влияние способов смешения компонентов на триботехнические свойства композитов на основе ПТФЭ и углеродных волокон / П.Н. Петрова, М.А. Маркова, А.Г. Аргунова [и др.] // Трение и износ. – 2019. – Том 40, №2. – С. 159-167.

*Переводная версия: Petrova, P.N. Investigation of Influence of Methods of Mixing Components on the Properties of Composites Based on PTFE and Carbon Fibers / P. N. Petrova, M.A. Markova, A. G. Argunova [et al.] // Journal of Friction and Wear. – 2019. – Vol. 40, No. 2. – P. 120-127*

2. Petrova, P.N. Investigation of the effect of joint mechanical activation of components on the properties of composites based on polytetrafluoroethylene and carbon fillers / P. N. Petrova, M.A. Markova // AIP Conference Proceedings. – 2019. – 2141. – P. 040010

3. Markova, M.A. Development of Wear-Resistant Materials Based on Polytetrafluoroethylene and Carbon Fibers of UVIS-AK-P Brand / M.A. Markova, P. N. Petrova // Materials Science Forum. – 2018. – Vol. 945. – P. 327-332

#### Патент

1. Пат. 2675520 РФ, С08J 5/16 С08L 27/18 С08K 7/04. Разработка материалов триботехнического назначения на основе политетрафторэтилена и углеродных волокон марки УВИС-АК-П. / Петрова П.Н., Маркова М.А., Аргунова А.Г. [и др.]; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем нефти и газа Сибирского отделения Российской академии наук. – №2018111148; заявл. 28.03.2018; опубл. 19.12.2018, Бюл. №35. – 8 с.

#### Тезисы докладов и материалы конференций:

1. Петрова, П.Н. Исследование композитных материалов на основе ПТФЭ, содержащие углеродные волокна и графит / П.Н. Петрова, М.А. Маркова, М.Е. Готовцева // Сварка и безопасность Труды II Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 80-летию д.т.н., профессора А.П. Аммосова. ФГБУН "Институт физико-технических проблем Севера им. В.П. Ларионова СО РАН". – 2017. – С. 325-329.

2. Петрова, П.Н. Исследование ПКМ на основе политетрафторэтилена и углеродных волокон марки УВИС-АК-П / П.Н. Петрова, А.Г. Аргунова, М.А. Маркова // Труды VIII Евразийского симпозиума по проблемам прочности материалов и машин для регионов холодного климата EURASTRENCOLD-2018. – 2018. – С. 160-168.

3. Markova, M.A. Investigation of influence of the regimes of component activation on the properties of composites based on PTFE and UVIS-AK-P carbon fibers / M.A. Markova, P.N. Petrova // Трибология - машиностроению. Труды XII Международной научно-технической конференции, посвященной 80-летию ИМАШ РАН. – 2018. – С. 622-625.

4. Маркова, М.А. Разработка износостойких материалов на основе политетрафторэтилена и углеродных волокон / М.А. Маркова, П.Н. Петрова // Совершенствование технологии горных работ и подготовка кадров для обеспечения техносферной безопасности в условиях северо-востока России. Сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 80-летию доктора технических наук, профессора, действительного члена Академии горных наук РФ Чемезова Егора Николаевича. – 2018. – С. 297-304.

5. Маркова, М.А. Исследование влияния режимов активации компонентов на свойства композитов на основе ПТФЭ и углеродных волокон марки УВИС-АК-П / М.А. Маркова, П.Н. Петрова // МЕХАНИКА, РЕСУРС И ДИАГНОСТИКА МАТЕРИАЛОВ И

КОНСТРУКЦИЙ. XII международная конференция: Сборник материалов. – 2018. – С. 229-230.

6. Markova, M.A. Development of PCM on the basis of PTFE and CF using the technology of joint mechanoactivation of components / M.A. Markova, P.N. Petrova // *Fundamental Bases of Mechanochemical Technologies. The Book of Abstracts of the V International Conference.* – 2018. – С. 212.

7. Маркова, М.А. Исследование влияния различных технологий получения полимерных композиционных материалов на основе политетрафторэтилена и углеродных наполнителей / М.А. Маркова, П.Н. Петрова // *Физико-технические проблемы добычи, транспорта и переработки органического сырья в условиях холодного климата. Сборник трудов II Всероссийской конференции.* – 2019. – С. 216-220.

8. Маркова, М.А. Разработка материалов триботехнического назначения на основе политетрафторэтилена и углеродных волокон / М.А. Маркова, П.Н. Петрова // *Вклад Д.И. Менделеева в развитие фундаментальных наук, в углубление и расширение образования для устойчивого развития. Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Под редакцией Н.Н. Петровой, В.В. Нохсорова.* – 2019. – С. 190-193.

9. Петрова, П.Н. Исследование влияния режимов совместной механоактивации компонентов на свойства композитов на основе политетрафторэтилена и углеродных наполнителей / П.Н. Петрова, М.А. Маркова // *Техника и технология нефтехимического и нефтегазового производства. Материалы 9-ой международной научно-технической конференции.* – 2019. – С. 160.

10. Markova, M.A. Effect of the production technologies of polymer composites based on PTFE and carbon fibers on the physical-mechanical and tribological properties / M.A. Markova, P.N. Petrova // *Fluoropolymers: research, production problems, new areas of application. Collection of thesis of international conference.* – 2020. – С. 155-157.

11. Маркова, М.А. Зависимость механических и триботехнических свойств композитов на основе политетрафторэтилена и углеродных волокон от технологии их получения / П.Н. Петрова, М.А. Маркова, А.Л. Федоров // *Сборник трудов X Евразийского симпозиума по проблемам прочности и ресурса в условиях климатически низких температур, посвященный 100-летию образования ЯАССР и 300-летию Российской Академии наук. Институт физико-технических проблем Севера им. В.П. Ларионова СО РАН. Киров.* – 2022. – С. 357-361.

12. Маркова, М.А. Разработка полимерных композиционных материалов на основе политетрафторэтилена и углеродных наполнителей // П.Н. Петрова, М.А. Маркова, М.Ф. Иванова // *Новые материалы и технологии в условиях Арктики. Материалы V Международной конференции с элементами научной школы. Якутск.* – 2022. – С. 167-169.

13. Маркова, М.А. Определение PV-фактора полимерного композиционного материала на основе политетрафторэтилена / М.А. Маркова, П.Н. Петрова, Р.С. Тихонов // *Материалы Всероссийской молодежной научно-практической конференции Нанотехнологии. Информация. Радиотехника (НИР-23). Омский государственный технический университет. Омск.* – 2023. – С. 61-66.

Диссертация «Разработка композиционных материалов триботехнического назначения на основе политетрафторэтилена, модифицированного углеродным волокнистым наполнителем», выполненная Марковой Марфой Алексеевной, рекомендуется к защите на соискание учёной степени кандидата технических наук по научной специальности 2.6.17 – *Материаловедение (технические науки)*.

Диссертационная работа была рассмотрена 23 сентября 2024 г. на расширенном научном семинаре по направлению «Материаловедение» в ФГБУН «Федеральный исследовательский центр «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» (обособленные подразделения Институт физико-технических проблем Севера СО РАН и Институт проблем нефти и газа СО РАН) (Протокол №1 от 23.09.2024 г.).

Присутствовало на заседании 40 чел., в том числе 10 докторов наук, 19 кандидатов наук. Результаты голосования: «за» – 40 чел., «против» – 0 чел., «воздержалось» – 0 чел.

Председатель семинара, главный научный сотрудник лаборатории техногенных газовых гидратов ИПНГ СО РАН, доктор химических наук, доцент



И. К. Иванова

Секретарь семинара, старший научный сотрудник отдела материаловедения ИФТПС СО РАН, к.т.н.



М.И. Васильева

23.09.2024