

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(Минобрнауки России)**
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кабардино-Балкарский государственный университет
им. Х.М. Бербекова» (КБГУ)**

ул. Чернышевского, 173, Нальчик, КБР, 360004. Тел./факс (8-8662) 42-52-54
E-mail: yka@kbsu.ru ОКПО 02069510, ОГРН 1020700739234, ИНН 0711037537, КПП 072501001

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по НИР

ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский
государственный университет
им. Х.М. Бербекова»



С.Ю. Хаширова

«июль» 2026 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный университет
им. Х.М. Бербекова»

Диссертационная работа Шокумовой М.У. на тему: «Синтез и свойства ароматических сополиэфирэфиркетонов и композитов на их основе» выполнена в Центре прогрессивных материалов и аддитивных технологий федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова».

В период подготовки диссертации соискатель Шокумова Милана Уматиевна работала в Кабардино-Балкарском государственном университете им.

Х.М. Бербекова в должности научного сотрудника научно-исследовательского Центра прогрессивных материалов и аддитивных технологий.

В 2010 году Шокумова М.У. окончила ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова» по специальности «Химия». В 2010 году поступила в магистратуру ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова» по направлению «Химия» специализация «Высокомолекулярные соединения», которую окончила в 2012 году.

Справка о сдаче кандидатских экзаменов по направлению 04.06.01 Химические науки по специальности 1.4.7. Высокомолекулярные соединения № 0490 от 24 апреля 2026 г. выдана федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова».

Научный руководитель – Беева Джульетта Анатольевна, доктор химических наук, доцент, заведующая кафедрой биохимии и химической экологии института математики и естественных наук ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова».

По итогам рассмотрения диссертационной работы принято следующее заключение:

Диссертационная работа посвящена получению новых ароматических полиэфирэфиркетонов (АПЭЭК), сополиэфирэфиркетонов (АСПЭЭК), ароматических сополиэфирэфирсульфонкетонов (АСПЭЭСК) на основе мономеров различного строения и активности, разработке воспроизводимых и масштабируемых методик для их синтеза; изучению структуры и свойств полученных полиэфиров; исследованию возможности модификации полиэфиров и получение композитов на их основе.

Для достижения цели работы был поставлен и решен ряд **научных задач**: – исследование температурно-временных, концентрационных режимов нуклеофильных реакций поликонденсации и сополиконденсации при синтезе полиэфирэфиркетонов, сополиэфирэфиркетонов и сополиэфирэфиркетон-

сульфонов;

- определение оптимальных условий, позволяющих получать полимеры и сополимеры с улучшенными показателями физико-механических и теплофизических свойств;
- получение новых АПЭЭК и АСПЭЭК на основе различных дифенолов и дигалогензамещенных ариленов и определение оптимальных условий их синтеза. Исследование возможности оптимизации методов получения полимеров данного класса;
- синтез сополиэфирэфиркетонов, обладающих определенной долей кристалличности и сохраняющих растворимость в органических растворителях;
- исследование процессов нанесения полимерной оболочки на поверхность АПЭЭК, АСПЭЭК, АСПЭЭСК и получение капсулированных полимерных образцов с целью улучшения их перерабатываемости;
- исследование процессов аппретирования углеволокон синтезированными сополимерами и получения угленаполненных полиэфирэфиркетонных композиционных материалов, обладающих повышенными эксплуатационными показателями;
- исследование биологической совместимости синтезированных сополимеров.

Личное участие автора в получении научных результатов

Все результаты экспериментальных данных, приведенные в данной работе, получены автором лично или в соавторстве с непосредственным его участием. Выбор направлений и методов исследования, постановка и решение задач осуществлены совместно с научным руководителем. Соавторы совместных публикаций принимали участие в разработке и проведении отдельных экспериментов и обработке их результатов.

Степень достоверности полученных результатов. На корректность полученных в рамках выполнения настоящей диссертационной работы данных указывают применение современных методов исследования, аналитических приборов и оборудования, совпадение опытных результатов с теоретически рассчитанными в пределах допустимой погрешности, воспроизводимость экс-

периментов.

Материалы исследований, представленные на научных конференциях различных уровней, публикации в рецензируемых журналах и патенты на изобретения, свидетельствуют о достоверности результатов.

Научная новизна

В работе впервые на основе ароматических диолов и активированных ароматических дигалогенаренов получены 40 новых ароматических полиэфирэфиркетонов, сополиэфирэфиркетонов, сополиэфирэфирсульфон-кетонов, которые обладают комплексом улучшенных механических свойств, термо-, тепло- и огнестойкостью. В результате исследований предложены способы получения мелкодисперсных АПЭЭК, АСПЭЭК и АСПЭЭСК, имеющих определенные формы и размеры, сочетающие растворимость и кристалличность, перспективны для 3D-технологий.

Впервые исследованы процессы аппретирования углеродных волокон синтезированными полиэфирэфиркетонами, сополиэфирэфиркетонами, получены углеволоконные композиты, обладающие повышенными эксплуатационными показателями.

Исследована возможность капсулирования синтезированных поли- и сополиэфиров; получены материалы с высокими значениями насыпной плотности, меньшими электризуемостью, слёживаемостью и пылеобразованием, что упрощает процессы их дальнейшей переработки.

Исследована биологическая совместимость синтезированных сополиэфиров с тканями и жидкостями организма и показана их безопасность для получения изделий медицинского назначения.

Новизна работы подтверждается 13 патентами РФ на изобретение.

Практическая значимость. Синтезированные новые АПЭЭК, АСПЭЭК, АСПЭЭСК обладают определенной долей кристалличности, при этом сохраняют растворимость в ряде промышленных растворителей, что расширяет возможности их переработки различными способами. Синтезированные поли- и сополиэфиры благодаря механическим, термо- и теплофизическим свойствам

перспективны для применения в качестве основы изделий, работающих в экстремальных условиях эксплуатации.

Капсулированные образцы ароматических полиэфирэфир- и сополиэфирэфиркетонов обладают более высокой (минимум в 7-8 раз) насыпной плотностью, чем у исходных полимеров, не слипаются при хранении, не электризуются, легко перерабатываются методами литья под давлением и экструзии. Материалы можно рекомендовать для использования в 3D печати в качестве основы композиционных материалов специального назначения.

Комплексная обработка углеродного волокна путем химической и термической активации и аппретирования новыми синтезированными полимерами позволила получить углеволоконные композиционные материалы с комплексом полезных эксплуатационных характеристик.

Синтезированные сополиэфиры обладают биосовместимостью и открывают перспективы создания новых материалов для медицинских приложений.

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК:

1. Шокумова М.У. Влияние условий сополиконденсации на синтез и свойства ароматических сополиэфирсульфонкетонов / А.А. Беев, С.Ю. Хаширова, Д.А. Беева, М.У. Шокумова, В.А. Гучинов, Р.А. Мукожева, С.М. Балаева, Ю.А. Кумышева // Известия Кабардино-Балкарского государственного университета. – 2020. – Т. X. – № 2. – С. 17-25.
2. Шокумова М.У. Микрокапсулированные полиэфирэфиркетоны и сополиэфирэфиркетоны для 3D-печати / А.А. Беев, С.Ю. Хаширова, Д.А. Беева, А.Л. Слонов, М.У. Шокумова, М.В. Макоева, Л.Г. Гринева, М.Х. Кодзокова // Известия Кабардино-Балкарского государственного университета. – 2020. – Т. X. – № 4. – С. 17-25.
3. Шокумова М.У. Полиэфирэфиркетонные композиты с аппретированными углеродными волокнами / А.А. Беев, С.Ю. Хаширова, А.Л. Слонов, И.В. Мусов, Д.А. Беева, М.У. Шокумова, М.Р. Тленкопачев, А.А. Мирзоева // Известия Кабардино-Балкарского государственного университета. – 2020. – Т. X. – № 4. – С. 25-33.

4. Шокумова М.У. Порошкообразные ароматические полиэфирэфиркетоны и сополиэфирэфиркетоны / А.А. Беев, С.Ю. Хаширова, Д.А. Беева, М.У. Шокумова, А.А. Жанситов, А.Т. Цурова, А.А. Хотов // Пластические массы. – 2022. – № 7-8. – С. 6-10.
5. Шокумова М.У. Усовершенствованный способ синтеза полимеров в растворе в условиях высокотемпературной неравновесной поликонденсации / А.А. Беев, С.Ю. Хаширова, М.У. Шокумова, Д.А. Беева, М.Х. Кодзокова // Известия Кабардино-Балкарского государственного университета. – 2023. – Т. XIII. – № 2. – С. 54-60.
6. Шокумова М.У. Синтез и свойства новых ароматических сополиэфирсульфонкетонов / А.А. Беев, С.Ю. Хаширова, Д.А. Беева, М.У. Шокумова, В.А. Гучинов // Известия Кабардино-Балкарского государственного университета. – 2023. – Т. XIII. – № 4. – С. 60-66.
7. Шокумова М.У. К вопросу синтеза ароматических сополиэфирсульфонкетонов / А.А. Беев, С.Ю. Хаширова, Д.А. Беева, М.У. Шокумова // Пластические массы. – 2023. – № 11-12. – С. 10-13.

Публикации в изданиях, индексируемых в Web of Science и Scopus

1. Shokumova M.U. On the Synthesis of Copolyarylene Ether Ketones by Nucleophilic Substitution Reaction / A.A. Beev, D.A. Beeva, M.U. Shokumova, S.Yu. Khashirova // Key Engineering Materials. – 2020. – V. 869. – P. 532-537.
2. Shokumova M.U. Influence Of copolycondensation Conditions On The Synthesis And Properties Of Aromatic Copolyesulphonketones / A.A. Beev, A.A. Khashirov, D.A. Beeva, M.U. Shokumova, V.V. Khasanov // Key Engineering Materials. 2021. – V. 899. – P. 532-539.
3. Shokumova M.U. Polyetheretherketone Composites with Appreted Carbon Fibers / Beev A.A., Beeva D.A., Shokumova M.U., Tlenkopachev M.R., Oshkhunov M.M. // Key Engineering Materials. – 2021. – V. 899. – P. 540-547.

Патенты на изобретения РФ

1. Патент РФ № 2698714. Ароматические хлорсодержащие сополиэфирсульфонкетоны и способ их получения / С.Ю. Хаширова, А.А. Беев, Д.А. Беева,

М.У. Шокумова. Оpubл. 29.08.2019 г. Бюлл. № 25.

2. Патент РФ № 2698716. Ароматические огнестойкие сополиарилэфиркетоны и способ их получения / С.Ю. Хаширова, А.А. Беев, Д.А. Беева, М.У. Шокумова. Оpubл. 29.08.2019 г. Бюлл. № 25.
3. Патент РФ № 2698719. Ароматические сополиэфирсульфонкетоны и способ их получения / С.Ю. Хаширова, А.А. Беев, Д.А. Беева, М.У. Шокумова. Оpubл. 29.08.2019 г. Бюлл. № 25.
4. Патент РФ № 2710365. Ароматические сополиэфирсульфонкетоны повышенной огнестойкости / С.Ю. Хаширова, А.А. Беев, Д.А. Беева, М.У. Шокумова. Оpubл. 26.12.2019 г. Бюлл. № 36.
5. Патент РФ № 2743995. Полимерный композит на основе полиэфирэфиркетона, армированного углеволокном, и способ его получения / А.А. Беев, С.Ю. Хаширова, А.Л. Слонов, И.В. Мусов, Д.А. Беева, М.У. Шокумова. Оpubл. 01.03.2021 г. Бюлл. № 7.
6. Патент РФ № 2752625. Полимерный композиционный материал на основе полиэфирэфиркетона и углеволокна и способ его получения / А.А. Беев, С.Ю. Хаширова, А.Л. Слонов, И.В. Мусов, Д.А. Беева, М.У. Шокумова. Оpubл. 29.07.2021 г. Бюлл. № 22.
7. Патент РФ № 2752627. Полимерный композит на основе полиэфирэфиркетона и углеволокна и способ его получения / А.А. Беев, С.Ю. Хаширова, А.Л. Слонов, И.В. Мусов, Д.А. Беева, М.У. Шокумова. Оpubл. 29.07.2021 г. Бюлл. № 22.
8. Патент РФ № 2757922. Углеволокнистый полимерный композиционный материал на основе полиэфирэфиркетона и способ его получения / А.А. Беев, С.Ю. Хаширова, А.Л. Слонов, И.В. Мусов, Д.А. Беева, М.У. Шокумова. Оpubл. 25.10.2021 г. Бюлл. № 31.
9. Патент РФ № 2769396. Способ получения аппрета, аппретированный полиэфирэфиркетонный композит и способ его получения / А.А. Беев, С.Ю. Хаширова, А.Л. Слонов, И.В. Мусов, Д.А. Беева, М.У. Шокумова. Оpubл. 31.03.2022 г. Бюлл. № 10.

10. Патент РФ № 2793864. Углеволоконный полиэфирэфиркетонный композит и способ его получения / А.А. Беев, С.Ю. Хаширова, Д.А. Беева, М.У. Шокумова. Оpubл. 07.04.2023 г. Бюлл. № 10.
11. Патент РФ № 2793886. Полиэфирэфиркетонный углеволокнистый композиционный материал и способ его получения / А.А. Беев, С.Ю. Хаширова, Д.А. Беева, М.У. Шокумова. Оpubл. 07.04.2023 г. Бюлл. № 10.
12. Патент РФ № 2798036. Способ получения аппретированных углеволокон и полиэфиримидные композиции / А.А. Беев, С.Ю. Хаширова, Д.А. Беева, М.У. Шокумова. Оpubл. 14.06.2023 г.
13. Патент РФ № 2798166. Способ получения аппретированных углеволокон и полиэфирэфиркетонные композиции на их основе / А.А. Беев, С.Ю. Хаширова, Д.А. Беева, М.У. Шокумова. Оpubл. 16.06.2023 г.

Материалы диссертационной работы доложены и обсуждены на Международных научно-практических конференциях «Новые полимерные композиционные материалы» (г. Нальчик, 2021-25 гг.), IX Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Химические проблемы современности 2025», г. Донецк, Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых «Перспектива», 2025 г., г. Нальчик, на научных семинарах в Центре «Прогрессивных материалов и аддитивных технологий» КБГУ в 2020-25 гг.

Диссертационное исследование «Синтез и свойства ароматических сополиэфирэфиркетонов и композитов на их основе» представляет собой научно-квалификационную работу и соответствует требованиям, установленным для диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук (ч. II «Положения о присуждении ученых степеней» утв. постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 в действующей редакции). Тема и содержание диссертации соответствуют паспорту специальности 1.4.7. Высокомолекулярные соединения:

п. 2. Синтез олигомеров, в том числе специальных мономеров, связь их строения и реакционной способности. Катализ и механизмы реакций полимеризации

зации, сополимеризации и поликонденсации с применением радикальных, ионных и ионно-координационных инициаторов, их кинетика и динамика. Разработка новых и усовершенствование существующих методов синтеза полимеров и полимерных форм;

п. 3. Основные признаки и физические свойства линейных, разветвленных, в том числе сверхразветвленных, и сетчатых полимеров, их конфигурация (на уровнях: звена, цепи, присоединения звеньев, присоединения блоков) и конформация. Учет влияния факторов, определяющих конформационные переходы. Роль межфазных границ. Надмолекулярная структура и структурная модификация полимеров;

п. 8. Усовершенствование существующих и разработка новых методов изучения строения, физико-химических свойств полимеров в конденсированном состоянии и других свойств, связанных с условиями их эксплуатации.

Диссертация «Синтез и свойства ароматических сополиэфирэфиркетонов и композитов на их основе» Шокумовой Миланы Уматиевны рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.7. Высокомолекулярные соединения.

Диссертационная работа Шокумовой Миланы Уматиевны была заслушана на открытом научном семинаре Центра прогрессивных материалов и аддитивных технологий ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова». Заключение одобрено и принято по итогам обсуждения материалов диссертации: присутствовало на семинаре 36 чел.

Результаты голосования: «за» - 36 чел., «против» - нет, «воздержались» - нет, протокол № 1 от «15» января 2026 г.

Руководитель семинара,
д.х.н., профессор



А.А. Беев



ПОДПИСЬ <u>Беев А.А.</u>
_____ заверяю
Зам. начальника управления правового и контрактного сопровождения КБГУ
<u>Фегу</u> М.В. Арипшева
«22» 06 2026 г.