

Заключение диссертационного совета 24.2.312.10, созданного
на базе федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»,
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации,
по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 18.06.2026 г. № 64

О присуждении Аникеевой Ксении Геннадьевне, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Озонирование древесного наполнителя в производстве композиционных материалов с матрицей из термопластичных полимеров» по специальности 4.3.4. Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и переработки древесины принята к защите 15.04.2026 г., протокол заседания № 58, диссертационным советом 24.2.312.10, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования (ФГБОУ ВО) «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 420015, г. Казань, ул. Карла Маркса, д. 68; приказ Минобрнауки России о создании диссертационного совета 1524/нк от 21.11.2022 г.

Соискатель Аникеева Ксения Геннадьевна, 13.02.2000 года рождения, в 2023 году окончила с отличием магистратуру ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет». В 2026 году окончила аспирантуру того же вуза. Работает ассистентом кафедры архитектуры и дизайна изделий из древесины в ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре архитектуры и дизайна изделий из древесины ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Минобрнауки России.

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор Сафин Руслан Рушанович, ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», кафедра архитектуры и дизайна изделий из древесины, заведующий кафедрой.

Официальные оппоненты:

Титунин Андрей Александрович, доктор технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Костромской государственный университет», заведующий кафедрой лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств;

Варанкина Галина Степановна, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего

образования «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С. М. Кирова», профессор кафедры технологии материалов, конструкций и сооружений из древесины,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный лесотехнический университет», г. Екатеринбург, в своем положительном отзыве, подписанном Шкуро Алексеем Евгеньевичем, доктором технических наук, доцентом, профессором кафедры технологий целлюлозно-бумажных производств и переработки полимеров, указала, что актуальность диссертационной работы Аникеевой Ксении Геннадьевны на тему «Озонирование древесного наполнителя в производстве композиционных материалов с матрицей из термопластичных полимеров» связана с предложением экологически безопасной и экономически обоснованной технологии озонирования для модификации древесного наполнителя в производстве древесно-полимерных композитов и изделий на их основе. Отмечено, что диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой решена актуальная задача по разработке технологии озонирования древесного наполнителя при производстве композиционных материалов с улучшенными эксплуатационными характеристиками. Основные результаты диссертации опубликованы в 19 печатных трудах, в том числе издано 6 статей в рецензируемых научных изданиях из Перечня ВАК и 4 статьи в изданиях, индексируемых в базе данных Scopus, что удовлетворяет требованиям ВАК Российской Федерации о публикациях основных научных результатов исследований и их количестве. По актуальности, объему выполненных исследований, научной новизне, достоверности, научной и практической значимости полученных результатов и выводов диссертационная работа Аникеевой К.Г. на тему «Озонирование древесного наполнителя в производстве композиционных материалов с матрицей из термопластичных полимеров» соответствует критериям, которым должна отвечать диссертация на соискание ученой степени кандидата наук, изложенным в п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. (в текущей редакции), предъявляемым ВАК Российской Федерации к кандидатским диссертациям, а ее автор Аникеева Ксения Геннадьевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.4. Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и переработки древесины.

Соискатель имеет 24 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации – 19 работ, общим объемом 141 страница (авторский вклад 80 %), из них 6 статей в рецензируемых научных журналах и изданиях, рекомендуемых ВАК Минобрнауки России, 4 статьи в изданиях, входящих в международную реферативную базу данных Scopus, 9 работ – в прочих изданиях.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, заимствованный материал без ссылки на автора/соавтора и/или источник заимствования.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. **Аникеева, К. Г.** Влияние двухступенчатой обработки наполнителя на свойства древесно-полимерного композита / К. Г. Аникеева, Р. Р. Сафин // Аграрный научный журнал. – 2024. – № 6. – С. 88-98.

2. **Аникеева, К. Г.** Влияние метода обработки древесного наполнителя на скорость биологического разложения древесно-полимерного композита / К. Г. Аникеева, Р. М. Зарипов, Н. Р. Галяветдинов, Р. Р. Хасаншин // Деревообрабатывающая промышленность. – 2024. – № 4. – С. 40-45.

3. **Аникеева, К. Г.** Свойства биоразлагаемого древесно-полимерного композита на основе озонированного древесного наполнителя и полигидроксibuтирата / К. Г. Аникеева, Р. Р. Сафин, Н. Р. Галяветдинов // Деревообрабатывающая промышленность. – 2024. – № 2. – С. 59-65.

4. **Anikeeva, K. G.** The influence of two-step processing of wood filler on the properties of polyethylene-based wood-polymer composites / K. G. Anikeeva, R. R. Safin // Polymer Science, Series D. – 2025. – Vol. 18, No. 3. – P. 493-496.

На диссертацию и автореферат поступило 10 положительных отзывов от:

- к.т.н., доцента, заведующего кафедрой деревообрабатывающих производств ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет» **Гайнуллина Р.Х.** Замечания: 1. Низкое качество графиков, представленных в автореферате, снижает наглядность представления и затрудняет оценку полученных результатов. 2. Результаты научных исследований разработанной технологии желательно подтвердить патентом РФ на изобретение;

- д.т.н., профессора, заведующего кафедрой дизайна ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет» **Ившина К.С.** Замечания: 1. В работе исследуются отходы лиственных пород, в частности березы. Почему не рассматривались хвойные породы древесины? 2. Термическая модификация древесины дешевле и проще в масштабировании. В чем принципиальное преимущество озонирования, если оно требует генерации и утилизации токсичного газа?

- д.т.н., доцента, профессора кафедры электротехники, теплотехники и гидравлики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова» **Дорняк О.Р.** Замечания: 1. Граничные условия, принятые в математической модели (8) и (10), требуют численного решения и дифференцирования значений зависимых переменных, вычисленных на предыдущем временном шаге. Известно, что это может приводить к быстрому росту погрешности расчета. Из материалов автореферата неясно, как обоснована сходимость применяемой разностной схемы. 2. В автореферате не указана относительная погрешность проведенных экспериментов.

- к.т.н., доцента кафедры механизации переработки сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВО «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва» **Кузьмина А.М.** Замечания: 1. В автореферате не приводятся марка, производитель и технические характеристики исходных полимерных матриц. 2. Также в автореферате не приводятся исходные характеристики древесного наполнителя (фракционный состав, форма частиц). На каком оборудовании происходило измельчение древесного

наполнителя или это коммерческий продукт? Почему в качестве объекта исследования выбрана только древесины лиственных пород?

- д.т.н., доцента, профессора кафедры лесопромышленных и химических технологий ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет» **Царева Е.М.** Замечания: 1. Из приведенного списка опубликованных работ в соавторстве, не ясно, сколько процентов составляет личный вклад в них автора. 2. Из автореферата неясно, возможно ли применение данной технологии для других видов растительных материалов. 3. Рисунки в автореферате 4,5,7 плохого качества и трудно читаются.

- д.т.н., доцента, профессора кафедры машин и технологии деревообработки ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет» **Рублевой О.А.** Замечания: 1. В автореферате на с. 10-12 не приведены математические модели, описывающие влияние варьируемых факторов на свойства исследованных ДПК с матрицами из полигидроксibuтирата, термопластичного крахмала и полиэтилена высокого давления, которые могли бы быть разработаны на основе полученных экспериментальных данных и дали бы возможность автору провести многогранный статистически обоснованный анализ свойств полученных составов. 2. Процесс направленного изменения физико-механических и иных свойств древесины в соответствии с ГОСТ 23944-80 называется модифицирование древесины. На каком основании автор использует применительно к исследуемой технологии термин «модификация», который, в соответствии с указанным стандартом, должен применяться не к процессу, а к результату обработки (например, модификация свойств)?

- д.т.н., доцента, заведующего кафедрой механической обработки древесины ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет» **Газеева М.В.** Замечание: 1. Озон является токсичным газом первого класса опасности. Как в предлагаемой технологии обеспечивается промышленная безопасность процесса при масштабировании установки озонирования?

- от д.т.н., профессора, профессора кафедры химической переработки древесины УО «Белорусский государственный технологический университет» **Черной Н.В.** к.т.н., доцента, доцента той же кафедры **Гордейко С.А.** Замечания: 1. На с. 8 представлена информация «Определена количественная связь между дозой озонирования и снижением краевого угла смачивания...». Однако не указано, каким способом установлена эта «связь» и почему эта зависимость представлена уравнением первого порядка? Видно, что на рис. 5 представлены только 2 точки, а что между ними? 2. Математическое выражение (13), представленное на с. 9, показывает, как определяется доза озонирования. Однако по тексту автореферата и в абзаце «Основные обозначения» (с.14) отсутствуют расшифровки входящих в эту формулу двух i -тых параметров (D_{iO_3} и τ_i). Не понятно, при каких условиях можно определить численные значения этих параметров? 3. Представленные на рис. 11 (с.13) результаты исследований по изменению «Скорости биоразложения древесно-полимерных композитов в зависимости от дозы озона» для двух видов исследуемых систем (а и б). Что будет через 100-150 сут? Когда процесс биоразложения завершится?

- д.т.н., профессора высшей школы промышленной инженерии ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный университет» **Исаева С.П.** Замечания: 1. Автор одним из режимных параметров озонирования использует дозу с единицей измерения $\text{кг} \cdot \text{с} / \text{м}^3$. Чем обусловлено применение данной единицы измерения? Может быть логичнее было бы применить показатель концентрации озона ($\text{мг} / \text{л}$) в газовой среде камеры озонирования древесного наполнителя? 2. Некоторые иллюстрации автореферата трудночитаемы. Например, рис. 4, рис. 5, рис. 7.

- д.т.н., профессора, профессора кафедры целлюлозно-бумажных и лесохимических производств ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова» **Казакова Я.В.** Замечания: 1. Вывод автора о происходящих химических превращениях в древесине при обработке озоном требует подтверждения. При обработке сильным окислителем, к которым относится озон, деструкции подвергаются все компоненты древесины, и известно, что наименее стойкими к окислению являются гемицеллюлозы. Чем автор подтверждает, что образующиеся карбонильные группы имеют происхождение от лигнина? 2. При представлении математических моделей автор не привел количественных значений исходных данных, принятых для расчета: размеры частиц, температура, плотность, влажность и т.п.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их высокой профессиональной квалификацией, компетентностью в области физико-химической обработки древесной биомассы и разработки композиционных материалов на ее основе, исследований свойств композитов и готовых изделий из них, а также высокой публикационной активностью и способностью дать профессиональную оценку новизны и научно-практической значимости диссертационного исследования.

Ведущая организация известна научными исследованиями по направлениям: разработка и совершенствование композиционных материалов на основе древесины, изучение процессов переработки растительных отходов. Наиболее значимые работы учёных ведущей организации отражены в публикациях в ведущих российских и международных изданиях, таких как «Лесной журнал», «Вестник технологического университета», «Деревообрабатывающая промышленность», «Клеи. Герметики. Технологии», «Системы. Методы. Технологии», «Лесной вестник», «E3S Web of Conferences» и др. Работы ученых ведущей организации в направлении исследований, близких тематике диссертации, неоднократно отмечались на российском и международном уровне.

Диссертационный совет отмечает, что наиболее существенные результаты, полученные лично соискателем, и их научная новизна заключаются в следующем:

предложено озонирование как метод обработки измельченного древесного сырья с целью функционализации поверхностных свойств;

разработана математическая модель совмещенных процессов сушки и озонирования древесного сырья, которая отличается тем, что учитывает совместное влияние начальной влажности древесины и гидродинамики псевдоожоженного слоя на изменение краевого угла смачивания древесины;

установлена количественная закономерность изменения краевого угла смачивания от дозы озонирования, а также влажности исходного сырья;

установлены количественные закономерности влияния содержания глицерина и температуры термомеханической пластификации на объемную усадку, плотность, ударную вязкость, показатель текучести расплава, прочность при растяжении термопластичного крахмала, обоснован состав с 30 мас. % глицерина и температурой пластификации 140 °С;

проведено комплексное сопоставление физико-механических свойств древесно-полимерных композитов на основе трёх типов полимерных матриц различной природы (полиэтилен, полигидроксибутират, термопластичный крахмал) при использовании трех методов модификации древесного наполнителя: озонирования, термической модификации, двухступенчатой обработки, включающей термическую модификацию с последующим озонированием; установлено, что озонирование обеспечивает максимальный прирост плотности и пределов прочности при растяжении и изгибе во всех системах.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

разработана математическая модель совмещенной сушки и озонирования измельчённой древесины в условиях псевдооживленного слоя, позволяющая количественно описать взаимосвязь между начальной влажностью древесного сырья, гидродинамикой и тепломассопереносом в газовой фазе и изменением поверхностных свойств материала;

доказана целесообразность разделения стадий процесса и проведения предварительной сушки материала вне реактора с последующей модификацией сырья озоном, так как влажность более 8 % блокирует активные центры и переводит процесс из химически контролируемого в диффузионно-ограниченный;

обоснован механизм избирательной атаки озона на ароматические структуры лигнина с образованием карбонильных и карбоксильных групп на основе методов молекулярной динамики и ИК-спектроскопии, а также определена эффективная константа скорости химической реакции образования С=О связей.

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

принята к внедрению на ООО «НТЦ «Биополимер» (г. Ессентуки) энерго- и ресурсосберегающая технология предварительной обработки древесных отходов лиственных пород (берёзы) методом озонирования, обеспечивающая повышение адгезии к полимерным матрицам различной природы – как традиционным (полиэтилен), так и биоразлагаемым (полигидроксибутират, термопластичный крахмал);

разработан композиционный материал на основе 70 мас. % термопластичного крахмала и 30 мас. % озонированной берёзовой муки, предназначенный для изготовления одноразовых емкостей для посадки растений с регулируемой скоростью биоразложения;

установлена зависимость потери массы древесно-полимерных композитов от дозы озонирования: при воздействии озона в дозах 0,02; 0,04; 0,09 кг·с/м³ потеря

массы достигает 80,2; 86; 90 %, соответственно, за 90 суток в условиях компостирования.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

достоверность результатов исследования подтверждается комплексным применением современных физико-химических методов исследования с использованием поверенного оборудования, а также сопоставимостью научных результатов с известными теоретическими и экспериментальными результатами исследований.

Личный вклад соискателя состоит в выборе темы, определении цели и задач исследования, в организационно-техническом планировании и проведении исследований, в обработке и интерпретации полученных результатов, обобщении их в виде статей и докладов, формулировании научных выводов. Автору принадлежат основные идеи опубликованных в соавторстве и использованных в диссертации работ.

По своему содержанию диссертация отвечает паспорту специальности 4.3.4. Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и переработки древесины по п. 3 «Теория и методы воздействия техники и технологий на лесную среду в процессе лесовыращивания, заготовки и переработки древесного сырья» и по п. 4 «Технология и продукция в производстве: лесохозяйственном, лесозаготовительном, лесопильном, деревообрабатывающем, целлюлозно-бумажном, лесохимическом и сопутствующих им производствах».

Рекомендации по использованию результатов диссертационного исследования: полученные результаты могут быть рекомендованы к использованию на предприятиях по изготовлению древесно-полимерных композиционных материалов, применяемых в производстве изделий сельскохозяйственного назначения, а также использованы в научно-исследовательской подготовке бакалавров и магистров высших учебных заведений.

В ходе защиты диссертации критических замечаний по научной новизне и значимости работы для науки и практики высказано не было. Аникеева Ксения Геннадьевна аргументировано ответила на замечания и задаваемые в ходе заседания вопросы, четко обосновала собственную позицию. С рядом высказанных замечаний соискательница согласилась.

Диссертационным советом сделан вывод о том, что рассматриваемая диссертация является законченной научно-квалификационной работой и соответствует п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 (в текущей редакции).

На заседании 18.06.2026 г. диссертационный совет принял решение присудить Аникеевой Ксении Геннадьевне ученую степень кандидата технических наук за новые научно-обоснованные технические и технологические решения в области разработки энерго- и ресурсосберегающей технологии модификации древесного наполнителя методом озонирования для производства биоразлагаемых древесно-полимерных композитов, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие

рационального природопользования и повышение ресурсосберегающего потенциала деревоперерабатывающей и сельскохозяйственной отраслей промышленности, а также упаковочного производства.

При проведении тайного голосования диссертационный совет 24.2.312.10 в количестве 14 человек, из них 8 докторов наук по специальности 4.3.4. Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и переработки древесины, участвовавших в заседании, из 16 человек, входящих в состав совета, проголосовал: за – 14, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета 24.2.312.10



Руслан Гарсеевич Сафин

Учёный секретарь
диссертационного совета 24.2.312.10



Екатерина Игоревна Байгильдева

18 июня 2026 г.