

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 18.12.2025 г. № 49

О присуждении Гирфанову Артему Альбертовичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Ультрафиолетовая обработка в процессах модификации древесины» по специальности 4.3.4. Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и переработки древесины принята к защите 15.10.2025 г., протокол заседания № 46 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 Гирфанов Артем Альбертович, 24.06.1974 года рождения, в 1997 году окончил Московский энергетический институт (технический университет). В 2025 году окончил аспирантуру ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет». Работает директором филиала Акционерного общества «Татэнерго» - «Казанская Теплоэлектроцентраль №2», Министерство энергетики Российской Федерации (Минэнерго России).

Диссертация выполнена на кафедре архитектуры и дизайна изделий из древесины ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

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:

Шкуро Алексей Евгеньевич, доктор технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный лесотехнический университет», профессор кафедры технологии целлюлозно-бумажных производств и переработки полимеров;

Варанкина Галина Степановна, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет

им. 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 «Костромской государственный университет», г. Кострома, в своем положительном отзыве, подписанном Титуниным Андреем Александровичем, доктором технических наук, доцентом, заведующим кафедрой лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств, указала, что актуальность диссертационной работы Гирфанова Артема Альбертовича на тему «Ультрафиолетовая обработка в процессах модификации древесины» связана с исследованиями в области улучшения эксплуатационных свойств древесины и материалов на ее основе, в том числе путем высокотемпературных воздействий, и направлена на разработку новых технологических решений, отличающихся от уже известных низкой себестоимостью. Отмечено, что в работе решена научно-техническая задача, имеющая важное значение для развития деревообрабатывающей отрасли: для получения материалов на основе древесины с улучшенными эксплуатационными свойствами разработана новая технология двухстадийной обработки древесины, включающая предварительную объёмную термическую модификацию в среде топочных газов и последующую поверхностную ультрафиолетовую обработку. Содержание диссертации сформулировано на основе опубликованных автором научных трудов, что подтверждает достоверность выдвинутых на защиту теоретических и практических рекомендаций. Диссертационная работа соответствует критериям, которым должна отвечать диссертация на соискание учёной степени кандидата наук, изложенным в п. 9 Положения «О присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г. (в текущей редакции), а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 4.3.4. Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и переработки древесины.

Соискатель имеет 33 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации – 12 работ, общим объемом 57 страниц (авторский вклад 75 %), из них 5 статей в рецензируемых научных журналах и изданиях, рекомендуемых ВАК Минобрнауки России, 1 статья в издании, входящем в международную реферативную базу данных Scopus, 6 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. Гирфанов А.А. Влияние методов предварительной обработки поверхности древесины на проникающую способность огнезащитного средства / **Гирфанов А.А.**, Сафин Р.Р., Саерова К.В., Сафина А.В.// *Деревообрабатывающая промышленность.* – 2023. – №4. – С. 11-16.

2. Гирфанов А.А. Исследование огнезащитной эффективности деревянных

конструкций различного периода эксплуатации / **Гирфанов А.А.**, Сафин Р.Р., Сафина А.В. // Системы. Методы. Технологии (СМТ). – 2023. – №2(58). – С. 107-112.

3. Гирфанов А.А. Исследование воздействия ультрафиолетового облучения на гигроскопичность и смачиваемость древесины / **Гирфанов А.А.**, Сафин Р.Р., Кайнов П.А. // Деревообрабатывающая промышленность. – 2024. – №3. – С. 43-50.

4. Girfanov A.A. Behavior of Wood During photo-oxidation / **Girfanov A.A.**, Safin R.R. // III International Scientific Practical Conference: Technologies. Material Science and Engineering, EEA-III-2024. – 2024. – P. 20049.

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.** Замечание: 1. Единственным недостатком работы можно считать ограниченность применения указанных технологий исключительно на крупных предприятиях, имеющих собственные теплоэнергетические комплексы. Однако это ограничение вполне преодолимо при дальнейшем развитии и адаптации методов к малым производствам и индивидуальным застройщикам;

- д.т.н., доцента, профессора кафедры безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет» **Коротковой Т.Г.** Замечания: 1. В автореферате на рисунке 3 (стр.8) приведены экспериментальные данные для продолжительности термообработки для 2, 3 и 4 часов. На мой взгляд, проводить прямую линию от 0 ч до 2 ч является не корректным, так как нет данных по зависимости степени модифицирования от продолжительности термообработки в данном интервале. 2. Не ясно, как учтено влияние ультрафиолетового воздействия на прочность древесины;

- д.т.н., доцента, профессора кафедры лесопромышленных и химических технологий ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет» **Царева Е.М.** Замечания: 1. Из приведённого списка опубликованных работ в соавторстве, не ясно, сколько процентов в них составляет личный вклад автора. 2. В автореферате не представлены результаты статистической обработки рассматриваемой работы. 3. В рассматриваемом автореферате в разделе, именуемом «Заключение», по мнению оппонента, необходимо было бы более подробно отразить, кому можно рекомендовать результаты исследований в условиях реального производства;

- д.т.н., профессора, профессора кафедры технологии промышленной и художественной обработки материалов ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет им. М.Т. Калашникова» **Черных М.М.** Замечания: 1. В автореферате недостаточно подробно раскрыты технологические параметры установки для УФ-обработки. 2. Краткое описание экономической эффективности не позволяет оценить масштаб внедрения технологии.

- д.т.н., профессора, профессора кафедры древесиноведения ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова» **Шамаева В.А.** Замечания: 1. В тексте автореферата не полностью раскрыты потенциальные негативные последствия длительного УФ-облучения для механических

свойств древесины, кроме упоминания о необходимости дозы для склеивания. 2. Отсутствует подробное описание методики испытаний на огнестойкость, что затрудняет оценку воспроизводимости полученных результатов (Таблица 4);

- д.т.н., доцента, профессора кафедры машин и технологий деревообработки ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет» **Рублевой О.А.** Замечания: 1. В автореферате не приведено сведений о теоретическом обосновании изучаемых автором работы процессов; 2. Для представленных на с. 8-9 уравнения (1) зависимости плотности от толщины образца, температуры «уходящих» газов и времени сушки, уравнения (3) зависимости краевого угла смачивания от степени термомодификации и дозы ультрафиолетового облучения не приведены сведения об адекватности полученной модели и величине коэффициента детерминации;

- к.т.н., доцента кафедры древесиноведения ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова» **Руссу А.В.** Замечания: 1. В представленных математических моделях не указаны пределы их адекватности и погрешности расчётов. 2. Требуется пояснения выбор именно дозы УФ-облучения $7,4 \text{ кДж/м}^2$ в качестве оптимальной для натуральной древесины: на чём основан данный порог и как он соотносится с возможным началом фотодеструкции материала;

- д.т.н., профессора, профессора кафедры целлюлозно-бумажных и лесохимических производств ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова» **Казакова Я.В.** Замечания: 1. В автореферате не представлено информации по составу дымовых газов, использованных для термомодификации древесины. Поэтому остался открытым вопрос, модификация произошла только под воздействием высокой температуры, или унос золы и сажи, а также химическое воздействие кислорода и углекислого газа тоже имело место? 2. Интенсивность деструкции различных компонентов древесины зависит от длины волны применяемого ультрафиолетового излучения. В автореферате не представлены данные о длине волны использованного источника УФ-излучения. Как, по мнению автора, изменения излучаемого диапазона повлияют на результаты облучения? 3. Автор предложил технологию термомодификации пиломатериалов в тракте дымовых газов котла-утилизатора. В автореферате не отмечено, какие мероприятия предусмотрены для исключения эффекта коробления пиломатериалов. 4. Вывод автора о происходящих химических превращениях в древесине при обработки ультрафиолетовым излучением требует количественной информации для его подтверждения;

- д.т.н., профессора, профессора кафедры химической переработки древесины учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет» **Черной Н.В.** Замечание: 1. В Заключение (п.3, с.14) отсутствуют объяснения причин повышения, во-первых, гигроскопичности «...древесины сосны, модифицированной предложенным способом...», с увеличением дозы ультрафиолетового излучения и, во-вторых, улучшения прочности клеевого соединения;

- д.т.н., профессора, профессора кафедры технологии композиционных материалов и древесиноведения ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий им. академика М.Ф. Решетнева» **Ермолина В.Н.**

Замечание: 1. В автореферате не указано как изменяются механические свойства древесины, в частности, прочность при статическом изгибе в результате модификации. На наш взгляд этот показатель будет полезен при определении области применения такой древесины.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их высокой профессиональной квалификацией, компетентностью в области производства и совершенствования материалов из древесины, глубоким знанием процессов её обработки, 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 материалов на основе древесины; исследование термо- и влагозащитных свойств древесных и целлюлозосодержащих композитов, повышение их огнебиозащищённости, ресурсосберегающие технологии их производства. Наиболее значимые работы учёных ведущей организации отражены в публикациях в ведущих российских и международных изданиях, таких как «Лесной журнал», «Лесотехнический журнал», «Умные композиты в строительстве», «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 использование ультрафиолетового облучения в качестве предварительной обработки поверхности древесины перед процессами пропитки с целью повышения впитывающей способности огнебиозащитного состава поверхностью материала;

проведены исследования процесса термического модифицирования древесного материала с использованием в качестве агента обработки среды «уходящих» газов энергетического котла-утилизатора в диапазоне температур от 180 °С до 240 °С в составе парогазовой установки на ТЭС;

разработана математическая модель кинетики плотности древесины сосны в процессе термической обработки конвекцией «уходящими» газами котлоагрегатов ТЭС, полученная с использованием планов второго порядка, отличающаяся возможностью оперативного определения степени термической обработки древесины сосны в зависимости от продолжительности воздействия и температуры «уходящих» газов котлов, а также толщины пиломатериала;

получено математическое описание изменения краевого угла смачивания древесины сосны в зависимости от степени термической обработки в среде «уходящих» газов котлоагрегатов ТЭС и полученной дозы ультрафиолетового облучения;

установлено опытным путём, что необходимая доза УФ облучения натуральной древесины составляет 7,4 кДж/м², что позволяет снизить краевой угол смачивания более чем в 5 раз;

установлено, что для термомодифицированной сосны необходимая доза ультрафиолетового облучения по сравнению с натуральной древесиной возрастает пропорционально степени модифицирования.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана целесообразность применения ультрафиолетового облучения древесины для повышения адгезионных свойств;

установлена эффективность сочетания объёмной термомодификации, поверхностной ультрафиолетовой обработки и пропитки огнезащитным составом для повышения устойчивости древесины при её эксплуатации в условиях повышенной влажности и пожароопасности;

проведён анализ влияния энергетических параметров ультрафиолетового облучения на эффективность модификации поверхностных характеристик древесины, в частности, на уменьшение краевого угла смачивания и улучшение пропитывающих свойств древесных материалов.

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

предложены рациональные дозы облучения древесины сосны ультрафиолетом перед процессом пропитки огнезащитными составами;

принята к внедрению на ООО «Инженерно-техническая фирма «АММ» (г. Казань) предлагаемая технология пропитки деревянных конструкций, позволяющая повысить качество их огнебиозащитной обработки вследствие увеличения глубины пропитки и введённого объёма пропитывающих составов путём повышения смачиваемости поверхности древесины ультрафиолетовым облучением.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

полученные соискателем результаты и теоретические заключения базируются на стандартных методиках оценки свойств древесных материалов; на согласованности научных результатов с известными теоретическими и экспериментальными результатами исследований.

Личный вклад соискателя заключается в выборе темы, формулировке основных положений диссертации, а также в решении теоретических, экспериментальных и практических задач повышения огнебиозащитных свойств деревянных конструкций при эксплуатации промышленных зданий и сооружений; создании методики и проведении исследования по термомодифицированию древесины в «уходящих» газах котла-утилизатора ТЭС, а также создании установки для испытаний и проведения экспериментальных исследований по фотоокислению образцов древесины; в разработке математического описания процессов термомодифицирования и фотодеградациии древесины; подготовке публикаций по выполненной работе. Автору принадлежат основные идеи работ, опубликованных в соавторстве.

По своему содержанию диссертация отвечает паспорту специальности 4.3.4. Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и переработки древесины: п. 3 «Теория и методы воздействия техники и технологий на лесную среду в процессе лесовыращивания, заготовки и переработки древесного сырья» и п. 4

Рекомендации по использованию результатов диссертационного исследования: полученные результаты могут быть рекомендованы к практическому применению на предприятиях, занятых в производстве тепловой и электрической энергии, для проведения термомодификации древесины с целью её использования для внутренних нужд при проведении ремонтных работ в кабельных каналах, а также при огнезащитной обработке деревянных конструкций, находящихся в эксплуатации на промышленных предприятиях.

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

При проведении тайного голосования диссертационный совет 24.2.312.10 в количестве 15 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 – 15, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

10

10

Екатерина Игоревна Байгильдеева