

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. № 48

О присуждении Фахрутдиновой Лейсан Рамилевне, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Технология и аппаратурное оформление процесса извлечения бетулина из коры берёзы» по специальности 4.3.4. Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и переработки древесины принята к защите 15.10.2025 г., протокол заседания № 47 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.

Фахрутдинова Лейсан Рамилевна, 19.05.2000 года рождения. В 2024 году окончила с отличием магистратуру ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет». С 2024 года и по настоящее время обучается в аспирантуре очной формы обучения того же вуза. Работает ассистентом кафедры переработки древесных материалов ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре переработки древесных материалов ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Минобрнауки России.

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор Сафин Рушан Гареевич, ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», кафедра переработки древесных материалов, заведующий кафедрой.

Официальные оппоненты:

Рощин Виктор Иванович, доктор химических наук, старший научный сотрудник, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова», профессор кафедры технологии химической переработки биомассы дерева;

Кутакова Наталья Алексеевна, кандидат технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Северный (Арктический) федеральный университет (САФУ имени

М. В. Ломоносова)», профессор кафедры целлюлозно-бумажных и лесохимических производств,

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 Юрьевым Юрием Леонидовичем, доктором технических наук, профессором, профессором кафедры высшей школы биотехнологии, указала, что актуальность диссертационной работы Фахрутдиновой Лейсан Рамилевны на тему «Технология и аппаратурное оформление процесса извлечения бетулина из коры берёзы» обусловлена наличием значительных объемов неиспользуемых отходов деревообработки в виде березовой коры, которые на сегодняшний день утилизируются неэффективно, а также острой необходимостью в импортозамещении высоколиквидного продукта – бетулина. Отмечено, что работа обладает существенной научной и практической значимостью, в ней решена актуальная задача по разработке технологии и аппаратурного оформления процесса извлечения бетулина из коры березы. Диссертация, автореферат и опубликованные работы корректно отражают основные научные результаты исследования. Диссертация соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (в текущей редакции), а её автор Фахрутдинова Лейсан Рамилевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.4. Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и переработки древесины.

Соискатель имеет 28 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации – 17 работ, общим объемом 104 страницы (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, 2 патента на изобретение, 9 работ – в материалах всероссийских и международных конференций.

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. Губернаторов В. В. Обзор методов извлечения бетулина из коры березы / Губернаторов В.В., Фахрутдинова Л. Р., Ахметова Д. А. [и др.] // Деревообрабатывающая промышленность. – 2022. – № 4. – С. 88-94.

2. Сафина А. В. Инженерная методика расчета установки извлечения бетулина из бересты березы / Сафина А.В., Зиятдинова Д. Ф., Фахрутдинова Л. Р. [и др.] // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2024. – № 1(397). – С. 195-207.

3. Сафин, Р. Г. Свойства коры березы, влияющие на сепарацию бересты от луба / Сафин Р. Г., Валеев К. В., Фахрутдинова Л. Р. // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2025. – № 1(403). – С. 197-209.

4. Зиятдинова Д. Ф. Моделирование процессов влагопоглощения древесины

при изменении давления среды / Зиатдинова Д.Ф., Соловьева Е. Н., Фахрутдинова Л. Р. // Вестник технологического университета. – 2024. – Т. 27, № 1. – С. 25-29.

5. Safina A. Mathematical description of birch bark impregnation and heating process of birch bark with toluene / Safina A., Nazipova L., Safin R. // E3S Web of Conferences: XVI International Scientific and Practical Conference “State and Prospects for the Development of Agribusiness - INTERAGROMASH 2023”, Rostov-on-Don, Russia, 01 – 05 марта 2023 года. Vol. 413. – Rostov-on-Don, Russia: EDP Sciences, 2023. – P. 06007.

На диссертацию и автореферат поступило 5 положительных отзывов от:

- д.т.н., профессора, профессора кафедры химической переработки древесины учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет» **Черной Н. В.** Замечания: 1. Не понятно, почему на рисунке 13 (с. 12) отсутствует зависимость для температуры 90 °С, которую автор учитывал при получении зависимостей, представленных на рисунке 11 (с. 11). 2. На рисунке 15 (с. 13) представлена «Принципиальная схема промышленной установки для извлечения бетулина». Как определили время, необходимое для начала стадий пропитки, прогрева и экстракции бересты. 3. В материале конференции [6] указаны три автора (Safina A., а затем Nazipova L., Safin R.). Вопрос: почему не приведена фамилия соискателя Фахрутдинова Л.;

- 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 составляет личный вклад в них автора. 2. В автореферате надписи на рисунках слишком мелкие. 3. На рисунке 7 изображение исследуемой области плохо видно. 4. В рассматриваемом автореферате, по мнению оппонента, необходимо было хотя бы кратко представить статистическую обработку данных и достоверность полученных результатов исследования;

- д.т.н., профессора, профессора кафедры машин и аппаратов промышленных технологий ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетникова» **Алашкевича Ю. Д.** и к.т.н., доцента, доцента той же кафедры **Амбросович Ю. А.** Замечание: 1. Использование толуола в качестве растворителя является небезопасным и требует при работе с ним применение средств индивидуальной защиты и специализированного помещения, оснащенного приточно-вытяжной вентиляцией. В автореферате не отображён момент утилизации отработанного растворителя;

- к.х.н., доцента кафедры технологии химической переработки биомассы дерева ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова» **Миксон Д. С.** Замечания: 1. В тексте автореферата не сказано, откуда автор отобрал образцы коры. 2. Предпринимались ли автором попытки использовать в качестве экстрагента другой растворитель, не толуол?

- д.х.н., профессора, заведующего кафедрой органической химии Высшей школы технологии и энергетики ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский

государственный университет промышленных технологий и дизайна» Тришина Ю. Г.
Замечаний нет.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их высокой профессиональной квалификацией, компетентностью в области химической переработки биомассы дерева и извлечения биологически активных веществ из древесины, а также высокой публикационной активностью и способностью дать профессиональную оценку новизны и научно-практической значимости диссертационного исследования.

Ведущая организация известна научными исследованиями по направлениям: изучение состава и свойств экстрактивных веществ древесины, экстракция и выделение биологически активных веществ из растительного сырья. Наиболее значимые работы ученых ведущей организации отражены в публикациях в ведущих российских и международных изданиях, таких как «Лесной журнал», «Лесотехнический журнал», «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:

разработаны технология и аппаратное оформление процесса извлечения бетулина из берёзовой коры (бересты);

установлены рациональные режимы сепарации бересты от луба и оптимальные параметры экстракции бетулина (температура экстракции 110 °С, модуль экстракции 1:2,5, толщина частиц бересты 1 – 2 мм, продолжительность первой стадии экстракции 20 минут, второй стадии 60 – 80 минут, третьей стадии 15 – 20 минут);

разработана математическая модель процесса извлечения бетулина, учитывающая сопряжённый тепло- и массоперенос, термоградиентную диффузию толуола в бересте и неравновесную кинетику перехода бетулина в жидкий экстрагент;

предложена принципиальная технологическая схема комплексной переработки берёзовой коры с получением бетулина и древесных композиционных материалов.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

изучены общие закономерности процесса извлечения бетулина из берёзовой коры толуолом, вносящие вклад в расширение теоретических основ процесса экстракции биологически активных веществ из растительного сырья;

получена температурная зависимость коэффициента массопроводности бересты;

определены физические свойства бересты (водопоглощение) и луба берёзы, влияющие на их сепарируемость и эффективность экстракции;

обоснован переход от временного описания к пространственному в виде координаты по высоте колонного экстрактора, что создаёт теоретическую основу для проектирования непрерывных экстракционных установок.

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

разработана трёхстадийная энергоэффективная технология извлечения бетулина из берёзовой коры, включающая стадию пропитки и прогрева, стадию экстракции с непрерывной подачей толуола и стадию стабилизации;

разработан способ сепарации бересты от луба с предварительным доведением влажности коры до 42 – 52 % и гравитационным осаждением фракции 1 – 2 мм в течение 3 – 10 мин;

создана инженерная методика расчёта основных узлов промышленной установки – экстрактора и узла регенерации, позволяющая проектировать оборудование с учётом гидродинамических, тепловых и массообменных характеристик процесса;

разработана технология комплексной переработки коры берёзы, защищенная патентами РФ № 2801732 и № 2829457;

принята к внедрению предлагаемая технология извлечения бетулина на АО «Ласкрафт» (г. Казань) для производства фармацевтического бетулина;

внедрены в учебный процесс ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет» разработанная лабораторная установка и методика комплексной переработки берёзовой коры в рамках дисциплины «Современные технологии химической переработки древесины».

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что:

полученные соискателем данные и сформулированные на их основе выводы являются достоверными и обоснованными. Достоверность обеспечена использованием сертифицированного измерительного оборудования с предварительной калибровкой приборов, применением современных методик отбора и подготовки образцов коры берёзы, а также корректным использованием адекватных статистических методов обработки экспериментальных данных. Погрешность моделей составляет не более 18 %. Это позволило объективно оценить погрешности, исключить влияние случайных факторов и подтвердить статистическую значимость результатов. Научные положения и экспериментальные данные, полученные в работе, согласуются с результатами, опубликованными ранее ведущими исследователями в области лесохимии и экстракции биологически активных веществ, и не противоречат общепринятым физико-химическим представлениям о процессах тепло- и массопереноса в растительном сырье.

Личный вклад соискателя состоит в постановке научной задачи, разработке методики исследований, проведении экспериментов по сепарации, пропитке и экстракции, построении и верификации математической модели, формулировании научных положений и практических рекомендаций. 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. 2. «Химия, физико-химия и биохимия основных компонентов биомассы дерева и иных одревесневших частей растений, композиты, продукты

лесохимической переработки» и п. 4 «Технология и продукция в производствах: 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 лесохимической промышленности для организации энергоэффективного производства бетулина из отходов лесозаготовки, в частности, из берёзовой коры, накапливающейся на деревообрабатывающих предприятиях. Разработанная технология и аппаратное оформление позволяют получать бетулин высокой степени чистоты в условиях малых предприятий. Материалы исследования, включая методики сепарации бересты от луба, математические модели тепло- и массопереноса, а также инженерные расчёты экстракционного оборудования, могут быть использованы в образовательном процессе при подготовке студентов, магистрантов и аспирантов по направлениям, связанным с переработкой древесного сырья, лесохимией и биотехнологией растительных ресурсов.

В ходе защиты диссертации критических замечаний по научной новизне и значимости работы для науки и практики высказано не было. Фахрутдинова Лейсан Рамилевна аргументированно ответила на замечания и задаваемые в ходе заседания вопросы, четко обосновала собственную позицию. С рядом высказанных замечаний соискатель согласился.

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 18.12.2025 г. диссертационный совет принял решение присудить Фахрутдиновой Лейсан Рамилевне ученую степень кандидата технических наук за новые научно-обоснованные технические и технологические решения в области глубокой переработки берёзовой коры с получением ценного биологически активного вещества – бетулина, внедрение которых способствует развитию ресурсосберегающих и энергоэффективных технологий в лесохимической отрасли.

При проведении тайного голосования диссертационный совет 24.2.312.10 в количестве 16 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 – 16, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Заместитель председателя
диссертационного совета 24.2.312.10

Ученый секретарь
диссертационного совета 24.2.312.10

18 декабря 2025 г.



Наиль Фаритович Тимербаев

Екатерина Игоревна Байгильдеева