

Заключение диссертационного совета 24.2.424.02, созданного на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский государственный лесотехнический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

аттестационного дело № _____

решение диссертационного совета от 29 мая 2026 г. №_19_

О присуждении Агапитову Егору Михайловичу, гражданину Российской Федерации ученой степени кандидата биологических наук.

Диссертация «Пространственно-временная динамика и депонирование углерода лиственницей сибирской в экотоне верхней границы древесной растительности на Полярном Урале в условиях современного изменения климата» по специальности 4.1.6 – «Лесоведение, лесоводство, лесные культуры, агролесомелиорация, озеленение, лесная пирология и таксация» принята к защите 26.03.2026 г. (протокол заседания № 13) диссертационным советом 24.2.424.02, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский государственный лесотехнический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (620100, г. Екатеринбург, ул. Сибирский тракт, 37). Приказ о создании диссертационного совета № 33/нк от 26.01.2023 г. с изменениями (приказ 1492/нк от 12.07.2023).

Соискатель Агапитов Егор Михайлович, 31.01.1998 года рождения. В 2021 году соискатель окончил Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный лесотехнический университет» по направлению подготовки 35.04.01 «Лесное дело».

В период подготовки диссертации соискатель обучался по основной образовательной программе высшего образования – программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению подготовки

35.06.02 «Лесное хозяйство» профиль «Лесоведение, лесоводство, лесоустройство и лесная таксация» в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Уральский государственный лесотехнический университет» с 01 сентября 2021 г. по 31 августа 2025 г.

Работает старшим преподавателем кафедры экологии и природопользования Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский государственный лесотехнический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре экологии и природопользования Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский государственный лесотехнический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель: доктор биологических наук Фомин Валерий Владимирович, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный лесотехнический университет», кафедра экологии и природопользования, профессор.

Официальные оппоненты:

Широких Павел Сергеевич, доктор биологических наук, Уфимский институт биологии – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Уфимский федеральный исследовательский центр Российской академии наук», лаборатория геоботаники и растительных ресурсов, заведующий лабораторией;

Вьюхин Сергей Олегович, кандидат сельскохозяйственных наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт экологии растений и животных Уральского отделения Российской академии наук», лаборатория геоинформационных технологий, научный сотрудник
дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Ботанический сад Уральского отделения Российской академии

наук» в своем положительном отзыве, подписанном Цепордеем Иваном Степановичем - кандидатом сельскохозяйственных наук, старшим научным сотрудником лаборатории популяционной биологии древесных растений и динамики леса, указала, что представленная работа характеризуется внутренним единством, что обусловлено общим методическим подходом к проведению исследований. Все ее части посвящены достижению единой цели – анализ пространственно-временной динамики и величины депонирования углерода лиственницей сибирской вблизи верхнего предела ее произрастания в условиях современного изменения климата. Каждая из глав и их разделы последовательно освещают объект исследований, логически связаны между собой и вместе составляют целостную завершенную работу. Достигнутые в ней результаты соответствуют поставленной цели и намеченным задачам.

В целом, диссертационная работа Е.М. Агапитова «Пространственно-временная динамика и депонирование углерода лиственницей сибирской в экотоне верхней границы древесной растительности на Полярном Урале в условиях современного изменения климата» представленная к защите на соискание ученой степени кандидата биологических наук, основана на огромном фактическом материале, является завершенным научным исследованием, в ней содержатся новые и научно-обоснованные результаты, имеет важное теоретическое и практическое значение. Работа соответствует требованиям п.п. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 (в редакции от 01.10.2018), а ее автор Агапитов Егор Михайлович - заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата биологических наук по специальности 4.1.6 - Лесоведение, лесоводство, лесные культуры, агролесомелиорация, озеленение, лесная пирология и таксация.

Соискатель имеет 32 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации опубликовано 14 работ, из них 3 работы в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ и журналах, входящих в международные

базы данных Web of Science и (или) Scopus. Остальные публикации – в журналах, сборниках научных трудов, материалах конференций. Общий объем публикаций по теме диссертации 4,15 печатных листов. В большинстве указанных работ вклад автора является ключевым и в целом превышает 50%. Наиболее значимые научные работы по теме диссертации: Михайлович, А.П. Депонирование углерода лиственницей сибирской в экотоне верхней границы древесной растительности на Полярном Урале / А.П. Михайлович, В.В. Фомин, Д.Ю. Голиков, Е.М. Агапитов, В.Е. Рогачев, В.С. Мазепа // Экология. – 2025. – № 3. – С. 193-201; Fomin, V. Reconstruction of the Expansion of Siberian Larch into the Mountain Tundra in the Polar Urals in the 20th-Early 21st Centuries / V. Fomin, A. Mikhailovich, D. Golikov, E. Agapitov // Forests. – 2022. – Vol. 13. – Iss. 3. – № 419; Фомин, В.В. Научные исследования и разработки Уральского государственного лесотехнического университета в области климатических проектов / В.В. Фомин, С.В. Залесов, Е.М. Агапитов [и др.] // Леса России и хозяйство в них. – 2023. – № 4(87). – С. 4-17.

На диссертацию и автореферат поступило 12 отзывов, все отзывы положительные.

Отзывы с замечаниями поступили от:

1. Заведующего кафедрой технологии лесозаготовительных производств ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова», д-ра техн. наук, проф. Угрюмова Сергея Алексеевича:

- не представлены направления дальнейших исследований по рассмотренной тематике.

2. Доцента кафедры растениеводства и лесного хозяйства ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет», канд. с.-х. наук, доцента Володькина Алексея Анатольевича:

1) К сожалению, не приведены количественные показатели полноты и точности распознавания крон на ортофотоплане (доля пропущенных и ошибочно детектированных деревьев, особенно в интервале 1-10 лет). Без такой

валидации оценка численности молодого поколения и соотношения возрастных групп может содержать систематическую погрешность.

2) В заключении главы 3 упоминается возрастающее негативное влияние фитопатогенов (шютте), грызунов и антропогенного фактора (выпас оленей) на выживаемость молодого поколения. Однако в количественных оценках фитомассы и углерода это не учитывается. Не приводит ли это к некоторому завышению прогноза депонирования углерода в долгосрочной перспективе?

3. Заведующего кафедрой лесоводства, лесной таксации и лесоустройства ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», д-ра биол. наук, проф. Матвеева Сергея Михайловича:

- считаю, что пункт 5 положений, выносимых на защиту сформулирован неудачно.

4. Главного научного сотрудника лаборатории мониторинга и проектирования лесов инжинирингового центра Научно-исследовательского института Инновационных технологий и лесного комплекса, доцента кафедры ландшафтной архитектуры и почвоведения ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», канд. биол. наук Шешницан Сергея Сергеевича:

1) при оценке запасов фитомассы и углерода было бы уместно более развернуто показать, каким образом учитывается суммарная неопределенность каскадного моделирования: от дешифрирования крон и расчета диаметра у шейки корня до применения аллометрических уравнений и коэффициента пересчета фитомассы в углерод;

2) В автореферате обозначена возможность использования полученных результатов для экологического мониторинга и реализации лесоклиматических проектов в пределах верхней границы древесной растительности на Полярном Урале, однако данный прикладной аспект описан несколько обобщенно. С учетом крайне неблагоприятных условий произрастания древесной растительности в горной тундре и северных регионах, низкой продуктивности

лиственных редколесий и медленного накопления фитомассы было бы целесообразно более подробно обосновать практическую реализуемость лесоклиматических проектов в подобных экотопах, а также указать минимальный временной горизонт, необходимый для получения верифицируемого углерододепонирующего эффекта. Такое уточнение позволило бы полнее оценить прикладной потенциал разработанного подхода для целей лесоклиматического проектирования в экстремальных лесорастительных условиях.

5. Доцента кафедры садоводства, лесного хозяйства и защиты растений ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина», канд. с.-х. наук, доцента Ненашева Николая Сергеевича:

1) Каким образом проводилась наземная верификация (ground truth) данных, полученных с БПЛА, и какова статистическая погрешность перехода от радиуса проекции кроны к диаметру шейки корня?

2) Какую долю в общем углеродном пуле исследуемых редколесий составляет мортмасса (валеж, подстилка) и почвенный углерод по сравнению с фитомассой живых деревьев?

3) Вы используете цепочку моделей, где результат одного уравнения (диаметр из радиуса кроны) становится входным параметром для следующего (фитомасса). Рассчитывалась ли совокупная погрешность этого каскада? Не происходит ли лавинообразного роста ошибки к моменту расчета CO₂-эквивалента?

4) В тексте указано, что коэффициенты варьируют от 0,423 до 0,523, но вы выбрали константу 0,5. Чем обоснован выбор именно среднего значения, а не использования возрастной шкалы коэффициентов, учитывая, что возраст деревьев в редколесьях на границе леса может сильно варьироваться при схожих диаметрах?

5) Полученная цифра 2485 ± 184 тонны CO₂-экв. характеризует запас углерода. Можете ли вы на основе ваших данных оценить годовое депонирование, которое необходимо для регистрации климатического проекта в реестре углеродных единиц?

6. Старшего научного сотрудника лаборатории динамики и продуктивности таежных лесов Института леса – обособленного подразделения ФГБУН Федерального исследовательского центра «Карельский научный центр РАН», канд. биол. наук Ромашкина Ивана Вадимовича:

1) в автореферате лишь в скользя рассматриваются вопросы пространственно-временной динамики лиственничников и их ответа на климатические изменения. На мой взгляд эта тема не раскрыта.

2) не хватает подробного описания пробных площадей, в частности стандартных характеристик древостоя – состав, запас, полнота и т.д. Это позволило бы получить более полное представление об изучаемых лесных биогеоценозах.

3) значения запасов фитомассы и углерода стоило бы указывать не в абсолютных значениях (тонн), а традиционно удельно на единицу площади, т.е. тонн на гектар (т/га), с учетом того, что далее в заключении и так указывается площадь участка 7,32 км².

7. Директора ФГБУН Институт мониторинга климатических и экологических систем Сибирского отделения РАН, д-ра биол. наук Головацкой Евгении Александровны:

1) в главе 3 говорится о возрастании негативного влияния биотических факторов (фитопатогенов, грызунов), а также увеличения выпаса оленей на выживаемость молодого поколения лиственницы, однако не приводится никаких количественных оценок степени этого влияния.

2) не совсем понятно с какой целью выполнялся перерасчет запасов углерода лиственницы в СО₂-эквивалент.

3) избыточное количество защищаемых положений, с учетом того что было поставлено 4 задачи, а в сама диссертации состоит из 4 глав, сутевыми из которых являются только 2 главы. Кроме того, некоторые из них, в представленных формулировках, довольно сложно признать защищаемыми положениями, например, положение 3 «Картосхема пространственного распреде-

ления... обеспечивает представление о горизонтальной структуре популяции...», выявить закономерности динамики..., провести анализ запаса углерода...» Любая качественно составленная картосхема позволяет это сделать что конкретно в данном положении защищается? Пятое защищаемое положение является тавтологией и фактически не является положением, выносимым на защиту, а констатацией в принципе известного факта.

8. Проректора по научной работе, профессора кафедры экологии ФГБОУ ВО «Нижевартовский государственный университет», д-ра биол. наук, проф. Кулагина Андрея Алексеевича

1) автор не упоминает о наличии патентов, авторских свидетельств или других РИДов, полученных на основе проведенных исследований. Планируется ли в дальнейшем результаты исследований оформить в качестве результатов интеллектуальной деятельности?

2) как используются результаты исследований на предприятиях реального сектора экономики региона исследований или в учебном процессе. Считаю целесообразным представление вышеуказанной информации.

9. Заведующего кафедрой лесоводства и ландшафтного дизайна ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, канд. с.-х/ наук, доцента Рахматуллина Загира Забировича и старшего преподавателя той же кафедры, канд. с.-х. наук Рафиковой Дины Анваровны.

- в работе показана связь между радиусом кроны и возрастом через распределение Вейбулла. Однако, в работе не указано, чувствительна ли разработанная модель к вариациям условий местопроизрастания, таким как экспозиция склона, крутизна, микроклимат.

Отзывы без замечаний поступили от заведующей кафедрой лесного инжиниринга ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева», д-ра с.-х, наук, доцента Авдеевой Елены Владимировны и доцента той же кафедры, канд. с.-х. наук, доцента Сухенко Натальи Владимировны; ведущего научного сотрудника лаборатории

популяционной биологии древесных растений и динамики леса ФГБУН Ботанический сад УрО РАН, д-ра биол. наук Ивановой Натальи Сергеевны; директора ботанического сада Института естественных наук и математики ФГБОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», канд. биол. наук Валдайских Виктора Владимировича.

Во всех отзывах дана положительная оценка диссертации Е.М. Агапиева. Отмечается актуальность и научная новизна выполненных исследований, а также существенное теоретическое и практическое значение, полученных в ходе выполнения работы, материалов. Подчеркивается комплексный подход к проведению исследований и большой исследуемый материал. Отмечается, что представленная работа является завершенным самостоятельно выполненным соискателем исследованием, результаты которого могут быть использованы для повышения эффективности экологического мониторинга, а также создания и ведения лесоклиматических проектов.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обуславливается их компетентностью по проблеме исследований, способностью оценить научную и практическую ценность работы и наличием публикаций в соответствующей области.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- разработан методический подход к количественной оценке пространственно-временной динамики лиственницы сибирской в экотоне верхней границы древесной растительности, основанный на данных измерений биометрических параметров лиственницы сибирской и дешифрировании крон по снимкам сверхвысокого пространственного разрешения, которые были получены с беспилотного летательного аппарата;

- предложена методика выделения возрастных поколений лиственницы сибирской на основе трехпараметрического распределения Вейбулла, описывающего вариабельность радиуса кроны и оригинальные математико-статистические модели;

- доказана возможность количественной оценки фитомассы (надземной и подземной) и депонированного углерода для каждого из всех распознанных на аэрофотоснимках сверхвысокого пространственного разрешения экземпляров лиственницы сибирской путем применения рекурсивных систем регрессионных моделей;

- введены возрастные интервалы для оценки возрастной структуры популяции лиственницы в экотоне верхней границы древесной растительности на Полярном Урале.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- доказаны положения, расширяющие современные представления в понимании особенностей экспансии лиственницы сибирской в горную лесотундру и тундру и углерод депонирующей способности лиственницы сибирской в экотоне верхней границы древесной растительности в связи с изменением климата;

- применительно к проблематике диссертации результативно использованы базовые методы лесной таксации, дистанционного зондирования Земли и методы математико-статистической обработки, анализа и моделирования данных;

- изложены доказательства экспансии лиственницы сибирской в горную тундру и лесотундру, обусловленные современным изменением климата;

- раскрыты особенности экспансии деревьев лиственницы сибирской в горную тундру на основе данных местоположения экземпляров лиственницы, относящихся к разным возрастным поколениям;

- изучены особенности распределения лиственницы сибирской по возрастным поколениям по количеству экземпляров и по величине фитомассы;

- проведена модернизация методических подходов к количественной оценке запаса фитомассы и углерода в редкостойных лиственничных древостоях путем комбинации данных наземных измерений, аэроснимков сверхвысокого пространственного разрешения и аллометрических уравнений.

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

- разработаны для применения на практике методики определения возрастных поколений лиственницы сибирской и создания тематических карт на основе данных о местоположении экземпляров лиственницы;

- определены перспективы практического использования предлагаемой методики количественной оценки фитомассы редкостойных лиственничных древостоев, произрастающих вблизи верхней границы древесной растительности, в лесоклиматических проектах;

- создана основа для системы дистанционного мониторинга древесной растительности с использованием аэроснимков сверхвысокого пространственного разрешения;

- представлены статистически обоснованные предложения, по количественной оценке отдельных биометрических характеристик лиственницы сибирской с использованием аэроснимков сверхвысокого пространственного разрешения, полученных при помощи беспилотного летательного аппарата.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- для экспериментальных работ использовано сертифицированное оборудование;

- теория основывается на системном рассмотрении проблемы, оценки степени ее изученности, анализе большого количества отечественных и зарубежных публикаций; теоретические положения согласуются с данными других исследователей;

- идея базируется на современных представлениях о реакции древесной растительности на изменение климата вблизи верхнего предела ее произрастания, а также обобщении передового опыта в области обработки, анализа и моделирования данных;

- использованы большие массивы авторских данных, полученных в ходе полевых и камеральных исследований;

- установлено принципиальное сходство полученных автором данных с результатами, представленных в независимых источниках по проблеме климатогенной динамики древесной растительности вблизи верхнего предела ее произрастания;

- использованы общепринятые и авторские подходы и методики, стандартное программное обеспечение и сертифицированные приборы;

Личный вклад соискателя состоит в постановке цели и задач, разработке методологического подхода и методик, проведении наземных измерений биометрических параметров лиственницы сибирской на пробных площадях, выполнении аэрофотосъемки с использованием беспилотного летательного аппарата, дешифрировании крон лиственницы на ортофотоплане, создании картосхемы распределения деревьев по трем возрастным интервалам, разработке математико-статистических моделей, проведении количественной оценки фитомассы и депонированного углерода для каждого экземпляра лиственницы сибирской на исследуемой территории и всей совокупности деревьев и подроста, а также в подготовке публикаций и написании диссертации и автореферата.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

- Не в полной мере отражена временная динамика.
- Не понятно почему при градации лиственницы учет начат с одного года. Это всходы, а не подрост.
- Слабая проработанность научных работ, выполненных в районе исследования.
- Недостаточно учтен эдафический фактор.
- Размер крон сильно варьирует и диаметр кроны не позволяет получить объективные данные.

Соискатель Агапитов Е.М. ответил и согласился с замечаниями на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию своей позиции.

На заседании 29 мая 2026 г. диссертационный совет принял решение за решение научной задачи – оценки пространственно-временной динамики и депонирования углерода лиственницей сибирской в экотоне верхней границы древесной растительности на Полярном Урале в условиях современного изменения климата, присудить Агапитову Е.М. ученую степень кандидата биологических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 13 человек, из них 5 докторов наук по специальности 4.1.6 (биологические науки), участвовавших в заседании из 17 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за - 11, против - 2, недействительных бюллетеней нет.

Председатель диссертационного совета

(Залесов Сергей
Вениаминович)

Ученый секретарь диссертационного совета

(Магасумова Альфия
Гаптрауфовна)



Мач -

29 мая 2026 г.