

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.365.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» МИНИСТЕРСТВА
НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА
ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 16.04.2024. №5

О присуждении Вагизову Марселю Равильевичу, гражданину Российской Федерации, учёной степени доктора технических наук.

Диссертация «Технология и метод геоинформационного моделирования и управления лесными экосистемами» по специальности 1.6.20 – «Геоинформатика, картография» принята к защите 20.12.2023 г. (протокол заседания №22) диссертационным советом 24.2.365.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный гидрометеорологический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 192007, Санкт-Петербург, ул. Воронежская, д.79, созданного приказом № 1551/нк от 21.11.2022 года.

Соискатель – Вагизов Марсель Равильевич, гражданин Российской Федерации, 1991 года рождения. В 2013 году окончил Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С. М. Кирова» (ФГБОУ ВО «СПбГЛТУ») с отличием по специальности – «Информационные системы и технологии», специализация «Геоинформационные системы в лесном секторе». С 2014 года по 2019 год Вагизов М.Р. работал на

кафедре лесной таксации лесоустройства и геоинформационных систем, с 2019 года по настоящее время Вагизов М. Р. работает на кафедре «Информационных систем и технологий» «Института леса и природопользования» в ФГБОУ ВО «СПбГЛТУ», заведующим кафедрой. В период с 2019 по 2021 год работал доцентом по кафедре прикладной информатики, Института информационных систем и геотехнологий РГГМУ, по внешнему совместительству.

Ученая степень кандидата технических наук присвоена 20 декабря 2016 г, по специальности 25.00.35 – Геоинформатика, за защищенную диссертацию по теме «Разработка интерактивного картографического сервиса для определения лесотаксационных показателей насаждений программно-техническим методом», в совете 212.197.03 созданном на базе Российского государственного гидрометеорологического университета. Вагизов М. Р. занимается развитием геоинформационных технологий в области лесного хозяйства и мониторинга лесных экосистем более 10 лет.

В 2021 году Вагизову М. Р. решением учёного совета Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С. М. Кирова присвоено учёное звание доцента по научной специальности 25.00.35 – Геоинформатика (науки о Земле).

Диссертация выполнена на кафедре «Информационных систем и технологий» ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С. М. Кирова», г. Санкт-Петербург.

Научный консультант - Истомин Евгений Петрович, Почётный работник науки и высоких технологий РФ, доктор технических наук (научная специальность 05.13.06 «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (по отраслям)»), профессор, директор Института информационных систем и геотехнологий ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет», г. Санкт-Петербург.

Официальные оппоненты:

Черемисина Евгения Наумовна доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой системного анализа и управления, Института системного анализа и управления, ФГБОУ ВО «Университет «Дубна».

Матерухин Андрей Викторович доктор технических наук, декан факультета геоинформатики и информационной безопасности, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет геодезии и картографии»

Кляхин Валерий Николаевич, доктор военных наук, профессор, старший научный сотрудник научно-исследовательского института кораблестроения и вооружения ВМФ ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия».

Ведущая организация - Закрытое акционерное общество «Институт телекоммуникаций» в своём положительном отзыве, составленным и подписанном доктором технических наук, профессором, заместителем генерального директора по спецпроектам Канаевым Андреем Константиновичем, утверждённым генеральным директором, заслуженным деятелем науки РФ, доктором технических наук, профессором Присяжнюком Сергеем Прокофьевичем, заслушанном и обсуждённом на расширенном заседании отдела перспективных исследований, протокол №7 от 28.04.2024 года, указала, что диссертация Вагизова М. Р. является законченной научно-квалификационной работой, в которой соискателем решена сложная научно-техническая проблема, имеющая важное хозяйственное и прикладное значение для лесной отрасли Российской Федерации. Диссертационная работа отвечает требованиям пп. 9-14 Положения о порядке присуждения учёных степеней (утверждённого постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года №824), предъявляемым к докторским диссертациям, а её автор, Вагизов Марсель Равильевич, заслуживает присуждения степени доктора технических наук по специальности 1.6.20 – «Геоинформатика, картография».

Соискатель имеет 44 опубликованных работы по теме диссертации, в том числе 18 публикаций в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК

Российской Федерации, 4 публикации в изданиях, индексируемых в международных базах данных (Web of Sciences и Scopus). Наиболее значимые работы по теме диссертации в изданиях, рекомендованных ВАК:

1. Вагизов М. Р. Разработка технологии геоинформационного моделирования лесных экосистем (часть 1) // Геоинформатика. – 2021. – № 4. – С. 43-49. – DOI 10.47148/1609-364X-2021-4-43-49.

2. Вагизов М. Р. Истомин Е.П. Разработка технологии геоинформационного моделирования лесных экосистем (часть 2) // Геоинформатика. – 2022. – № 1. – С. 40-46. – DOI 10.47148/1609-364X-2022-1-40-46.

3. Вагизов М. Р. Разработка технологии геоинформационного моделирования лесных экосистем (часть 3) // Геоинформатика. – 2022. – № 2. – С. 34-41. – DOI 10.47148/1609-364X-2022-2-34-41

4. Вагизов М. Р., Потапов А.П. Технологии машинного обучения и обработки таксационных данных для визуализации геоинформационного моделирования лесных экосистем (Часть 2) // Информация и космос. – 2023. – № 1. – С. 148-156.

5. Вагизов М. Р., Заяц А. М.. Концепция инфраструктуры единого геоинформационного центра управления лесным хозяйством (часть 1) // Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). – 2022. – Т. 27, № 3. – С. 50-61. – DOI 10.33764/2411-1759-2022-27-3-50-61

6. Вагизов М. Р. Единый геоинформационный центр управления лесным хозяйством // Информация и космос. – 2023. – № 4. – С. 116-120.

7. Вагизов М. Р. Геоинформационное моделирование микромоделей лесной экосистемы // Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). – 2023. – Т. 28, № 6. – С. 45-56. – DOI 10.33764/2411-1759-2023-28-6-45-56

8. Вагизов М. Р. Разработка базы данных трехмерных моделей хвойных лесообразующих пород Сосны и Ели обыкновенной для геоинформационной

модели лесной экосистемы // Информация и космос. – 2022. – № 2. – С. 162-167

9. Вагизов М. Р., Истомин Е. П., Колбина О. Н. [и др.] Разработка интеллектуальной геоинформационной системы для отрасли лесного хозяйства // Геоинформатика. – 2021. – № 3. – С. 4-13. – DOI 10.47148/1609-364X-2021-3-4-13

10. Вагизов М. Р., Витлев К. А., Соколов А. Г. [и др.] Методика применения программного продукта Wolfram Mathematica для геоинформационного моделирования лесных экосистем // Геоинформатика. – 2023. – № 2. – С. 49-56. – DOI 10.47148/1609-364X-2023-2-49-56.

Наиболее значимые работы по теме диссертации в международной базе цитирования Web of sciences первого квартиля (Q1): Vagizov M. R., Istomin E. P., Miheev V. L. [et al.] Visual digital forest model based on a remote sensing data and forest inventory data // Remote Sensing. – 2021. – Vol. 13, No. 20. – DOI 10.3390/rs13204092

На диссертацию и автореферат поступило 16 отзывов.

1. Мусин Х. Г., доктор сельскохозяйственных наук, Член корреспондента академии наук Республики Татарстан, Почётный работник образования Российской Федерации, Заслуженный лесовод Российской Федерации, профессор кафедры лесоводства и лесных культур Факультета лесного хозяйства и экологии, ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет».

Отзыв положительный. Замечания:

Среди замечаний стоит отметить сложный понятийный аппарат, тема исследований крайне широка, что порой затрудняет восприятие цели исследования.

2. Богатырёв В. А., доктор технических наук, почётный работник науки и техники, профессор кафедры информационной безопасности Института киберфизических систем, ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения».

Отзыв положительный. Замечания:

В главе 5 предлагается введение в деятельность Единого геоинформационного центра лесного хозяйства на региональном уровне, однако автор не указывает на достаточно разную техническую оснащённость лесничеств и региональные особенности возможности введения такого центра в реальную деятельность. Чем обоснован такой подход?

В автореферате не приведены сведения касающиеся защиты информации в предлагаемой интеллектуальной геоинформационной системе.

3. Уткин Л. В. доктора технических наук, профессор высшей школы технологий искусственного интеллекта Института компьютерных наук и кибербезопасности, ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет Петра Великого».

Отзыв положительный. Замечания:

Отсутствие методов сравнения точности предложенных всех трёх показателей геоинформационных моделей, в работе оценивается комплексно только один показатель.

4. Петров А. А. доктор экономических наук, профессор, декан факультета землеустройства и с/х строительства ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет».

Отзыв положительный. Замечания:

Рис.1. Спутниковая карта России 2021 года не несёт информативность, отсутствует подробное описание к ней.

Из содержания автореферата не видно, где в дальнейшем используются отношения 1, 2 стр. 11.

5. Алиев Т. И., доктор технических наук, профессор, профессор факультета программной инженерии и компьютерной техники ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО».

Отзыв положительный. Замечания:

На стр. 18 для формирования геоинформационных моделей предлагается проводить организационную типизацию экосистемных компонентов,

однако отсутствует пояснение при помощи каких инструментов и способов, возможно достижение конечного результата.

Исходя из состава рис. 28, достаточно сложно понять какие конкретно технические компоненты входят в состав предлагаемого Единого геоинформационного центра.

6. Стариченков А. Л., доктор технических наук, доцент кафедры корабельных систем управления ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет».

Отзыв положительный. Замечания:

Не дано чёткого пояснения, возможно ли формирование предлагаемых геоинформационных моделей применительно к лесным экосистемам других регионов, например тропического или субтропического пояса.

В автореферате отсутствует упоминание о возможности применения геоинформационных моделей лесных экосистем для решения острой проблемы лесного профиля, мониторинга и сопровождения процесса ликвидации лесных пожаров.

Из содержания автореферата не ясно, есть ли какие-нибудь ограничения на число признаков лесных экосистем?

В автореферате не раскрыто, какие модификации могут быть в предлагаемой автором ИГИС?

7. Ковязин В. Ф., доктор биологических наук, профессор кафедры землеустройства и кадастров ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II».

Отзыв положительный. Замечания:

В названии рис. 7 не верно указан класс возраста сосны. 60 лет для хвойных пород — это 3, а не 4 класс возраста.

На рис. 11 не раскрыта древесная порода и её таксационные (оценочные) показатели.

Не ясно по каким данным и как построена тепловая карта (рис.15) в Лисинском учебно-опытном хозяйстве.

В качестве элементов лесной экосистемы на рис.18 выделен только верхний ярус (деревья), а остальные виды растительности (кустарники, травы, мхи, лишайники, почва) не представлены. Лесная экосистема включает множество компонентов живой природы.

Отсутствует единство в оформлении математических формул, отсутствуют обозначения некоторые букв в них.

Не указаны критерии верификации предлагаемых моделей с натурными данными.

8. Колесниченко С.В., доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой математического моделирования и прикладной информатики ФГБОУ ВО «Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова».

Из текста автореферата не до конца ясно, каким образом проведена интеграция технологий машинного обучения в состав интеллектуальной геоинформационной системы?

В качестве одного из признаков, характеризующих процесс геоинформационного моделирования лесных экосистем, автором предложен признак точности моделей (стр.15). Однако в тексте автореферата суть данного признака на основе показателя достоверности геоинформационной модели (G) раскрыт недостаточно глубоко и требует дополнительных пояснений.

Автором не приведены результаты обоснования требуемого количества фотоизображений, полученных с БЛА и необходимых для формирования геоинформационной макромоделей лесной экосистемы среднего уровня.

Имеется ряд замечаний, связанных с оформлением автореферата.

9. Актёрский Ю. Е., доктор военных наук, профессор, профессор кафедры пожарной безопасности зданий и автоматизированных систем пожаротушения ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России».

Отзыв положительный. Замечания:

В разделе «задачи исследования» п.2 (стр.4) говорится о разработке новых признаков геоинформационного моделирования. Такая формулировка требует дополнительного пояснения.

В разделе «научные положения, выносимые на защиту» п.3, стр. 6 одновременно говорится о модели и технологии. Считаю, что эти результаты защищать лучше отдельно.

Из рис.2 (стр.10) не ясно, каким образом и куда осуществляется передача информации от «лесной экосистемы». Имеющаяся стрелка указывает на «управляющее воздействие», но где оно формируется не ясно.

На рис. 28 (стр.40) представлена структура ЕГИЦ. Из рисунка не ясно, что представляют собой «интеллектуальные ресурсы» и как они воздействуют на «лес».

Нумерация формул выполнена с отклонением от требований ГОСТ, в тексте автореферата имеются стилистические неточности.

10. Чернышев А. Б., доктор технических наук, доцент, профессор кафедры систем управления и информационных технологий ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет, Пятигорский институт».

Отзыв положительный. Замечания:

По автореферату имеется следующее замечание. Недостаток практических данных: автор мог бы улучшить свою работу, представив более конкретные данные применения геоинформационного моделирования к процессам управления лесными экосистемами.

11. Данилов Д. А., доктор сельскохозяйственных наук, доцент, и. о. заведующего кафедрой почвоведения ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С. М. Кирова».

Отзыв положительный. Без замечаний.

12. Ким О.Л., доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой государственного и муниципального управления ГАОУ ВО ЛО «Ленинградский государственный университет имени А. С. Пушкина».

Отзыв положительный. Замечания:

Математические формулы оформлены по-разному

Не указаны критерии оценки и верификации сформированных моделей к натурным данным.

Некоторые представленные термины в автореферате дублируют смысл и требуют дополнительных пояснений.

13. Черных В. Л., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры лесоводства и лесоустройства ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет».

Отзыв положительный. Замечания:

В автореферате рассматривается формирование геополя рельефа по данным из различных источников для интеграции трёхмерных моделей деревьев лесных экосистем, однако не учтены ошибки и погрешности при привязке координат каждого дерева к моделируемому геополю.

На рисунке 7 (стр. 19) автореферата приводится пример «Моделирование ствола и веток сосны обыкновенной IV класса возраста...», а модельное изображение (а, б и в) по морфологическим признакам соответствует древесной породе «ель».

При обобщении многомерного пространства по таксационным показателям совокупности деревьев автор использует линейный коэффициент корреляции, однако известно, что многие параметры деревьев и древостоев носят нелинейный характер.

При построении микромоделей автору следовало бы учесть тип распределения конкретной компоненты лесной экосистемы по площади. Например, подрост, подлесок, элемента леса и т.д. Известно, что от типа распределения, например, подрост, будет зависеть назначаемый способ лесовосстановления и т.д.

14. Русинов Л.А., доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой автоматизации процессов химической промышленности факультета Информационных технологий и управления ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный технологический институт».

Отзыв положительный. Замечания:

Не в полном объеме раскрыта необходимость разработки и введения модели с интеграцией трёхмерных данных.

В автореферате хотелось бы видеть общую оценку точности полученных результатов моделирования с натурными данными в Главе 4.

15. Юферев В. Г., доктор сельскохозяйственных наук, доцент, главный научный сотрудник, заведующий лабораторией геоинформационного моделирования и картографирования агролесоландшафтов Федерального научного центра агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук (РАН).

Отзыв положительный. Замечания:

В автореферате не указан общий объем опубликованных работ и доля участия в них автора.

В автореферате не указан общий объем опубликованных работ и доля участия в них автора.

На рисунке 1 название (карта) не соответствует изображению. Оформление карты отсутствует. См. ГОСТ Р 50828-95 Геоинформационное картографирование и ГОСТ Р 70955-2023. Национальный стандарт Российской Федерации картография цифровая.

Стр. 7. Это мозаика космоснимков, причем уже обработанная. Нет информации об исходных космоснимках и провайдере информации.

По рисунку 1 нельзя сделать предлагаемый автором вывод о том, что более 50% покрыто лесом, так как отсутствует выделение лесных насаждений.

В таблице 2 не указан подлесок.

На рис. 6 это явно не масштаб! Масштабная линейка отсутствует. А п. 3, наверное, 1 га? т. к. занимает примерно 10% площади по п. 2.

Рис. 9. Это явно не границы лесничества. Зачем приводить малоинформативную информацию?

По результатам съемки с использованием БПЛА необходимо формировать ортофотоплан (стр. 23).

Из текста непонятно, какая существующая в свободном доступе исходная модель SRTM использована 1 секундная или 3-х секундная. При этом SRTM нельзя использовать для северной тайги при широте более 60° (ее просто не существует). Автор указывает на 5 градусов, то есть элементарная ячейка с непостоянной площадью, на экваторе $111,3 \times 111,3 \text{ км} = 12,4 \text{ тыс. км}^2$, а на широте 60° в два раза меньше. При такой ячейке моделировать можно только глобальные процессы, например климатические. Так как характеристики леса приурочены к природно-климатическим условиям, то и модель должна отвечать на особенности таких зон, естественно и 196 квартал получился без рельефа.

16. Славский В. Г. доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры лесоводства, лесной таксации и лесоустройства ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова»

Отзыв положительный. Замечания:

Из текста автореферата не ясно какие типы БЛА наиболее оптимальны для сбора данных и формирования геоинформационных моделей, а так же не приведены технические характеристики БЛА (включая полезную нагрузку в виде камер, сканирующих систем и т.д.) необходимы для получения актуальной информации о лесных экосистемах.

На рис.7 представлен пример моделирования ствола и веток ели, а подписано как сосна обыкновенная.

Выбор ведущей организации Закрытое акционерное общество «Институт телекоммуникаций» обосновывается тем, что данная организация имеет большой практический опыт в разработке различных геоинформационных технологий, систем и комплексов, Основными направлением деятельности компании является проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области естественных и технических наук. Компа-

ния работает в области создания комплексных геоинформационных решений, тренажерных и телекоммуникационных систем, робототехнических технологий, беспилотных летательных аппаратов, разработки интегрированных систем управления территориями, оказывает аэрофотосъемочные и сертификационные услуги, выпускает ряд серийных продуктов (тренажеры ВВ и ВТ, БПЛА, ПАК с визуализацией трехмерных цифровых геопространственных данных, БД карт открытого пользования)." Деятельность организации соответствует основной тематике геоинформационного моделирования диссертации Вагизова М.Р.

Выбор официальных оппонентов обосновывается:

Черемисина Евгения Наумовна доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой системного анализа и управления Института системного анализа и управления, ФГБОУ ВО «Университет «Дубна» является специалистом в области геоинформатики и геоинформационных технологий, руководит научной школой «Геоинформатика в управлении сложными системами».

Матерухин Андрей Викторович доктор технических наук, декан факультета геоинформатики и информационной безопасности, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет геодезии и картографии» является специалистом в области технологий геоинформатики, научный руководитель центра «Лаборатория пространственных вычислений и искусственного интеллекта».

Доктор военных наук, профессор, старший научный сотрудник научно-исследовательского института кораблестроения и вооружения ВМФ ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия» Кляхин Валерий Николаевич является ведущим специалистом в области компьютерных технологий, системного анализа, моделирования и управления сложными системами.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

1. Впервые предложены определения и терминология процесса геоинформационного моделирования лесных экосистем, признаки характеризующие процесс геоинформационного моделирования лесных экосистем.

2. Разработан метод и комплексная технология, включающая в себя три уровня представления данных геоинформационного моделирования лесных экосистем, содержащая описание процессов моделирования на основе:

- инструментального обеспечения процесса моделирования;
- технологического обеспечения процесса моделирования;
- методологического обеспечения процесса геоинформационного моделирования.

3. Разработана геоинформационная система интеллектуального анализа данных, которая является компонентом процесса геоинформационного моделирования лесных экосистем.

4. Предложена концепция по разработке единого геоинформационного центра лесного хозяйства, в котором основным компонентом представления пространственной информации о лесном фонде являются геоинформационные модели лесных экосистем.

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

1. Разработан научно-методологический аппарат в области построения геоинформационных моделей лесных экосистем, который может быть использован:

- государственными лесными ведомствами и учреждениями;
- частными компаниями в области аренды и управления землями лесного фонда;
- научными сотрудниками и исследователями в области лесных наук, учёными в области геоинформатики, картографии.

2. Разработана технология и новый метод геоинформационного моделирования лесных экосистем на основе физического объекта исследования, конкретного лесного квартала,

квартала учебного опытного лесничества, филиала Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С. М. Кирова), подтверждённая актом внедрения.

3. Разработаны и зарегистрированы базы данных трёхмерных моделей хвойных и лиственных лесообразующих пород на каждый класс возраста в условиях Северо-Запада России и программное обеспечение в виде интеллектуальной геоинформационной системы.

4. Предложенная технология геоинформационного моделирования лесных экосистем, может быть использована в стратегических задачах развития и анализа земель лесного фонда. Технология применима в смежных с лесным хозяйством областях: в природоохранных ведомствах, в интересах государственного управления территориями, в городском озеленении и управлении городскими лесами и парками.

5. Разработаны научно-практические рекомендации по использованию геоинформационных моделей на базе предлагаемого единого геоинформационного центра управления лесным хозяйством, где описана его инфраструктура, состав и технологии реализации центра.

6. По результатам исследования получено 2 свидетельства о государственной регистрации баз данных, 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ, зарегистрированных в исполнительном органе по охране объектов интеллектуальной собственности - Федеральном институте промышленной собственности (ФИПС).

Результаты исследований были внедрены:

1. В образовательную деятельность направления подготовки 09.04.02 – Информационные системы и технологии, дисциплины уровня магистратуры «Геоинформационное моделирование территорий» и образовательную программу подготовки кадров высшей квалификации уровня аспирантуры «Геоинформационное моделирование лесных территорий» по научной специальности 1.6.20 Геоинформатика, картография, подтверждены актом внедрения.

2. Геоинформационная модель 196 квартала используется в учебно-практической деятельности учебно-опытного лесничества филиала СПбГЛТУ имени С. М. Кирова, что подтверждено актом внедрения.

3. Внедрены в отчёт по НИР грант РНФ № 22-26-20 120 «Газон как индикатор состояния устойчивой городской среды и адаптации к изменениям климата», подтверждены актом внедрения, по этапу Технологического применения сбора геопространственных данных средствами беспилотного летательного аппарата.

4. Внедрены в отчёт по НИР в рамках Государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (проект № FSZU-2020-0009).

5. Внедрены в выполненную НИР по теме «Разработка технологии инвентаризации лесов основанной на данных съёмки с беспилотных летательных аппаратов сверхвысокого пространственного разрешения с автоматизированной, интеллектуальной обработкой геоданных», конкурса на предоставление в 2018 году субсидий молодым учёным Комитета по науке и высшей школы Правительства Санкт-Петербурга 2018 года, подтверждено дипломом Правительства Санкт-Петербурга.

Применение разработанной технологии и метода повысит эффективность принятия решений при мониторинге, оценке хозяйственной деятельности и анализа, различных геоэкологических процессов на основе сформированного методологического и технологического аппарата, что повысит эффективность использования и планирования для лесного комплекса до 15–20% по совокупности реализуемых операций.

Теоретическая значимость работы.

1. Разработан терминологический аппарат, новые понятия и идеи представления информации о структуре лесных экосистем на базе современных геоинформационных технологий и программно-аппаратного обеспечения.

2. Разработаны новые учебные курсы для подготовки кадров высшей квалификации уровня аспирантуры — Геоинформационное моделирование

лесных территорий и уровня магистратуры — Геоинформационное моделирование территорий.

3. Предложенные понятия и подход к анализу лесных экосистем подразумевают всестороннее технологическое развитие и совершенствование предлагаемого метода, в котором определен значительный потенциал в его применении для сферы лесного хозяйства.

Оценка достоверности результатов исследований выявила:

для экспериментальных работ - результаты получены на сертифицированном оборудовании, обоснованы калибровки, показана воспроизводимость результатов в различных условиях;

теория - построена на известных, проверенных данных, фактах, для предельных случаев, согласуется с известными экспериментальными данными по теме и смежным отраслям наук;

идея базируется на анализе практики, обобщении передового опыта в управлении лесным хозяйством;

использованы авторские данные и данные, полученные ранее при выполнении научно исследовательских работ;

установлено качественное совпадение авторских результатов с результатами независимых источников;

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации, представленные выборочные совокупности с обоснование подбора объектов.

Основные результаты исследования докладывались на следующих научных конференциях:

1. Международная научная конференция. «Пространственные данные 2022». Секция 3. Геоинформатика, интеллектуальный анализ данных. Москва. 24.05.2022 Московский Государственный Университет Геодезии и Картографии. (МИИГАИК) Доклад: «Геоинформационное моделирование лесных экосистем».

2. Первая ежегодная международная научно-практическая конференция «Устойчивое и инновационное развитие лесопромышленного комплекса» RusForest 2022. Екатеринбург. 03.02.2022 Уральский государственный лесотехнический университет. (УГЛТУ) Доклад: «Геоинформационное моделирование лесной экосистемы: технология визуализации и функционирования модели».

3. III Всероссийская научно-техническая конференция-вебинар —Цифровые технологии в лесном секторе». Санкт-Петербург. 25.02.2022 Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С. М. Кирова. (СПбГЛТУ) Доклад: «Интерактивное гео моделирование лесной экосистемы: от теории к практике».

4. Международная научно-практическая конференция «Приоритеты развития АПК в условиях цифровизации и структурных изменений национальной экономики». г. Пушкин. 25.05.2022 Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. (СПбГАУ) Доклад: «Геоинформационные модели лесов: инструмент перехода на новый уровень цифровизации лесного хозяйства».

5. XI Всероссийская научная конференция «Системный синтез и прикладная синергетика», пос. Нижний Архыз (Карачаево-Черкесская Республика). 27 сентября – 01 октября 2022 г., Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук. (САО РАН) Доклад: «Интеллектуальное гео моделирование лесов».

6. Научно-практическая конференция «Интеграция лесной науки, практики и образования: проблемы и перспективы», Секция 3. Цифровая трансформация лесного комплекса и роль университетов в ее реализации. г. Йошкар-Ола. 06.10.2022 Поволжский государственный технологический университет. (ПГТУ). Доклад: «Технологии геоинформационного моделирования лесных экосистем».

7. Научно-практическая конференция «ИНФОГЕО 2022», Секция Геоинформатика. СанктПетербург. 25.11.2022 Российский государственный гид-

рометеорологический университет. (РГГМУ). Доклад: «Технологическое обеспечение геоинформационного моделирования лесных экосистем».

8. Всероссийская научно-практическая конференция «Актуальные проблемы лесного хозяйства и деревопереработки», Секция 5. Автоматизация, роботизация, информатизация управления машинами и системами лесного хозяйства и лесной промышленности. г. Казань. 24 апреля – 28 апреля 2023г., Казанский национальный исследовательский технологический университет. (КНИТУ). Доклад: «Геоинформационное моделирование лесных экосистем: инновационный способ представления данных о лесных экосистемах».

9. Конгресс проекта «Россия цифровая», по теме Цифровизация лесопромышленной отрасли, г. Петрозаводск 28.09.2023 Информационно-аналитический центр «Новые решения». Доклад: «Геоинформационное моделирование лесных экосистем: возможности и перспективы технологии».

Личный вклад соискателя. Все основные результаты, составляющие содержание диссертации, получены соискателем самостоятельно. В работах, выполненных в соавторстве, соискателю принадлежит ведущая роль при постановке задачи, разработке метода ее решения, проведении эксперимента по построению геоинформационных моделей лесных экосистем, проведение полевых работ по сбору геопространственной информации, обобщении и организации публикаций результатов исследований.

В ходе защиты диссертации были высказаны критические вопросы и замечания, на которые соискатель Вагизов М.Р. ответил и привел собственную аргументацию. Члены совета, задавшие вопросы, были удовлетворены ответами.

На заседании 16 апреля 2024 года диссертационный совет принял решение за новые научно обоснованные технические, технологические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны в части управления лесным хозяйством, присудить Вагизову М.Р. учёную степень доктора технических наук по специальности 1.6.20 – «Геоинформатика, картография».

