

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по науке и цифровому
развитию МГТУ имени
Н.Э. Баумана
д.э.н., профессор



П.А. Дроговоз

12
декабря 2024 г

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)
(Мытищинский филиал)

Диссертация «Повышение технологической эффективности лесосечных работ с помощью системы поддержки принятия решений оператора валочно-сучкорезно-раскряжевочной машины» выполнена в МГТУ им. Н.Э. Баумана на кафедре технологии и оборудования лесопромышленного производства.

В период подготовки диссертации соискатель Рогачев Дмитрий Игоревич являлся прикрепленным лицом и работал в МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал) на кафедре транспортно-технологических средств и оборудования лесного комплекса в должности ассистент.

В 2022 г. с отличием Рогачев Дмитрий Игоревич окончил МГТУ им. Н.Э. Баумана по направлению подготовки технологические машины и оборудование. Присвоена квалификация магистр, 107718 1249946, дата выдачи 27 июня 2022 г., регистрационный номер 2802-ЛТ.

Справка о сдаче кандидатских экзаменов выдана в 2023 г. МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал).

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент, Быковский Максим Анатольевич работает в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана (национальный исследовательский университет) (Мытищинский филиал), на кафедре технологии и оборудование лесопромышленного производства в должности заведующего кафедрой.

По результатам рассмотрения диссертации «Повышение технологической эффективности лесосечных работ с помощью системы поддержки принятия решений оператора валочно-сучкорезно-раскряжевочной машины» принято следующее заключение:

Тема диссертации окончательно утверждена на заседании Ученого совета МГТУ им. Н.Э. Баумана (Мытищинский филиал) протокол № 10 от 29 декабря 2023 г.

Диссертация Рогачева Дмитрия Игоревича посвящена решению актуальной задачи, связанной с автоматизацией и информатизацией управления валочно-сучкорезно-раскряжевочной машины. Утверждённая «Стратегия развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года» является ключевым нормативно-правовым актом, определяющим векторы развития лесопользования и лесной промышленности в России. Утверждение данной стратегии имеет особое значение для сохранения лесных ресурсов и рационального использования лесов как важного природного ресурса и для перехода от экстенсивных методов землепользования к интенсивным. Интенсивные методы лесозаготовок направлены на повышение производительности труда и экологической устойчивости лесного комплекса путём применения инновационных технологий, оптимизации технологических процессов заготовки, восстановления и управления лесами. Данный подход способствует эффективному лесопользованию и сохранению экологического баланса. Развитие технологий, как с точки зрения технологического потенциала, так и с точки зрения экономически эффективной интеграции, происходит экспоненциальными темпами. В то время как высокотехнологичные роботизированные системы уже стали обычным явлением в таких отраслях, как сельское хозяйство, горнодобывающая промышленность, в лесной отрасли они пока не получили широкого распространения.

Научная новизна работы:

1. Разработана математическая модель для аналитической оценки количества лучей лазерного сканера LiDAR пересекающих ствол дерева, данная модель служит теоретической основой для обоснования возможности применения сканера LiDAR в целях автоматизации и информатизации управления лесозаготовительной машиной, отличающаяся учётом характеристик образующей древесного ствола и местоположением сканера на базовой машине.

2. Разработан алгоритм фильтрации шумов облака точек, полученного при наземном лазерном сканировании участка леса с целью повышения точности работы неразрушающих методов оценки древесины, отличающийся применением последовательности фильтров, анализирующих цветовые пространства YCbCr и Lab, а также локальную кривизну точек.

3. Разработана методика создания библиотеки синтетических данных LiDAR, предназначенной для обучения нейронной сети, выполняющей сегментацию стволов деревьев в облаке точек, полученном посредством наземного лазерного сканирования участка леса, отличающаяся моделированием деревьев с учётом характеристик образующей древесного ствола.

Теоретическая и практическая значимость работы:

– Проведено исследование по оптимизации размещения лазерного сканера на лесозаготовительной машине с целью дистанционного получения таксационных параметров деревьев.

– Разработан алгоритм фильтрации облаков точек, полученных наземным лазерным сканированием с использованием LiDAR и цифровой камеры. Алгоритм основан на цветовых моделях YCbCr и Lab и предназначен для удаления точек, соответствующих листве.

– Предложен метод фильтрации облаков точек, основанный на анализе значения локальной кривизны. Данный метод, применяемый к данным наземного LiDAR-сканирования, позволяет сегментировать точки, принадлежащие ветвям деревьев, и исключить их из дальнейшей обработки.

– Исследованы методы определения диаметра поперечного сечения ствола дерева с учётом его пространственной ориентации на основе данных наземного лазерного сканирования.

– Предложена методика формирования синтетического набора данных для обучения нейронной сети, осуществляющей сегментацию стволов деревьев в облаках точек, полученных при наземном LiDAR-сканировании лесного участка.

– Создана математическая модель для визуализации зон, пригодных для валки деревьев, работа модели основана на результатах обработки облака точек, полученного при наземном сканировании лесного участка.

– Установлена положительная корреляция между использованием системы поддержки принятия решений и производительностью оператора лесозаготовительной машины.

Степень достоверности результатов проведённых исследований, выводов и рекомендаций обеспечиваются экспериментальными исследованиями и возможностью их воспроизведения при наличии аналогичного оборудования и соблюдении описанных условий эксперимента

Личное участие соискателя в получении результатов, изложенных в диссертации. Разработана математическая модель цифровой карты местности, алгоритм фильтрации шумов облака точек, анализирующий цветовые модели YCbCr и Lab и локальную кривизну точек, методика генерации библиотеки синтетических данных LiDAR на основе характеристик образующей древесного

ствола, математическая модель карты местности для визуализации мест, из которых возможно производить валку деревьев.

Апробация работы.

Основные положения и результаты диссертационной работы заслушивались и обсуждались на: научно-технических семинарах МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана Мытищи, 2021-2024; Всероссийской научно-практической конференции «Современный лесной комплекс страны: актуальные векторы развития» Воронеж 2023; VIII Всероссийской научно-технической конференции «Леса России: политика, промышленность, наука, образование» Санкт-Петербург 2023; XVIII Международном лесном форуме и выставке техники и оборудования для лесного комплекса «Российский лес 2023» Вологда 2023.

Полнота изложения материалов диссертации отражена в 12 научных работ, 3 из которых в научных журналах, входящих в перечень ВАК РФ. Автореферат соответствует содержанию диссертации.

Список научных трудов:

1. Рогачев Д. И., Клубничкин В. Е. Реализация сегментации деревьев для системы поддержки принятия решений оператора лесозаготовительной машины // Системы. Методы. Технологии. 2023. № 4(60). С. 169-175. (0,38 п.л./0,25 п.л.). (Автор произвёл моделирование и обучил нейронную сеть).

2. Рогачев Д. И., Козлов И. В., Клубничкин В. Е. Фильтрация шумов сканируемого LiDAR участка леса на основе цветовых моделей YCbCr и Lab* // Лесотехнический журнал. 2023. Т. 13. № 4 (52). Ч. 1. С. 125–139. (0,25 п.л./0,15 п.л.). (Автор разработал алгоритм фильтрации на основе цветовых моделей YCbCr и L*a*b*).

3. Клубничкин В. Е., Клубничкин Е. Е., Рогачев Д. И. Автоматизация технологических процессов лесозаготовительной машины // Научно-технический вестник Поволжья. 2021. № 12. С. 114-117. (0,19 п.л./0,09 п.л.). (Автор разработал концепцию ассистента оператора).

4. Рогачев Д. И. Система поддержки принятия решений оператора лесозаготовительной машины. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024611047. Заявл. 08.01.2024. Опубл. 17.01.2024.

5. Рогачев Д. И. Фильтр точек облака точек для наземного сканирования леса. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024611664. Заявл. 11.01.2024. Опубл. 23.01.2024.

6. Рогачев Д. И. Фильтр трехмерных точек, основанный на расстоянии для облака точек, полученного при наземном сканировании участка леса // Актуальные проблемы развития лесного комплекса: материалы XXI Международной научно-

технической конференции, Вологда, 5 декабря 2023 года. Вологда. 2023. С. 265-268. (0,19 п.л.)

7. Рогачев Д. И. Концепция системы поддержки принятия решений оператора лесозаготовительной машины // Современный лесной комплекс страны: актуальные векторы развития: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Воронеж, 5 октября 2023 года. Воронеж. 2023. С. 120-124. (0,25 п.л.)

8. Рогачев Д. И. Влияние горизонтального шага сканирования lidar на определение диаметра дерева // Современный лесной комплекс страны: актуальные векторы развития: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Воронеж, 5 октября 2023 года. Воронеж. 2023. С. 204-208. (0,25 п.л.)

9. Рогачев Д. И. Цифровой ассистент оператора лесозаготовительной машины // Студенческая научная весна: Тезисы докладов Всероссийской студенческой конференции, посвященной 175-летию Н.Е. Жуковского, Москва, 1–30 апреля 2022 года. Москва. 2022. С. 602-603. (0,06 п.л.)

10. Рогачев Д. И. Краткий анализ возможного расположения лазерного сканера LIDAR на лесозаготовительной машине // Современный лесной комплекс страны: актуальные векторы развития: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Воронеж, 5 октября 2023 года. Воронеж. 2023. С. 60-63. (0,19 п.л.)

11. Рогачев Д. И. Применение синтетического облака точек для обучения нейронной сети pointpillars // Леса России: политика, промышленность, наука, образование: Материалы VIII Всероссийской научно-технической конференции, Санкт-Петербург, 24–26 мая 2023 года. Санкт-Петербург. 2023. С. 431-433. (0,13 п.л.)

12. Рогачев Д. И. Определение диаметра ствола дерева с использованием лазерного сканера (lidar) // Ежегодная национальная (с международным участием) научно-техническая конференция профессорско-преподавательского состава, аспирантов и студентов Мытищинского филиала МГТУ им. Н.Э. Баумана по итогам научно-исследовательских работ за 2022 г.: Материалы конференции, Мытищи, 30 января - 1 февраля 2023 года. Мытищи. 2023. С. 191-193. (0,13 п.л.)

Опубликованные научные труды в совокупности достаточно полно отражают содержание диссертации.

Диссертация Рогачева Дмитрия Игоревича является самостоятельной завершённой научно-квалификационной работой, посвящённой разработке инновационной системы поддержки принятия решений для операторов валочно-сучкорезно-раскряжевочной машины. Работа направлена на повышение эффективности и безопасности лесозаготовительных работ путём автоматизации процессов за счет распознавания и сегментации деревьев на основе данных, полученных с помощью наземного лазерного сканирования (LiDAR).

Диссертация полностью соответствует пп. 9 – 14 «О порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (ред. 26.10.2023 № 1786).

Тема и содержание диссертации Рогачева Дмитрия Игоревича «Повышение технологической эффективности лесосечных работ с помощью системы поддержки принятия решений оператора валочно-сучкорезно-раскряжёвочной машины» полностью соответствуют выбранной специальности 4.3.4. Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и переработки древесины и рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Заключение принято на совместном заседании кафедр технологии и оборудования лесопромышленного производства и транспортно-технологических средств и оборудования лесного комплекса.

Присутствовало на заседании 38 чел. Результаты голосования: «за» – 37 чел., «против» – 0 чел., «воздержалось» – 0 чел., протокол № 8 от «23» апреля 2024 г.

Заведующий кафедрой транспортно-технологических средств и оборудования лесного комплекса, д.т.н, профессор



Котиев Г.О.

Заведующий кафедрой технологии и оборудования лесопромышленного производства, к.т.н, доцент



Быковский М.А.