

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук

Бургонутдинова Альберта Масугутовича

на диссертационную работу:

«Обоснование рациональной скорости строительства дорожных одежд лесовозных дорог на базе интеллектуальных систем»

Анастас Елены Сергеевны

представленную в диссертационный совет 24.2.424.01

на соискание учёной степени кандидата технических наук

по специальности 4.3.4 – Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и переработки древесины

Актуальность темы исследования. Одной из основных проблем лесопромышленного комплекса является недостаточно развитая сеть лесовозных путей. Как правило, лесовозные автомобильные дороги располагаются в сложных климатических условиях, которые накладывают определенные ограничения на технологический процесс устройства дорожных одежд. Повышение качества устройства дорожных одежд и сокращение сроков строительства без потери качественных характеристик является не маловажным аспектом в области дорожного строительства.

Внедрение современных информационных технологий в различные области промышленности уже доказали свою эффективность, но в лесозаготовительной отрасли таких разработок крайне недостаточно. В документах «Стратегия развития лесного комплекса РФ на период до 2030 года» и Национальный проект «Цифровая экономика» уделено внимание проблемам качественного проектирования автомобильных дорог с использованием современных средств информационных технологий. Критерии представлены в «Национальной стратегии развития искусственного интеллекта в РФ на период до 2030 г». Использование искусственного интеллекта позволяет создавать принципиально новые возможности в части определения технологических параметров строительного процесса, а также оперативно принимать решения по строительству автомобильной дороги. Таким образом, обоснование рациональной скорости строительства дорожных одежд с использованием искусственного интеллекта представляет весьма актуальную задачу в дорожном строительстве в целом и лесовозных автомобильных дорог в частности.

Работа выполнялась автором в соответствии со Стратегией развития лесного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года

(распоряжение Правительства Российской Федерации от 11 февраля 2021 года №3 12-р), а также Прогноза развития лесного сектора Российской Федерации до 2030 года.

Степень обоснованности и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Анализ диссертации и опубликованных научных работ соискателя показывает, что в них содержится новая научная информация по специальности 4.3.4 – Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и переработки древесины.

Научный уровень диссертации отличается достаточной глубиной теоретических разработок, обширным численным экспериментальным материалом, проверкой адекватности нейронных сетей и настроенной интеллектуальной системы, комплексным подходом к анализу проблемы повышения эффективности и надежности устройства дорожной одежды, разработкой структурной схемы модели определения скорости комплексного потока и нейронной сети по устройству дорожной конструкции, определением экономической эффективности от внедрения результатов исследования на лесовозных автомобильных дорогах.

Обоснованность выводов и рекомендаций подтверждена корректностью применения апробированного в научной практике исследовательского и аналитического аппарата, расчётами полученных выводов и закономерностей, а также обсуждением результатов исследования на международной и всероссийских конференциях. Опубликованные по теме диссертации научные статьи и свидетельства на программное обеспечение ЭВМ нашли признание у специалистов.

Научные положения и выводы достоверны, так как они получены с учётом современных методик сбора и обработки исходной информации, совпадением результатов исследования с экспериментальными данными.

Научная новизна полученных результатов.

Результаты диссертационной работы, обладающими научной новизной, представлены в виде:

– сформулированной задачи и предложенной структурной схемы модели определения скорости комплексного потока и стоимости устройства дорожной одежды, отличающаяся учетом неопределенностей влияющих факторов и параметров строительного процесса;

– впервые разработанной интеллектуальной системы определения скорости комплексного потока и стоимости устройства дорожной одежды в виде комплекса нейро-нечетких сетей, программно-реализованная в среде *Matlab+Simulink*;

– Выявленных новых закономерностей изменения скорости комплексного потока и стоимости устройства дорожной одежды в зависимости от различных параметров строительного процесса.

Результаты работы позволят на стадии разработки проектной документации определить основные параметры, обеспечивающие наилучший вариант проведения работ, а также оперативно скорректировать необходимое количество ресурсов при изменении условий строительства автомобильной лесовозной дороги.

Значение полученных результатов для теории и практики.

Результаты теоретических исследований и практические рекомендации внедрены в производство, позволяют повысить технический уровень в части технологии устройства дорожных одежд лесовозных автомобильных дорог, что подтверждается соответствующими актами, приложенными к диссертации, а также используются в учебном процессе ФГБОУ ВО «Уральского государственного лесотехнического университета».

Полученные автором результаты позволяют решать вопросы при тендерных процедурах, в части оценки возможностей предприятия, а также при изменении условий строительства (климатические факторы, количество требуемой дорожно-строительной техники и т.п.) оперативно принимать решения по дальнейшему строительству автомобильной лесовозной дороги, путем использования современных информационных технологий.

Практическая значимость заключается в возможности выбора рациональной технологии проведения работ, как на этапе проектирования автомобильной дороги, так и при изменении условий непосредственно на объекте строительства.

Характеристика содержания диссертационной работы. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, выносимых на защиту.

Диссертационная работа состоит из введения, 4 разделов, общих выводов и приложений; содержит 141 страницу текста, 13 таблиц, 30 рисунков и библиографический список из 136 наименований.

Диссертационная работа по теоретическому уровню является законченной и экспериментально обоснованной научно-квалификационной работой, которая обладает внутренним логическим единством.

Оформление диссертации и автореферата соответствует требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011 «Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления» и отвечает требованиям «Положение о порядке присуждения ученых степеней». Присутствуют ссылки на авторов и

источники заимствования отдельных, известных ранее научных исследований.

Анализ материалов диссертации показал, что соискатель обстоятельно подошла к исследованию и обоснованию основных результатов и выводов.

Во введении обоснованы актуальность, цель, задачи и научная новизна выполненных исследований, их практическая и научная значимость, сформулированы основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе проведены исследования работ, посвященных оценке транспортной инфраструктуры лесовозных дорог на примере Свердловской области, совершенствованию лесовозных автомобильных дорог, а также современным тенденциям в области дорожного строительства.

Анализ научно-исследовательской литературы показал, что для обоснования наилучшего варианта проведения работ по устройству дорожных одежд лесовозных автомобильных дорог необходимо внедрение современных информационных технологий, в частности применение интеллектуальных систем для решения поставленной задачи.

Во второй главе опираясь на анализ нормативно-технической документации, проектной документации и технологического процесса устройства дорожных одежд, автором были обоснованы все необходимые параметры, теоретический подход к решению задачи и разработана структурная схема модели определения скорости комплексного потока и стоимости устройства дорожной одежды, отличающаяся учетом неопределенностей влияющих факторов и параметров строительного процесса.

В третьей главе выполнялась разработка интеллектуальной системы определения скорости комплексного потока и стоимости устройства дорожной одежды на основе комплекса нейро-нечетких сетей.

Построение нейронных сетей осуществлялось на основе системы нейронного вывода (*adaptiveneuro-fuzzyinferencesystem, ANFIS*) посредством применения специализированного пакета *Neuro-FuzzyDesigner* программного средства *Matlab*. Разработанная интеллектуальная система включает в себя преимущества двух концепций интеллектуальных систем: нейронных сетей и нечетких систем.

Для первой нейронной сети в качестве выходного параметра выбрана скорость комплексного потока, так как важнейшей единицей организации работ при поточном методе ведения работ является комплексный поток, соответственно, одной из ответственных процедур является определение скорости комплексного потока. Данный параметр зависит от природно-климатических факторов, производительности и количества дорожно-

строительной техники, что предусмотрено в разработанной автором структурной схеме модели.

С целью оценки возможностей предприятия при проведении тендерных процедур, а также прогнозировании наилучшего варианта по стоимости работ до создания полноценного проекта устройства дорожной одежды в структуру интеллектуальной системы включена вторая нейронная сеть определения стоимости устройства дорожной одежды. Основными параметрами в ходе анализа автором выбраны: длина доставки материалов, стоимость материалов, стоимость машино-смены, количество требуемых машин, что выглядит достаточно обоснованно.

В четвертой главе автором выполнен численный эксперимент с целью проверки корректности и адекватности нейронных сетей и интеллектуальной системы, так же определены закономерности влияния исходных параметров на выходной параметр скорость комплексного потока и стоимость устройства дорожной одежды.

Результаты численного эксперимента позволили сделать вывод о корректной настройке системы, так как величина средней абсолютной ошибки данных, полученных с помощью интеллектуальной системы к фактическим составляет менее 1% за счет точных и обоснованных исходных данных в качестве которых служат накопленные экспертные сведения, а также утвержденные проекты организации строительства, которые прошли ряд экспертиз и приняты в работу на объекте строительства.

Основные выводы и рекомендации обоснованы, доказаны и решают поставленную цель и задачи исследования.

Результаты проведенных исследований являются основой для определения наилучшего варианта проведения работ по устройству дорожных одежд лесовозных автомобильных дорог, рекомендуются к внедрению в учебный процесс высших учебных заведений РФ соответствующего профиля.

Результаты научных исследований соответствуют поставленным цели и задачам. Тема диссертационной работы соответствует научной специальности 4.3.4 – Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и переработки древесины и паспорту специальности, области исследования п. 8 – Технология транспортного освоения лесосырьевых баз.

Полнота изложенных результатов диссертационного исследования в работах, опубликованных соискателем.

Результаты исследований изложены в 11 научных публикациях, в том числе – 3 статьи в журналах из перечня ВАК Минобрнауки России, получено 2 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

По диссертационной работе имеются замечания:

1. Из работы не ясно, из каких критериев была выбрана только одна конструкция дорожной одежды по ПНСТ 390-2020. В конструкцию входит покрытие из щебня, обработанного битумом и основание из ПГС. Это не самая экономичная конструкция. Тем более в диссертационной работе указано, что битум – это самый дорогой дорожно-строительный материал (стр. 53). При этом нормативный документ ПНСТ 390-2020 имеет срок действия с 01.03.2020 по 01.03.2023. Прошу дать пояснения.

2. Каким образом учитывается толщина конструктивных слоев дорожной одежды в расчетах?

3. Как определялась производительность машин для предлагаемой конструкции?

4. На стр. 46 диссертационной работы приведено выражение 2.1. указывающее, что скорость комплексного потока стремится к максимальной скорости. Дайте определение – что-то такое максимальная скорость? Есть понятие «оптимальной скорости» и «оптимальной длины захватки».

5. Как определялось необходимое минимальное количество выборок для разработки нейронных сетей?

6. В связи с чем для решения задачи в условиях неопределённости был выбран именно метод *Сугено*?

7. Почему в качестве инструмента определения скорости комплексного потока и стоимости устройства дорожной одежды использовалась программное обеспечение *Matlab+Simulink*?

8. Каким образом учитывался коэффициент использования машин?

9. Разработан ли пользовательский интерфейс программы для использования разработанной интеллектуальной системы на предприятии?

10. На каких примерах проводилось обучение интеллектуальной системы?

11. В разделе автореферата «Основные выводы и рекомендации» не полно раскрыт пункт 7 (не указано предприятие, на котором внедрены результаты исследования).

12. В рамках диссертационной работы исследования проводились на примере Алапаевского района Свердловской области. Каким образом в работе учитывались климатические факторы при определении скорости потока и стоимости дорожно-строительных материалов?

13. Представляется ли возможным использование результатов исследований и предлагаемые рекомендации для других лесозаготовительных субъектов РФ?

Отдельные замечания были сняты в процессе беседы с соискателем.

Заключение о соответствии диссертации критериям пункта 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней»).

Анализ диссертационной работы, автореферата и опубликованных работ показывает, что диссертация Анастас Елены Сергеевны соответствует требованиям п. 9–14 «Положение о порядке присуждения учёных степеней» ВАК Минобрнауки России.

Тема диссертационной работа соответствует пункту 8 – «Технология транспортного освоения лесосырьевых баз», паспорту специальности 4.3.4–Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и переработки древесины.

Уровень решаемых задач соответствует требованиям, предъявляемым ВАК Минобрнауки России к кандидатским диссертациям.

На основании вышеизложенного считаю, что диссертация Анастас Е.С. является научно-квалификационной работой, которая позволяет решить актуальную проблему выбора рациональной скорости комплексного потока и стоимости устройства дорожных одежд с учетом условий неопределенностей и влияющих факторов, внедрение которой вносит значительный вклад в развитие лесного комплекса Российской Федерации.

Соискатель Анастас Елена Сергеевна заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 4.3.4 – Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и переработки древесины.

Официальный оппонент:

Профессор кафедры «Автомобильные дороги и мосты» ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», академик РАТ, доктор технических наук, доцент.

Защита по научной специальности 05.21.01 – «Технология и машины лесозаготовок и лесного хозяйства».

614990, Пермский край, г. Пермь, Комсомольский проспект, д.29, телефон/факс +7 (342) 2-198-065

E-mail: ustu@pstu.ru; enter@pstu.ru

Домашний адрес: 614104, г. Пермь, ул. Рославльская, д.1

E-mail: burgontdinov.albert@yandex.ru

Собственноручную подпись д.т.н. Бургонутдинова А.М. удостоверяю:

Ученый секретарь Ученого совета ПНИПУ

Бургонутдинов

Альберт

Масугутович

В.И. Макаревич



04.09.