

ОТЗЫВ

официального оппонента Бургунутдинова Альберта Масугутовича

на диссертацию Карабутовой Ирины Андреевны на тему «Оценка эксплуатационных показателей покрытий лесовозных дорог на основе интеллектуальных систем», представленную в диссертационный совет Д212.281.02 при ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.21.01 – «Технология и машины лесозаготовок и лесного хозяйства»

1. Актуальность темы диссертации

Основные направления развития дорожной отрасли определены в ряде программных документов, утвержденных на правительственном уровне, из которых следует, что важнейшими проблемами является повышение безопасности и качества дорог. Следует сказать, что решению этих проблем посвящено большое количество исследований, но ввиду сложности тематики, ее многоплановости, в полной мере она остается не решенной. Не маловажное значение имеет то, что известные научно-исследовательские работы базируются, в основном на методах, созданных в период, когда возможности информационных технологий были несоизмеримо ниже современных.

В настоящее время в ходе прогресса появились математические методы, программные и технические средства, позволяющие решать задачи, ранее недоступные. В частности, оценка ряда параметров дорожных покрытий из-за неопределенности многих взаимовлияющих факторов и неопределенности данных превращается в большую проблему. И решить эту проблему без использования новых, более совершенных методов невозможно.

Анализ научных источников в диссертации показывает, что попытки использования новых информационных технологий в дорожном секторе происходят, но незначительно и в практике проектирования не применяются,

что говорит о необходимости проведения дополнительных научных исследований с привлечением достижений научно-технического прогресса.

Таким образом, актуальность настоящего исследования, которое заключается в совершенствовании дорожных покрытий, способов их проектирования, строительства и эксплуатации с помощью современных, более совершенных методов сомнений не вызывает.

2. Научная новизна и основные результаты

Научная новизна заключается в следующем:

- в методике проектирования дорожных покрытий лесовозных дорог, а также автодорог общего пользования с усовершенствованным покрытием, позволяющая определять основные физические параметры и прогнозировать эксплуатационные показатели на основе интеллектуальных систем;

- выявлены закономерности влияния параметров исходных материалов на физические показатели асфальтобетона в покрытии, параметров структуры асфальтобетонной смеси, проектных, технических и технологических характеристик и эксплуатационных факторов на эксплуатационный показатель автодороги, полученные на основе интеллектуальной системы;

- разработана интеллектуальная система на базе нейро-нечетких сетей для оценки эксплуатационного показателя глубины колеи покрытия лесовозной дороги, с усовершенствованным покрытием из асфальтобетона, с определением межремонтных сроков при эксплуатации.

Результаты работы позволят прогнозировать эксплуатационное состояние лесовозных автомобильных дорог, обоснованно назначать межремонтные сроки, разрабатывать планы бюджетного финансирования и оптимизировать графики содержания автомобильных дорог.

3. Значение полученных результатов для теории и практики

Результаты исследований и практические рекомендации внедрены в производство, позволяют повышать технический уровень лесовозных дорог и

автомобильных дорог общего пользования при планировании работ по ремонту, капитальному ремонту и содержанию, что подтверждается соответствующими актами, приложенные к диссертации, а также используются в учебном процессе.

Полученные автором результаты позволяют прогнозировать эксплуатационное состояние автомобильных дорог, допустимое по условиям обеспечения безопасности дорожного движения, методам контроля и решить проблему импортозамещения, путем использования современного отечественного программного обеспечения на основе интеллектуальных систем.

Практическая значимость исследования заключается в возможности совершенствования покрытий лесовозных дорог и дорог общего пользования благодаря предложенной методике оценки физических и эксплуатационных показателей и соответствующим рекомендациям.

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

Диссертационная работа Карабутовой Ирины Андреевны состоит из введения, 05 разделов, общих выводов и 06 приложений; содержит 194 страницы текста, 28 таблиц, 39 рисунков и библиографического текста из 109 наименований. Автореферат соответствует тексту диссертации.

Диссертационная работа по теоретическому уровню является цельной, 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 «Положения о порядке присуждения ученых степеней». Присутствуют ссылки на авторов и источники заимствования отдельных, известных ранее результатов научных исследований.

Анализ материалов диссертации показывает, что соискатель достаточно серьезно подошла к выполнению работы и обоснованию своих результатов и выводов.

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

В первой главе выполнено исследование работ, посвященных анализу транспортной инфраструктуры лесопромышленного комплекса на примере Свердловской области, современных направлений и тенденций в развитии дорожного и лесного секторов с учетом цифровизации промышленности.

Обзор литературных источников показал, что для совершенствования методов проектирования, строительства и эксплуатации лесовозных дорог и автомобильных дорог общего пользования необходимо использование современных методов искусственного интеллекта, позволяющих учитывать неопределенности в исходных данных практических задач.

Во второй главе автором проведены экспериментальные исследования в лабораторных и полевых условиях с целью получения исходных данных, необходимых для разработки для разработки нейро-нечетких сетей.

Испытания и статистическая обработка данных, проведенные автором, обеспечили корректную настройку системы, что подтвердилось в дальнейших исследованиях при выполнении численного эксперимента.

В третьей главе выполнена разработка интеллектуальной системы для оценки эксплуатационного показателя дорожного покрытия на основе нейро-нечетких сетей.

Предложенная интеллектуальная система представляет из себя комбинацию гибридных нейро-нечетких сетей типа *ANFIS* (Adaptive Network Neuron Fuzzy Interference). Типология интеллектуальной системы учитывает преимущества двух концепций интеллектуальных систем: нечетких систем, основанных на базах правил и нейронных сетей.

Для первой нейро-нечеткой сети оценки физического параметра в качестве выходного параметра выбран параметр содержание воздушных пустот, т. к. именно этот параметр определяет качество уплотнения. Прямая зависимость наблюдается между выходным параметром и структурой асфальтобетона. Структуру асфальтобетона на макро-, мезо- и микроуровне формирует содержание щебня различных фракций и содержание битума, что предусмотрено в модели.

Для развития процесса проектирования в структуру интеллектуальной системы включена вторая нейро-нечеткая сеть, где в качестве выходной переменной, т.е. для оценки эксплуатационного параметра выбрано значение глубины колеи. В практике принято выделять два вида колеи – пластическую и абразивную, которая образуется в зависимости от разных типов воздействий, поэтому выглядит достаточно обосновано, что входные параметры разделены на две группы по факторам влияния: содержание воздушных пустот, число проходов катка (пластическая колея), интенсивность движения, истираемость по Пралль-тесту (абразивная колея).

В четвертой главе автором выполнены численные эксперименты с целью проверки корректности настройки и результатов расчетов разработанной интеллектуальной системы, также определены закономерности влияния исходных параметров на физические параметры и эксплуатационные показатели покрытия.

Численный эксперимент показал, что система настроена корректно. Автором установлено, что достоверность и точность интеллектуальной системы 95 % достигается при обучении на 22 наборах исходных данных. Определена функциональная зависимость, позволяющая определить количество обучающих выборок для обеспечения заданной точности результата.

Разработанная в диссертационной работе интеллектуальная система позволяет получать достаточно полную картину изучаемого процесса в виде различных функций. Приведенные в работе графики могут быть

использованы в практике проектирования, строительства и эксплуатации лесовозных дорог и автомобильных дорог общего пользования.

В пятой главе предложена методика оценки физических параметров и эксплуатационных показателей, программно-реализованная в среде *Matlab*. Приведены основные положения проектирования интеллектуальной системы оценки физических параметров и эксплуатационных показателей. Положительным моментом следует отметить факт внедрения результатов в практику, что подтверждается соответствующими актами внедрения.

Выводы и рекомендации обоснованы, доказаны и решают поставленную цель и задачи исследования.

Результаты проведенных исследований являются основой для существенного повышения транспортно-эксплуатационных качеств лесовозных автомобильных дорог, рекомендуется к внедрению в учебный процесс высших учебных заведениях РФ соответствующего профиля.

Диссертационная работа соответствует пункту 15 – «Обоснование схем транспортного освоения лесосырьевых баз, поставки лесопродукции, выбора техники и способов строительства лесовозных дорог и инженерных сооружений» паспорта специальности 05.21.01 – «Технология и машины лесозаготовок и лесного хозяйства».

Полнота изложений результатов диссертационного исследования в работах, опубликованных соискателем

Результаты исследований по теме диссертации изложены в 7 научных публикациях, в том числе в двух статьях в журналах из перечня ВАК Минобрнауки России, получено два свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

5. Замечания по содержанию диссертации и автореферата

1. В тексте автореферата (стр. 12) имеется ссылка на рисунок 5 с названием «Обобщенная модель интеллектуальной системы реализована в среде ви зуально-блочного имитационного моделирования *Simulink* системы

Matlab», но подрисуночный текст имеет другое название – «Программа интеллектуальной системы проектирования дорожного покрытия в Simulink-формате». Необходимо привести к соответствию.

2. На стр. 16 автореферата лишний знак препинания (1 абзац).

3. На стр. 17 автореферата (абзац 4) в конце предложения отсутствует знак препинания.

4. Раздел автореферата «Основные выводы и рекомендации» (стр. 17-18) представлен 10 общими выводами, хотя всего 6 задач диссертационного исследования. Часть общих выводов можно было бы объединить. Не полностью раскрыт 10 пункт по практическим рекомендациям.

5. В диссертационной работе, на стр. 31 (табл. 1.4) соискателем приведен сравнительный анализ особенностей систем проектирования асфальтобетона. Из текста диссертации не понятно, не противоречит ли разработанная методика традиционным методам проектирования. И почему приведен зерновой состав только для ЩМА-16?

6. Согласно ГОСТ Р 58406.1–2020 содержание воздушных пустот является физическим показателем, но в работе эта величина принята физическим параметром.

7. Не описана процедура учета абразивного колееобразования при определении итогового значения глубины колеи в зависимости от типа покрытия.

8. В работе не рассмотрены внешние климатические факторы Свердловской области, влияющие на величину колееобразования.

9. В работе рассмотрены только условия неопределенности входных параметров при постановке задачи. Следовало учесть и неточность средств измерений.

10. Почему для дальнейших исследований и разработки нейро-нечеткой сети принято минимальное число опытов, равное 14 – для построения нейро-нечеткой сети и 5 -для тестирования нейро-нечеткой сети? Как определялась сходимость результатов?

11. Кривая пластического колееобразования (рис. 3.10, стр. 89) по оформлению не соответствует требованиям п. 6.9 ГОСТ 2.105-2019.

12. В процессе настройки нейронных сетей должна выполняться проверка на ее переобучение, но в данном случае об этой процедуре не упоминается, что может вызвать серьезные проблемы при практическом использовании программы.

13. Соискатель в своих исследованиях ссылается на то, что при получении обучающих и тестовых выборок использовались усредненные данные за пятилетний период эксплуатации автомобильных дорог (стр. 137). Где подтверждающие данные по годам?

Указанные замечания не снижают значимости полученных результатов и не влияют на общую положительную оценку диссертационного исследования Карабутовой И.А.

6. Общая оценка диссертационной работы

Научно-квалификационная работа изложена грамотным научным языком, отличается научной новизной и внутренним единством, носит логический и последовательный характер. Результаты научных исследований соответствуют поставленным целям и задачам.

Выполненные исследования позволяют решить актуальную проблему совершенствования дорожных покрытий с учетом оценки глубины колеи дорожных покрытий. По теоретическому уровню и практической значимости диссертация отвечает требованиям, изложенным в пунктах 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842 (с изменениями на 11 сентября 2021 г.).

Содержание автореферата точно соответствует основным положениям диссертации.

Тема диссертационной работы «Оценка эксплуатационных показателей покрытий лесовозных дорог на основе интеллектуальных систем» соответствует пункту 15 – «Обоснование схем транспортного освоения

лесосырьевых баз, поставки лесопродукции, выбора техники и способов строительства лесовозных дорог и инженерных сооружений» паспорта специальности 05.21.01 – «Технология и машины лесозаготовок и лесного хозяйства».

На основании вышеизложенного считаю, что диссертация Карабутовой Ирины Андреевны на тему «Оценка эксплуатационных показателей покрытий лесовозных дорог на основе интеллектуальных систем» является завершенной научно-квалификационной работой, в которой излагаются новые научные методы проектирования и устройства покрытий лесовозных автомобильных дорог с использованием интеллектуальных систем, а также предложен инструмент, позволяющий решать задачи типового класса, вносит значительный вклад в развитие дорожного сектора лесного комплекса Российской Федерации. Уровень решаемых задач соответствует требованиям, предъявляемым ВАК Минобрнауки России к кандидатским диссертациям.

Автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.21.01 – «Технология и машины лесозаготовок и лесного хозяйства».

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 В.И. Макаревича А.М. удостоверяю:

Ученый секретарь Ученого

В.И. Макаревич



19.08.2022

Бургонутдинов

Альберт

Масугутович