

## ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертационную работу **Карабутовой Ирины Андреевны** на тему: *«Оценка эксплуатационных показателей покрытий лесовозных дорог на основе интеллектуальных систем»*, представленную в диссертационный совет Д.212.281.02 при ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.21.01 – «Технология и машины лесозаготовок и лесного хозяйства»

### **Актуальность темы исследования.**

Основные проблемы лесопромышленного комплекса в настоящее время и в прошлом – недостаточное обеспечение лесотранспортными путями и низкое качество лесовозных автодорог.

Повышение качества автомобильных дорог в целом связывают с транспортно-эксплуатационными показателями конструктивных элементов дорог, изменяющимися при их эксплуатации, воздействии транспортных средств и метеорологических условий. При этом особое внимание уделяют верхнему слою дорожной одежды – покрытию, т. к. именно этот слой воспринимает нагрузку от автотранспорта и более подвержен эксплуатационным и климатическим факторам.

Дорожное покрытие должно удовлетворять не только нормативным требованиям, предъявляемым к дороге определенной категории, но и ожидаемым в перспективе составу и интенсивности движения с учетом изменений в течение межремонтных сроков.

Новые технологии искусственного интеллекта уже доказали свою эффективность во всех областях науки и техники, однако в дорожной отрасли пока практически не применяются. В представленной диссертационной работе проблема совершенствования дорожных покрытий решается с привлечением аппарата интеллектуальных систем, поэтому является чрезвычайно актуальной и позволяет обеспечить значительный прогресс в дорожном строительстве.

### **Научная новизна диссертационной работы и основных результатов.**

В диссертационной работе проработаны вопросы совершенствования проектирования и строительства дорог с асфальтобетонным покрытием на основе интеллектуальных систем.

Научной новизной обладают следующие результаты работы:

– методика проектирования дорожных покрытий из асфальтобетона, позволяющая определять основные физические параметры и прогнозировать

эксплуатационные показатели на основе интеллектуальных систем;

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

– разработанная 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.

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

Обоснованность и достоверность содержания диссертационной работы, выводов и рекомендаций подтверждается использованием методов теории расчета дорожных одежд, теории интеллектуальных систем, нечетких множеств, нейронных сетей, теории алгоритмов и программ, методов математической статистики и экономического анализа.

**Теоретическая и практическая значимость работы** заключается в разработке методики оценки транспортно-эксплуатационных показателей автомобильных дорог с усовершенствованным покрытием, в том числе лесовозных дорог.

Результаты работы позволят повысить транспортно-эксплуатационное состояние автомобильных дорог, т.к. при проведении предварительной оценки физических и эксплуатационных показателей с помощью интеллектуальной системы могут быть подобраны более обоснованные параметры дорожного покрытия, способы строительства и выработана стратегия обслуживания и ремонта в процессе эксплуатации.

### **Полнота опубликования и апробации результатов исследования.**

Результаты исследований достаточно полно изложены в 7 научных публикациях: двух статьях в журналах из перечня ВАК Минобрнауки РФ, двух свидетельствах о государственной регистрации программ для ЭВМ. Основные положения и результаты диссертации докладывались на двух конференциях с международным участием.



### **Общая характеристика работы.**

Диссертационная работа состоит из введения, 5 разделов, общих выводов и приложений, изложена на 194 страницах, содержит 28 таблиц, 39 рисунков и библиографический список из 109 наименований.

Содержание диссертации имеет единый стиль, выполнена на высоком научном уровне, является научно-квалификационной работой. Результаты исследования соответствуют поставленным цели и задачам. Автореферат по своему содержанию соответствует тексту диссертации.

**Во введении** автором обоснована актуальность и новизна работы, поставлена цель, задачи, объект и предмет исследования, представлены основные положения, вынесенные на защиту, теоретическая и практическая значимость работы.

**В первой главе** проведено исследование транспортной сети лесовозных дорог Свердловской области, определена необходимость совершенствования дорожных покрытий в части повышения физических и эксплуатационных свойств. Обосновано использование интеллектуальных систем, как одного из перспективных методов дальнейшего совершенствования проектирования, строительства и эксплуатации дорожных покрытий.

**Вторая глава** посвящена выполнению лабораторных и натурных исследований. Исследовались лабораторные образцы и керны-вырубки асфальтобетона дорожного покрытия для получения исходных данных с целью разработки нейронных сетей и интеллектуальной системы.

**В третьей главе** выполнена разработка интеллектуальной системы в виде комплекса нейро-нечетких сетей. Обоснованы входные переменные нейронных сетей для определения физического параметра – содержания воздушных пустот как характеристики качества уплотнения асфальтобетона и эксплуатационного показателя – глубины колеи, как характеристики ровности покрытия. Выбранные выходные параметры являются важными при проектировании составов асфальтобетонных смесей и при дальнейшей эксплуатации дорожных покрытий.

Проведенный **в четвертой главе** численный эксперимент позволил сделать вывод о корректности настройки и работы интеллектуальной системы, что подтверждает достоверность предложенной методики. Полученные зависимости в виде двумерных и трехмерных графиков позволяют установить зависимости физического параметра и эксплуатационного показателя от структуры асфальтобетонной смеси, проектных, технических и технологических характеристик и эксплуатационных факторов.

**В пятой главе** рассмотрено применение разработанной методики прогнозирования эксплуатационного показателя на основе реального проекта, что позволяет говорить об экономической эффективности применения интеллектуальных систем для выполнения проектирования, принятия технологических решений и разработки мероприятий по эксплуатации и ремонту дорог.

Выводы и рекомендации, приведенные в заключении, соответствуют поставленным цели и задачам исследования.

### **Замечания по работе**

1. Вопросами устройства дорожных одежд лесовозных дорог активно занимались основоположники лесотранспортной науки: Алябьев В.И., Ильин Б.А., Кувалдин Б.И., Корунов М.М., Силуков Ю.Д., Леонович И.И. и др. Но в п 1.4 обзор их работ отсутствует.

2. В диссертационной работе рассмотрены лесовозные дороги только с покрытием из асфальтобетона. Не рассмотрена возможность применения предложенной методики для других типов покрытий, хотя они являются наиболее распространенными по сравнению с асфальтобетоном.

3. Из диссертации не понятно, как учитывалась марка битумного вяжущего при подборе составов на этапе лабораторных испытаний.

4. Рисунок 1.5 не читается, на шкалах нет цифровых значений.

5. Заголовок рисунка 1.6 не соответствует его содержанию.

6. В диссертации следовало подробнее остановиться на способе определения интенсивности движения транспорта в натуральных условиях. Непонятно расчетное или приведенное значение интенсивности движения использовано в качестве исходных данных для разработки нейронной сети.

7. В таблицах 2.4, 3.3, 3.5, 4.1 приведено процентное содержание воздушных пустот с точностью 4 знака после запятой. Как получена такая точность, и насколько это реально?

8. Пункт 2.4, с.66, вывод 3 не понятен, причем тут 8?

9. Не обоснована необходимость использования нечетких функций принадлежности при формировании входных переменных.

10. Как следует из главы 3, посвященной разработке интеллектуальной системы, нормирование исходных данных не производилось, хотя в дальнейшем описана и обоснована необходимость выполнения данной процедуры для корректной работы интеллектуальной системы.

11. Часть результатов работы представлены семейством двумерных и трехмерных функций. Возникает вопрос удобства интерпретации полученных графиков при их практическом использовании.



12. Пункты 2, 3, 8 заключения недостаточно вычитаны и сложны для восприятия. Рекомендации в заключении не сформулированы.

### Соответствие научной квалификации соискателя учёной степени

Диссертация Карабутовой Ирины Андреевны на тему: «Оценка эксплуатационных показателей покрытий лесовозных дорог на основе интеллектуальных систем» представляет собой научно-квалификационную работу, выполненную самостоятельно на высоком научно-методическом уровне, обладает внутренним единством и завершенностью, содержит научно обоснованные технические и технологические решения проблемы, имеющие существенное значение для лесного комплекса страны. Она соответствует паспорту специальности 05.21.01 – «Технология и машины лесозаготовок и лесного хозяйства» и основным требованиям Положения ВАК РФ «О порядке присуждения ученых степеней и присвоения ученых званий». Исследование, выполненное в диссертационной работе, позволит повысить транспортно-эксплуатационные показатели лесовозных дорог с асфальтобетонным покрытием. Автор диссертации, Карабутова Ирина Андреевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.21.01 – «Технология и машины лесозаготовок и лесного хозяйства».

Официальный оппонент  
Профессор кафедры транспортно-технологических машин  
ФГБОУ ВО «Поволжский государственный  
технологический университет», доктор технических наук



Смирнов Михаил Юрьевич

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

Подпись Смирнова М. Ю. заверяю:

Адрес: 424000, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 3

Телефон: +7 (8362) 45-58-34;

e-mail: Смирнов Михаил Юрьевич <SmirnovMY@volgatech.net>



Шарафутдинова Э.Р.

02.09.2022г.