

ОТЗЫВ официального оппонента

на диссертационную

работу Набижанова Жасурбека Ильхомовича «Нейросетевая система управления процессом уплотнения при укладке асфальтобетонных смесей», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами

1. Актуальность диссертационного исследования

В Российской Федерации большое внимание уделяется развитию транспортной инфраструктуры, реализуются Национальные и Федеральные проекты: строятся новые современные магистрали, мосты и путепроводы, применяются современные технологии и материалы, внедряются интеллектуальные транспортные системы, повышается сохранность трасс.

Развитию транспортной инфраструктуры способствует открытие новых месторождений полезных ископаемых, производственных мощностей, заводов, строительство городов и населенных пунктов – все это обеспечивает рост грузовых и пассажирских перевозок. Одним из наиболее динамично развивающихся сегментов транспортной сети является дорожная сеть, которая обеспечивает гибкую логистику и развитую инфраструктуру. Вместе с тем дорожная сеть несет и значительную эксплуатационную нагрузку связанную как с весовыми нагрузками от тяжелого грузового автотранспорта на материалы основания и покрытия дорожной одежды, так и с низкотемпературными режимами.

Таким образом, совершенствование технологий производства материалов дорожной одежды, и повышение эффективности технологий производства работ является перспективными исследовательскими тематиками, направленными на повышение эксплуатационных характеристик дорожной сети.

Одним из современных направлений повышения эффективности строительства асфальтобетонных покрытий является применение автоматизированных дорожных катков. Уплотнение асфальтобетонных смесей традиционно выполняют асфальтоукладчик и звено дорожных катков легкого, среднего, тяжелого типов. При оптимальной настройке режимных параметров уплотняющих рабочих органов современные асфальтоукладчики могут обеспечить уплотнение смеси с коэффициентом 0,96 и выше, уменьшить стоимость дорожного строительства за счет сокращения типов и количества дорожных катков. Автоматизированные системы, позволяющие в реальном времени определять коэффициент уплотнения смеси асфальтоукладчиками, а также системы автоматического управления процессом уплотнения не производятся. Разработка таких систем позволит повысить производительность в дорожном строительстве, а также создаст условия для применения ряда цифровых технологий – информационного моделирования объектов, больших данных и других.

В работе автор предлагает автоматизировать процесс уплотнения при укладке асфальтобетонных смесей, для которого, с целью повышения производительности и качества дорожных покрытий, требуется создание систем непрерывного контроля и управления качеством уплотнения. В современных условиях выполнения мероприятий Программы цифровизации в сфере дорожного хозяйства в Российской Федерации (Распоряжение № ВС-105-р от 31.05.2021 г.) тему диссертационной работы можно считать актуальной.

2. Степень обоснованности и достоверности научных положений, результатов и выводов диссертации

Обоснованность и достоверность научных положений, полученных результатов и выводов, приведенных в работе, подтверждена использованием положений теории автоматического управления, соблюдением основных принципов математического и компьютерного моделирования, применением теоретически обоснованных расчетных схем, сопоставимостью результатов теоретических и экспериментальных исследований.

3. Новизна научных положений, выводов и результатов, их теоретическая и практическая значимость

Анализ диссертационной работы и научных публикаций автора позволяет сделать вывод о том, что в них содержатся новые научные результаты, полученные по специальности 2.3.3 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами:

- получена модифицированная имитационная модель процесса уплотнения асфальтобетонной смеси рабочими органами укладчиков, позволяющая определять влияние рабочих параметров асфальтоукладчика на физико-механические свойства дорожных материалов;

- разработан метод непрерывного анализа уплотнения асфальтобетонных смесей на основе нейронных сетей, позволяющий определять коэффициент уплотнения;

- разработана система прогнозирования качества уплотнения при укладке асфальтобетонных смесей, позволяющая прогнозировать коэффициент уплотнения в режиме реального времени;

- разработан новый метод нейросетевого управления уплотнением в процессе укладки асфальтобетонных смесей, позволяющий автоматизировать управление процессом уплотнения.

Таким образом, поставленная автором работы цель диссертационного исследования достигнута – за счет нейросетевой системы управления процессом уплотнения при укладке асфальтобетонных смесей обеспечивается повышение производительности процесса уплотнения дорожных покрытий.

Теоретическая значимость исследования заключается в том, что обоснован метод нейросетевого контроля и управления процессом уплотнения асфальтобетонных смесей позволяющий определять и регулировать коэффициент уплотнения в режиме реального времени.

Практическая значимость данной работы заключается в разработке на языке программы MATLAB/Simulink имитационной модели процесса

уплотнения смеси рабочим органом укладчика, имитационной модели нейросетевой системы непрерывного контроля и управления уплотнением асфальтобетонных смесей рабочим органом укладчика.

4. Оценка содержания диссертации, степень ее завершенности

Диссертация состоит из введения, 4 глав основного текста, заключения, 6 приложений и списка литературы из 149 наименований. Полный объем диссертации составляет 144 страниц.

Во введении обоснована актуальность темы диссертационного исследования. Определены объект и предмет исследования, цель и задачи диссертационной работы. Приведены сведения о научной новизне, теоретической и практической значимости работы, примененных методах исследования, обоснованности и достоверности результатов исследования, апробации и публикациях результатов работы.

В первой главе проведен обзор технологического процесса, современных методов, моделей и информационных технологий неразрушающего контроля уплотнения при строительстве дорожных покрытий. Рассмотрены современные автоматизированные системы непрерывного контроля и управления уплотнением дорожных материалов, применяемые на катках. Приведен обзор исследований нейросетевых систем контроля уплотнения для вибрационных катков. Сформулирована цель и задачи исследования.

Вторая глава посвящена разработке математической и имитационной модели процесса уплотнения асфальтобетонной смеси рабочим органом асфальтоукладчика. Математическая модель получена на основе метода переменных состояния. Асфальтобетонная смесь представлена реологической моделью упруго-вязкого тела. Имитационная модель процесса уплотнения асфальтобетонной смеси асфальтоукладчиком построенная на языке программы MATLAB/Simulink, содержит блок спектрального анализа сигналов от рабочих органов асфальтоукладчика в режиме реального времени. Приведены результаты сопоставления результатов моделирования и экспериментальных исследований.

В третьей главе представлены материалы о разработке методов нейросетевого непрерывного анализа уплотнения, нейросетевого прогнозирования качества уплотнения, нейросетевого управления уплотнением смесей для асфальтоукладчиков. Выходным показателем разработанных методов, предназначенных для непрерывного контроля уплотнения, является расчетное значение коэффициента уплотнения асфальтобетонной смеси. Разработан алгоритм функционирования системы управления уплотнением для асфальтоукладчиков. Система управления уплотнением асфальтобетонных смесей асфальтоукладчиками базируется на нейросетевом регуляторе частоты колебания трамбующего бруса и на нейросетевой системе непрерывного контроля уплотнения. Нейронная сеть системы управления обучена методом Левенберга-Марквардта.

В четвертой главе приведено описание аппаратно-программного обеспечения, принципа работы системы нейросетевого непрерывного контроля и управления. Представлены результаты полевых испытаний, на объекте

строительства асфальтобетонных покрытий в пригороде г. Красноярска, асфальтоукладчика с экспериментальным комплектом технических средств системы нейросетевого непрерывного контроля и управления.

В заключении обобщены полученные в процессе выполнения диссертационного исследования научные и практические результаты.

В приложении диссертации представлены свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ, акты внедрения результатов диссертационной работы.

Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации.

Представленные материалы диссертационной работы позволяют достаточно полно оценить объем, сложность и актуальность проведенного исследования.

Выполненная диссертационная работа соответствует требованиям ВАК и содержит новые научно обоснованные технические решения и разработки, имеющие существенное значение для развития страны.

Результаты диссертации соответствуют цели и задачам исследования. Выводы, изложенные в диссертации, обоснованы и подтверждены результатами исследования.

В целом, диссертация Набижанова Ж.И. является завершенным научным исследованием, имеющим логическую последовательность изложения содержания разделов. Список цитированной литературы содержит материалы работ, выполненных Набижановым Ж.И. как лично, так и в соавторстве.

Оформление диссертации и автореферата соответствует положениям действующего ГОСТ Р 7.0.11-2011 «Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления».

5. Аprobация работы и опубликование ее основных положений и результатов

По теме диссертационной работы опубликовано 43 научных работ, в т.ч. 3 статьи в журналах, рекомендованных ВАК, 14 статей в изданиях, индексируемых в БД Scopus и WoS, 19 публикаций в материалах международных научных конференций. Получено 5 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ, поданы 2 заявки на изобретение в Роспатент РФ.

6. Замечания по диссертационной работе

1) В главе 1 желательно представить сравнительный анализ регуляторов и обоснование выбора нейросетевой системы управления.

2) Автор достаточно часто описывает такой параметр, как температура, но непонятно почему он не использует его во входном векторе искусственной нейронной сети.

3) В диссертационной работе автор вводит понятие типов смеси и описывает их разновидности. Исходя из приведенных результатов и описания, автор использовал тип смеси А, при этом другие типы смесей не использовались.

4) В третьей главе автору следовало бы более подробнее обосновать выбор алгоритма обучения нейронных сетей в своей работе.

5) В третьей главе предложена функциональная схема нейросетевой САУ и приведена передаточная функция объекта управления, однако, не приведены результаты математического моделирования данного объекта управления.

6) В 4 главе на рисунке 60 автор демонстрирует использованные приборы в полевых условиях. В работе нет информации о моделях, технических характеристиках и программном обеспечении этих приборов.

7) В автореферате на стр. 8, из-за наложения обозначений переменных, искажены дифференциальные уравнения (1)-(3) математической модели.

8) В диссертации имеются орфографические ошибки, например, «горчем», «непрервыного», «самонастрока», «использованный». Встречаются и пунктуационные ошибки, например, «но, для систем с объектами высокого порядка (выше второго), задачи синтеза регуляторов являются актуальными», «таким образом, предложенная модель нейросетевой системы управления для асфальтоукладчиков, позволяет повысить эффективность процесса уплотнения за счет автоматического регулирования коэффициента уплотнения изменением частоты колебаний трамбующего бруса». Встречаются отсутствующие знаки препинания, например, нет точки в конце предложения «Переходный процесс с небольшим перерегулированием».

Указанные замечания не снижают общую положительную оценку диссертационной работы.

7. Заключение

Диссертационная работа Набижанова Жасурбека Ильхомовича «Нейросетевая система управления процессом уплотнения при укладке асфальтобетонных смесей» является законченной научно-квалификационной работой, выполненной автором на высоком научно-техническом уровне, на актуальную тему. Исследование поддержано грантом РФФИ № 19-37-90052 (2019-2021 гг.).

Диссертационная работа соответствует специальности 2.3.3 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами. Научные положения и выводы логически обоснованы и подтверждаются результатами исследования. Основные положения диссертации опубликованы в журналах рекомендованных ВАК РФ, доложены на международных конференциях.

По достоверности, научной новизне и практической значимости результаты исследования можно квалифицировать как новые научно обоснованные технические решения и разработки, имеющие существенное значение для повышения производительности и качества строительства асфальтобетонных дорожных покрытий.

На основании изложенного считаю, что диссертационная работа Набижанова Жасурбека Ильхомовича является научно-квалификационной работой, соответствующей критериям, установленным П.9 «Положения о присуждении ученых степеней» для диссертаций на соискание ученой степени кандидата технических наук, а её автор Набижанов Ж.И. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности

2.3.3 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

Официальный оппонент, доцент
кафедры автоматизации производственных
процессов ФГБОУ ВО «Сибирский
государственный университет
науки и технологий имени
академика М.Ф. Решетнева»,
кандидат технических наук,
доцент

Лосев Василий Владимирович

26.04.2022

660037, г. Красноярск, проспект им. газеты Красноярский рабочий, 31
Телефон: +7 (391) 291-90-56
E-mail: info@sibsau.ru

