

## О Т З Ы В

официального оппонента на диссертационную работу Артеменко Максима Николаевича «Повышение маневренности роботизированного дорожного катка», представленную на соискание учёной степени **кандидата технических наук** по специальности 2.5.11 – «Наземные транспортно-технологические средства и комплексы».

### Актуальность темы

Актуальность темы диссертационной работы определяется необходимостью повышения эффективности и качества выполнения строительных работ.

В связи с этим диссертационная работа Артеменко Максима Николаевича, посвященная повышению эффективности работы наземных транспортно-технологических машин, *соответствует критерию «Актуальность исследования».*

### Степень обоснованности и достоверности

Обоснованность и достоверность результатов, выводов и рекомендаций, приведённых в рецензируемой работе подтверждается:

- корректностью допущений, применением математического моделирования в качестве основного инструмента исследования, достаточным количеством экспериментальных исследований и их обработкой методами математической статистики и теории вероятности.

- отсутствием противоречий с ранее проводимыми исследованиями другими учеными по тематике технической эксплуатации НТТСиК.

### Научная новизна и практическая значимость результатов диссертации, возможные пути их использования

Полученные в диссертационной работе результаты исследований являются новым вкладом в решение важной научно-технической проблемы, а именно: повышению эффективности применения наземных транспортно-технологических средств и комплексов, путём совершенствования технологии применения роботизированных уплотняющих катков. Цель исследования: разработка научно обоснованных рекомендаций по выбору параметров катка и системы управления, влияющих на маневренность роботизированного дорожного катка.

Новыми научными результатами диссертации, полученными автором, являются:

1. Впервые полученные функциональные зависимости параметров, характеризующих траекторию движения катка: дистанции перестроения



и смещения поворотного вальца при перестроении, дистанции и интервала разворота, величины смещения

поворотного вальца при развороте от конструктивных и эксплуатационных параметров машины (Глава 4. Разделы 4.2. и 4.3).

2. Разработана математическая модель динамической системы «рабочая среда – дорожный каток – система управления», позволяющая проводить моделирование работы системы управления, исследовать движение катка по уплотняемой поверхности. (Глава 3. Разделы 3.1 - 3.4).

Практическая значимость результатов данного диссертационного исследования заключается в том, что автором:

- разработан алгоритм работы системы управления дорожного катка, обеспечивающий движение катка по заданной траектории с требуемой точностью. Данный алгоритм может быть использован при создании системы управления роботизированного дорожного катка предприятиями, занимающимися проектированием и производством дорожной-строительной техники. (Глава 4 Раздел 4.2);

- впервые получены функциональные зависимости дистанции перестроения и смещения поворотного вальца при перестроении, дистанции и интервала разворота, величины смещения поворотного вальца при развороте, которые позволяют провести на этапе проектирования предварительную оценку маневренных характеристик катка на соответствие требований технического задания на его разработку. (Глава 4 Раздел 4.3);

- разработана методика выбора основных конструктивных и эксплуатационных параметров, обеспечивающих необходимые параметры траектории движения катка: дистанцию перестроения и смещения поворотного вальца при перестроении, дистанцию и интервал разворота, величины смещения поворотного вальца при развороте. (Глава 5. Раздел 5.2);

Результаты выполненных исследований имеют практическую ценность для науки и промышленности, так как предложенная методика коррекции конструкционных параметров позволяет роботизированного дорожного катка повысить эффективность их применения, что подтверждается внедрением результатов работы на таком промышленном предприятии как ООО «Завод дорожных машин» г. Рыбинск Ярославской области.

Теоретическая часть и методика проведения расчётов внедрена в учебном процессе ФГБОУ ВО СибАДИ по направлению подготовки кадров высшей квалификации 23.03.02 – «Наземные транспортно-технологические комплексы», 23.03.03 – «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» и 23.05.01 – «Наземные транспортно-технологические средства».

## **Обоснованность и достоверность научных положений и выводов**

Оценка достоверности основных выводов проведена соискателем на основании анализа результатов теоретических исследований, изложенных в диссертационной работе.

Достоверность результатов обеспечена уровнем применявшегося методами обработки статистических данных.

1. **Первый вывод** о том, что в работе обоснован критерий эффективности маневренности дорожного катка – дистанции перестроения (разворота) на параллельный курс *подтверждается* приведенным текстом раздела 4.1 научного исследования.

2. Содержащееся **во втором выводе** *данные* о том, что автором разработана математическая модель дорожного катка, представляющая собой совокупность моделей подсистем входящих в сложную динамическую систему «рабочая среда – дорожный каток – система управления», упорядоченно взаимодействующих между собой таким образом, что выходные данные модели одной подсистемы являются входными для другой, позволяющая проводить моделирование работы системы управления, исследовать движение катка по уплотняемой поверхности *подтверждается* приведенным текстом главы 3 исследования.

3. Приведенные в **третьем выводе** *функциональные зависимости* дистанции перестроения и смещения поворотного вальца при перестроении, дистанции и интервала разворота, величины смещения поворотного вальца при развороте, которые позволяют провести на этапе проектирования дорожного катка предварительную оценку маневренных характеристик катка на соответствие требований технического задания на разработку дорожного катка подтверждаются результатами обработки экспериментальных данных, выполненных автором в разделе 4.3 диссертации.

4. Приведенные в **четвёртом выводе** *сведения* о том, что автором разработан алгоритм работы системы управления дорожного катка, обеспечивающий движение катка по заданной траектории с требуемой точностью. Данный алгоритм может быть использован при создании системы управления роботизированного дорожного катка предприятиями, занимающимися проектированием и производством дорожной-строительной техники подтверждаются текстом раздела 4.2 диссертационной работы.

5. **Положение пятого вывода** о том, что автором разработана методика выбора основных конструктивных и эксплуатационных параметров, обеспечивающих необходимые параметры траектории движения катка: дистанцию перестроения и смещения поворотного вальца при перестроении, дистанции и интервала разворота, величины смещения поворотного

вальца при развороте, *подтверждается* текстом раздела 5.2 диссертационной работы

Таким образом, рассматриваемая диссертационная работа *соответствует критериям «Научная новизна» и «Практическая ценность»*. Научные положения и выводы диссертационной работы Артеменко Максима Николаевича *обоснованы и достоверны*.

### **Общая характеристика работы**

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы из 122 наименований и приложений. Работа изложена на 157 страницах основного текста.

**Во введении** обоснована актуальность темы диссертационной работы, показана степень ее разработанности, сформулированы основная идея работы, ее цели и задачи, определены основные положения, выносимые на защиту, показана новизна, теоретическая и практическая значимость полученных результатов.

**В первой главе** выполнен анализ современных тенденций, формирующих необходимость повышения эффективности эксплуатации строительных и дорожных машин, проведен анализ работ выполняемых дорожными катками при строительстве автомобильных дорог: установлена зависимость траектории движения СДМ от вида и назначения машины, технологии выполняемых работ; определен критерий эффективности, характеризующий маневренность роботизированного дорожного катка на основании требований, предъявляемых нормативно-технической документацией и правилами проведения работ для машин данного вида; представлены классификация, назначение, общее устройство существующих роботизированных систем управления; проведены анализ элементов систем управления роботизированных дорожных машин, их классификация, состав, назначение.

**Во второй главе** описаны общая методика исследования, методика теоретических исследований, методика экспериментальных исследований, применяемых в работе.

**В третьей главе** диссертации представлена математическая модель роботизированного дорожного катка, являющаяся совокупностью моделей, описывающих элементы подсистем, упорядоченно взаимодействующих между собой, при этом выходные данные одной модели являются входными для другой.

**В четвертой главе** представлены основные результаты теоретических исследований процесса движения роботизированного дорожного катка по уплотняемой поверхности, порядок проведения вычислительного экспе-

римента, установлены закономерности, связывающие характеристики траектории движения дорожного катка с конструктивными и эксплуатационными параметрами машины. Выделены основные параметры, характеризующие траекторию движения. исследовано влияние алгоритма работы СУ на интервал перестроения и траекторию движения машины. Установлена зависимость расстановки поворотных точек по времени и циклам срабатывания системы при перестроении на различные интервалы. Приведены результаты исследований на основании которых были получены зависимости параметров траектории дорожного катка от конструктивных и эксплуатационных параметров машины: базы машины, скорости движения, скорости поворота поворотного вальца, алгоритма движения. Получены функциональные зависимости дистанции перестроения и смещения поворотного вальца при перестроении, дистанции и интервала разворота, величины смещения поворотного вальца при развороте.

В пятой главе представлены основные результаты экспериментального исследования, произведена оценка адекватности математической модели сложной динамической системы «роботизированная система управления – строительная дорожная машина – рабочая среда», предложена методика выбора основных конструктивных и эксплуатационных параметров роботизированного дорожного катка.

*Характеристика диссертации в целом.* Структура диссертации имеет классический вид для работ по повышению эффективности работы транспортных и технологических машин в условиях строительства автомобильных дорог. Описание материала исследований Максима Николаевича изложено научно и технически грамотно. Это облегчает знакомство с работой и понимание сути проведенных исследований. Главы логично переходят друг в друга и заканчиваются выводами, что помогает восприятию работы как единого и законченного исследования. Графики и таблицы информативны. Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

### Замечания

1. И в автореферате и в диссертации отсутствует раздел «Личный вклад соискателя», что затрудняет оценку объёма работ, выполненной автором.

2. Автором заявлялось о разработке комплекса математических моделей, в том числе модели уплотняемого грунта. Вместе с тем зависимости изменения траектории движения катка от параметров уплотняемой среды ни в диссертации, ни в автореферате не приведены. Сама расчётная схема взаимодействия вальца со средой, приведённая на рисунках 7 автореферата и 3.1 и

3.5 диссертации приведена в двухмерном изложении, в котором возникновение каких-либо поперечных сил не предусмотрено.

3. Вызывает сомнение принятое автором допущение о возможности использования такого параметра как «база катка» для случая катка с тремя вальцами, когда под указанным параметром понимается расстояние между одинарным вальцом и средним расстоянием между двумя сдвоенными вальцами. Необходимо было как минимум доказать, что изменение расстояния между двумя сдвоенными вальцами при неизменном параметре «база катка» не оказывает влияние на его управляемость.

4. Так же из работы не ясно как на управляемость катка будут оказывать такие параметры как диаметр вальцов, масса катка, подводимая энергия вибрации, изменение положения центра масс (в том числе изменения величин нагрузки на каждый валец) и т.д.

5. Ссылка автора на СП 78.13330.2012 «Автомобильные дороги». Актуализированная редакция СНиП 3.06.03-85 (с Изменением N 1) Свод правил от 30.06.2012 N 78.13330.2012 в качестве источника требований к точности позиционирования катка является, на наш взгляд, некорректной, так как слова «каток», и «позиционирование» в тексте данного документа отсутствуют. Слово «точность» же встречается в контексте «точность дозировки вносимых в грунт компонентов» (п.9.1), «точности отметки продольного профиля» при работе асфальтоукладчиков и автогрейдеров (п.12.3.3 и 12.3.4), с «точность дозировки компонентов бетонной смеси» (п.14.6.4); «отклонений основных размеров при установке элементов обстановки дорог» (п.15.14-15.16)

6. В тексте имеются отдельные погрешности редакционного характера, не искажающие смысл изложенного материала (например, в подрисуночной подписи рисунка 4.6 имеются ссылки на то, что траектория движения переднего вальца обозначена цифрой 1, а заднего – цифрой 2. Вместе с тем, на рисунке данные обозначения отсутствуют, как отсутствуют они и на рисунках 8 и 9 автореферата).

Отмеченные замечания не влияют на главные теоретические и практические результаты диссертации и не ставят под сомнение значимость проведённых исследований.

### Публикации

Количество публикаций по теме диссертации в виде 8 печатных работ, в том числе 3 статьи в журналах, входящих в перечень ВАК, говорит о достаточной апробации основных положений диссертации. В публикациях Артеменко Максима Николаевича подробно раскрываются все части его диссертации.

### **Соответствие содержания диссертации и реферата**

Название диссертации соответствует её содержанию. Диссертация оформлена в соответствии с нормативными требованиями к диссертациям на соискание учёной степени доктора технических наук. Изложение материала ясное для понимания положений работы специалистами. По содержанию диссертация соответствует специальности 2.5.11 – «Наземные транспортно-технологические средства и комплексы».

Автореферат соответствует содержанию диссертационной работы и в достаточной мере отражает основные научные положения, выводы и рекомендации, научную и практическую значимость работы.

### **Соответствие содержания диссертационной работы паспорту специальности**

Диссертационная работа соответствует требованиям паспорта научной специальности ВАК 2.5.11. «Наземные транспортно-технологические средства и комплексы», п.5 «Математическое моделирование рабочих процессов транспортно-технологических средств, в том числе в их узлах, механизмах, системах и технологическом оборудовании при взаимодействии с опорной поверхностью и с рабочими средами (объектами)», п.6 «Оптимизация конструкций и синтез законов управления движением наземных транспортно-технологических средств и их комплексов, а также их отдельных функциональных узлов, механизмов и систем, направленные на улучшение экономичности, надежности, производительности, экологичности и эргономичности, технологической производительности, обеспечение энергоэффективности и безопасности».

### **7. Общее заключение**

Диссертация выполнена автором самостоятельно. Работа содержит новые научные результаты в области исследования, обеспечившие решение научной проблемы – повышение эффективности и качества выполнения строительных работ при строительстве автомобильных дорог за счёт повышения управляемости роботизированных дорожных катков.

Следует отметить, что текст работы имеет ясное изложение, хорошо поставленным, грамотным техническим русским языком, с использованием терминов, понятий и определений, принятых в нормативно-технической документации и научно-технической литературе.

Замечания, приведенные выше, носят преимущественно рекомендательный характер и ни в коей мере не снижают значимости представленной работы для науки, техники и производства.

На основании сказанного выше считаю, что диссертационная работа «Повышение маневренности роботизированного дорожного катка», а также

автореферат данной работы, соответствуют паспорту специальности 2.5.11. «Наземные транспортно-технологические средства и комплексы» и требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. N 842, а ее автор Артеменко Максим Николаевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.11. «Наземные транспортно-технологические средства и комплексы»

Официальный оппонент:

Молев Юрий Игоревич

доктор технических наук, доцент,

(05.22.10 – Эксплуатация автомобильного транспорта),

профессор кафедры «Строительные и дорожные машины»

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный

технический университет им. Р.Е. Алексеева»

603950, г. Нижний Новгород,

ул. Минина, 24.

т. 8-903-609 -20-16,

E-mail: [moleff@yandex.ru](mailto:moleff@yandex.ru)

Я, Молев Юрий Игоревич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку

«6» декабря 2023



(подпись)

Подпись д.т.н., профессора Ю.И. Молева заверяю

Ученый секретарь

ФГБОУ ВПО Нижегородский

Государственный технический университет

им. Р.Е. Алексеева

И.Н. Мерзляков

Согласовано в журнале  
29.12.2023

И.И. Артеменко