

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Гореловой Марии Витальевны

на тему «Автоматизация контроля управления подъемно-транспортными средствами при действии ненормируемых внешних факторов»
по специальности 2.5.2. Машиноведение (технические науки)
на соискание ученой степени кандидата технических наук

Актуальность избранной темы

Автором выявлено, что доля аварий, приходящихся на грузоподъемные краны от общего числа аварий, приходящихся на грузоподъемные средства, составляет 87%, из них 22% приходится на стреловые самоходные краны. Причем аварийность стреловых самоходных кранов от опрокидывания за последние 20 лет не снижается, несмотря на внедрение различных технических решений, применение усовершенствованных приборов безопасности, проведение расчетов крановых конструкций с использованием современных методов расчета на основе различных программных продуктов, которые основаны на нормативной документации. Анализ применения современных технических решений, показал, что существующие методы предотвращения потери устойчивости стреловых самоходных кранов связаны со смещением центра тяжести груза при его подъеме или опускании.

Решенная в диссертационной работе научно-техническая задача, состоящая в повышении безопасности стреловых самоходных кранов, при действии ненормируемых внешних воздействиях, является актуальной и пионерной.

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

Обоснованность и достоверность результатов и выводов диссертационной работы базируются на системном анализе и обобщении источников научно-технической, справочной и нормативной литературы,

относящихся к решению вопросов повышения безопасности стреловых самоходных кранов от опрокидывания при проведении погрузочно-разгрузочных работ, что позволило диссертанту корректно сформулировать цель и сформировать задачи исследования. Методы исследований, применяемые аспирантом, обоснованы и базируются на основных положениях академических дисциплин: высшей математике, теоретической механике, теории вероятностей и математической статистике.

Представленные в диссертации материалы с выводами прошли апробацию на различных международных и всероссийских научно-технических конференциях и были опубликованы в научных изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России по научной специальности 2.5.2. Машиноведение (технические науки).

**Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций,
сформулированных в диссертации**

Достоверность полученных результатов диссертационной работы подтверждена хорошей корреляционной сходимостью результатов теоретических и экспериментальных исследований с доверительной вероятностью 0,95 в соответствии с выбранными критериями, а также визуализацией разработанной автоматизированной системы безопасности работы кранов в условиях действия ненормируемых внешних факторов.

**Новизна научных положений, выводов и рекомендаций,
сформулированных в диссертации**

Научная новизна в диссертации Гореловой Марии Витальевны заключается в следующем.

1 Предложенная автором методология выявления и оценки ненормируемых внешних факторов позволила с доверительной вероятностью 0,95 установить значимость нормируемых и ненормируемых внешних факторов (несущая способность грунта, скорость ветра, атмосферное давление, влажность воздуха, время суток) на аварийность стреловых самоходных кранов.

2 Предложенные автором зависимость (2.39) на с. 66 является математической моделью, позволяющей определить моменты опрокидывания, возникающие в опорах крановой конструкции.

3 Исследование динамики стрелового самоходного крана с учетом изменения положения центра тяжести в проекции на горизонтальную плоскость (угла наклона стрелы в вертикальной плоскости), а также угла поворота в горизонтальной плоскости позволили автору установить, что величина полной энергии системы связана прямо пропорциональной зависимостью с изменением угла поворота в вертикальной и горизонтальной плоскостях и изменением положения центра тяжести стрелы.

4 Разработана система автоматизированного контроля и управления системой безопасности кранов от опрокидывания в условиях действия ненормируемых факторов, подтвержденная свидетельствами и предложены конструктивные решения, позволяющие автоматизировать процесс управления устойчивостью кранов, подтвержденные патентами на изобретение.

Теоретическая и практическая значимость работы

Созданная в диссертации Гореловой Марии Витальевны теоретическая и практическая значимости состоят:

- в создании методики моделирования перемещения уравнивания крановой конструкции при изменении центра тяжести, что способствует повышению безопасности при эксплуатации крановых конструкций, позволившая разработать устройства, реализуемые на стреловых самоходных кранах и подтвержденные патентами № 2772847 С1 от 26.05.2022, № 2794284 С1 от 14.04.2023;

- разработаны алгоритм и программа системы автоматизации контроля и управления системой безопасности кранов от опрокидывания при погрузочно-разгрузочных работах в условиях действия ненормируемых факторов (свидетельства № 2021663916 от 25.08.2021, № 2021663692 от 20.08.2021);

- предложенная методология выявления значимости ненормируемых внешних факторов и модель прогноза их появления позволяет ввести уточнение

при составлении приборов безопасности.

Результаты диссертационной работы Гореловой М.В. используются в учебном процессе ФГАОУ ВО «РУТ», а также приняты к использованию в ООО «БАЗИС ВИСТА», ООО «Строительное Управление – 9», ФГБУ «ЦНИИИ ИВ» Минобороны России.

Оценка содержания диссертации, её завершенность

Диссертация состоит из введения, четырех разделов, заключения с основными результатами и выводами, списка литературы из 73 наименований, 4-х приложений. Общий объем диссертации составляет 184 страниц, включая 47 рисунков, 14 таблиц.

Во введении раскрыта актуальность исследования, определены цель и задачи исследования, сформулирована научная новизна, указаны теоретическая и практическая значимость работы, рассмотрены методология и методы исследований, перечислены положения выносимые на защиту, обоснована степень достоверности полученных результатов, объем диссертации.

В первой главе проведены статистические исследования потери устойчивости грузоподъемных кранов (глубина исследования более 20 лет), проведен системный анализ нормируемых факторов, влияющих на опрокидывание стреловых самоходных кранов и существующих технических решений, предотвращающих их опрокидывание.

Предложенная автором методология определения ненормируемых факторов, влияющих на аварийность грузоподъемных кранов, и их оценка базируются на совокупности методик: экспертной оценки, статистическом методе и методе нейронных сетей, что позволяет учитывать влияние исследуемых факторов при составлении приборов безопасности пропорционально их значимости.

Во второй главе автором выполнено аналитическое исследование неустойчивой работы стреловых самоходных кранов при погрузочно-разгрузочных работах, проведены основные исследования кинематики и динамики движения стрелы крана при выполнении погрузочно-разгрузочных

работ. На основании проведенного анализа автор разработал и получил теоретические зависимости влияния кинематики и динамики движения стрелы крана на смещение его центра тяжести при выполнении погрузочно-разгрузочных работ, а также влияние на потерю устойчивости кранов. Реализация проведенных исследований автором подтверждена патентами, связанными с усовершенствованием конструкции.

Для регулирования усилия при проседании опор при работе на слабонесущих грунтах получена зависимость (2.39) в соответствии с которой, для снятия текущих значений усилий в опорах используются различные датчики, которые вне зависимости от типа крановых конструкций являются неотъемлемой частью приборов безопасности.

Третья глава посвящена системам безопасности современных крановых конструкций. Здесь автор провел анализ конструктивных особенностей и принципов работы современных приборов безопасности как стреловых самоходных кранов, так и грузоподъемной техники в целом. Это позволило установить, что существующие системы безопасности нуждаются в модификации, предложен способ и методика повышения устойчивости и безопасности крановых конструкций с возможностью контроля изменения центра тяжести, подтверждены свидетельствами о регистрации программ ЭВМ № 2021663916 от 25.08.2021, № 2021663692 от 20.08.2021.

В четвертой главе приведены варианты практического моделирования обеспечения устойчивости стреловых самоходных кранов, а именно разработаны:

- устройство обеспечения устойчивости стрелового самоходного крана;
- программа логического контроллера обеспечения безопасности работы кранов;
- программы функциональных блоков;
- визуализация моделирования перемещения уравнивающего механизма в случае изменения центра тяжести.

В заключении приведены основные выводы и рекомендации, сделанные на основании проведенных исследований.

В приложении представлены патенты на изобретения разработанные автором, акты практической реализации проведенных исследований.

Диссертация Гореловой Марии Витальевны является завершенной научно-квалификационной работой.

Замечания по работе

По диссертационной работе Гореловой Марии Витальевны имеются следующие замечания.

- 1 В диссертационной работе автором подробно описаны предложения по выбору типов датчиков, а также их расположения на элементах устройства. Однако не приведена уточненная схема установки датчиков, которая будет зависеть от конструкционных особенностей разрабатываемого устройства.
- 2 Система уравнений 2.4 на стр. 52 вероятно представлена не в окончательном виде, а поэтому нуждается в уточнении.
- 3 Из текста автореферата и диссертации не совсем понятно, каким образом исследования сделанные автором во второй главе связаны с практической реализацией результатов работы подтверждённых патентами.
- 4 На стр.85 при анализе приборов безопасности не очень корректным является заключение « существующие системы безопасности воздействуют на исполнительные органы, предотвращая возникновение аварий, либо при явном перегрузе, либо при возникновении препятствий на площади выполнения работ» .
- 5 Требуется уточнения для каких конструктивных параметров ССК методика автора по оценке влияния ненормируемых внешних факторов может быть применена, а для каких нет?
- 6 В тексте диссертации имеют место отдельные стилистические и орфографические опечатки.

Сделанные замечания не снижают общей положительной оценки диссертационной работы Гореловой Марии Витальевны, которая выполнена на актуальную тему на высоком научно-техническом уровне.

Соответствие автореферата основному содержанию диссертации

Автореферат полностью и корректно отражает содержание диссертации в кратком изложении.

Соответствие диссертации и автореферата требованиям

ГОСТ Р 7.0.11-2011

Диссертация и автореферат соответствуют требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011, содержат необходимую структуру и корректно оформленный список использованных источников.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным

«Положение о присуждении ученых степеней» по пунктам 10, 11 и 14

Диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством и содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, рекомендации по использованию научных выводов, имеет практическое применение, а также свидетельствует о личном вкладе автора в науку, что соответствует п. 10 «Положения о присуждении ученых степеней».

В соответствии с п. 11 «Положения о присуждении ученых степеней» основные научные результаты диссертации опубликованы в рецензируемых научных изданиях.

В рассматриваемой диссертации имеются ссылки на авторов и источники заимствованных материалов, что соответствует требованиям п. 14 «Положения о присуждении ученых степеней».

Диссертация Гореловой Марии Витальевны на соискание ученой степени кандидата технических наук является научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения и разработки для повышения безопасности эксплуатации стреловых самоходных кранов при выполнении погрузочно-разгрузочных работ, имеющие

существенное значение для развития страны, что соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.2. Машиноведение.

Официальный оппонент:

Доценко Анатолий Иванович,
доктор технических наук,
05.13.06 – Автоматизация и
управление технологическими
процессами и производствами
(строительство), профессор
125319, г. Москва, Ленинградский проспект, 64,
+7 (499) 155-07-97,
dotsenko_ant@mail.ru,
профессор кафедры «Дорожно-строительные машины»
федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Московский автомобильно-дорожный
государственный технический университет (МАДИ)»

24__ .01.2024 г.

 А.И. Доценко

Я, Доценко Анатолий Иванович, даю согласие на включение своих персональных данных, содержащихся в настоящем отзыве, в документы, связанные с защитой диссертации Гореловой Марией Витальевной и их дальнейшую обработку.

24__ .01.2024 г.

 А.И. Доценко



Подпись  удостоверяю
документовед о/к 



ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Гореловой Марии Витальевны

на тему «Автоматизация контроля управления подъемно-транспортными средствами при действии ненормируемых внешних факторов»
по специальности 2.5.2. Машиноведение (технические науки)
на соискание ученой степени кандидата технических наук

1. Общая характеристика работы и соответствие темы диссертации паспорту научной специальности

Диссертация выполнена на кафедре «Наземные транспортно-технологические средства» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет транспорта». Диссертация состоит из введения, четырех разделов, заключения с основными результатами и выводами, списка литературы из 73 наименования, 4-х приложений. Общий объем диссертации составляет 184 страниц, включая 47 рисунков, 14 таблиц.

По теме диссертации опубликовано 12 печатных работ, из них 4 - в изданиях, входящих в перечень рецензируемых изданий ВАК Минобрнауки РФ, 2 патента на изобретения и 2 свидетельства о государственной регистрации программы ЭВМ в Реестре программ для ЭВМ. Все опубликованные работы по содержанию соответствуют теме и отражают основное содержание диссертации.

Аннотация в достаточном объеме отражает содержание диссертации и позволяет ознакомиться с основными научными и практическими результатами, полученными автором, а также с выводами и рекомендациями, вытекающими из проведенного исследования. Объект исследования, полученные научные и практические результаты диссертации соответствуют паспорту научной специальности 2.5.2. Машиноведение (технические науки).

2. Актуальность работы.

Выполненный автором диссертации анализ аварий грузоподъемных кранов за 2008-2020 годы по данным Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору показал, что в среднем по стране аварийность за этот период существенно не снижается, несмотря на внедрение новых технических средств, предназначенных контролировать устойчивость и предотвращать опрокидывание стреловых самоходных кранов. Это обстоятельство подтверждает необходимость поиска новых подходов к исследованию причин аварий стреловых самоходных, башенных и других свободно стоящих кранов.

Автор справедливо, в качестве такого нового подхода, обозначает одной из главных задач исследования анализ влияния не предусмотренных нормативными документами факторов на безопасность выполнения подъёмно-транспортных работ стреловыми самоходными кранами.

3. Обоснованность и достоверность результатов исследований.

Достоверность результатов исследований подтверждается:

- использованием **фактических** данных Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору, а также сведений по обстоятельствам аварий из других надёжных источников (приведенных в диссертации), содержащих информацию о состоянии грунта, о погодных условиях, времени суток, времени года и других факторах, которые далее рассматриваются в контексте исследования;
- применением различных (частично дублирующих друг друга) методов анализа ненормируемых факторов, как возможных причин аварий, таких как: статистические методы и метод с использованием нейронных сетей;
- численным моделированием предлагаемых технических решений по автоматизации контроля управления подъёмно-транспортными средствами.

Результаты исследования получены обработкой большого количества фактической информации по теме диссертации. Диссертантом использовались

при исследовании известные методы математики, теоретической механики, теории нейронных сетей.

Представленные в диссертации материалы прошли апробацию на шести международных и всероссийских научно-технических, научно-практических конференциях и форумах, были опубликованы в научных изданиях, рекомендованных ВАК по научной специальности 2.5.2. Машиноведение (технические науки).

4. Научная и практическая значимость работы

Научная новизна и научная значимость результатов исследования, выполненного диссертантом Гореловой М.В. заключаются в следующем:

- установлена и обоснована связь ненормируемых внешних факторов с авариями стреловых самоходных кранов;
- разработана методология определения и оценки влияния ненормируемых внешних факторов, на аварийность стреловых самоходных кранов;
- разработана новая математическая модель статической устойчивости стрелового самоходного крана, учитывающая изменение центра масс системы «кран-груз» при выполнении погрузочно-разгрузочных работ.

В диссертации представлены следующие, реализованные автором, практические применения результатов исследования.

1. Предложены методы оценки влияния ненормируемых внешних факторов на безопасность эксплуатации стреловых самоходных кранов с использованием программы Excel или программы на языке Python.
2. Предложены конструктивные решения (патенты № 2772847 от 26.05.2022, № 2794284 от 14.04.2023) повышения устойчивости стрелового самоходного крана за счет смещения центра масс системы «кран-груз», при функционировании крана.
3. Предложена мехатронная система автоматизации контроля управления работой стреловых самоходных кранов, учитывающая действие

некоторых внешних ненормируемых факторов и позволяющая реализовать систему безопасности, предупреждающую опрокидывание крана при производстве работ,

4. Разработана программа на языке программирования *Pascal* и блок-схема алгоритма расчета необходимого смещения центра масс системы «кран-груз» (свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2021663916 от 25.08.2021, № 2021663692 от 20.08.2021) для реализации мехатронной системы автоматизации контроля управления.

Также в качестве практического результата исследования следует отметить вывод автора диссертации о необходимости контроля фактической нагрузки на выносные опоры (аутригеры) в процессе работы крана и сравнения их с расчётными значениями, для предупреждения опрокидывания крана.

Практическое значение диссертационной работы Гореловой М.В. подтверждается актами организаций ООО «БАЗИС ВИСТА», ООО «Строительное Управление – 9», ФГБУ «ЦНИИИ ИВ» Минобороны России.

5. Оценка содержания диссертации, ее завершенности

Объем и содержание диссертации соответствуют требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям (технические науки).

Во **введении** раскрыта актуальность исследования, определены цель и задачи исследования, сформулирована научная новизна, указаны теоретическая и практическая значимость работы, рассмотрены методология и методы исследований, перечислены положения выносимые на защиту, обоснована степень достоверности полученных результатов.

В **первой** главе проведен анализ аварий с участием стреловых самоходных кранов за период с 2006 по 2021 годы. Собраны сведения о погодных и других условиях, при которых произошли аварии и которые не отражаются в статистических сведениях Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору. Проведен анализ различными математическими методами степени влияния различных

факторов на возможность возникновения аварийной ситуации. Эта часть исследования является одной из важнейших в диссертации. Для стреловых самоходных кранов система «окружающая технологическая среда – кран – груз», в зависимости от условий, работы может представлять более или менее организованную систему. Автор диссертации справедливо выбрала для анализа аварий стреловых самоходных кранов методы применимые для плохо организованных систем.

Также в главе рассмотрены некоторые технические решения по обеспечению устойчивости кранов и известные исследования в этой области.

В этой главе автором диссертации впервые предложена, применительно к рассматриваемой проблеме, методология выявления и оценки значимости действия ненормируемых внешних факторов.

Во **второй** главе проведен анализ существующих теоретических положений по учёту влияния нормируемых факторов при расчетах кранов на устойчивость. Приведена, разработанная автором диссертации, новая математическая модель статической устойчивости стрелового самоходного крана, учитывающая изменение центра масс системы «кран-груз» при выполнении погрузочно-разгрузочных работ. Предложен способ корректировки положения центра масс крана для повышения устойчивости крана при различных пространственных положениях стрелы.

В **третьей** главе приведены сведения о существующих системах безопасности грузоподъемных кранов, а также классификации приборов безопасности в зависимости от их функционального назначения.

В **четвертой** главе рассматривается возможность дополнения существующего оборудования датчиками ненормируемых факторов. Предложена практическая реализация разработанных решений по обеспечению устойчивости стреловых самоходных кранов. В частности:

- описано запатентованное конструктивное усовершенствование крана для обеспечения его устойчивости машин;
- приведен алгоритм программы ЭВМ для определения необходимого изменения центра тяжести при проведении погрузочно-разгрузочных работ;

- изложена программа для программируемого логического контроллера, позволяющая автоматизировать контроль управления подъемно-транспортными средствами при действии ненормируемых внешних факторов.

В **заключении** сформулированы выводы по диссертации в целом.

В приложениях представлены собранные и обработанные автором диссертации статистические сведения о ненормируемых факторах сопутствующих авариям, результаты патентного поиска, листинг программы, свидетельства на патенты на изобретения разработанные автором, акты практической реализации проведенных исследований.

Диссертация Гореловой Марии Витальевны является завершенной научно-квалификационной работой.

6. Замечания по работе

По диссертационной работе Гореловой Марии Витальевны имеются следующие замечания.

1. Приведены некорректные единицы измерения физических величин (табл. 1.2, табл. 1.4).
2. Применяются различные термины для обозначения одних и тех же объектов, причём некоторые термины не соответствуют стандартам, относящимся к объектам исследования («тросы» и «канаты»).
3. Необоснованно применяются иностранные термины («grading» вместо «классификация»).
4. На графических схемах, иллюстрирующих аналитические расчёты, не указывается, с чем связаны системы координат (рис.2.1, рис.2.2, рис.2.7).
5. На стр.48 утверждается, что «внешние силы, действующие на ходовое и стреловое оборудование крана, являются эквивалентными составляющими», но не раскрывается по какому условию они являются эквивалентными.

6. На стр. 56 говорится о типе местности: «с препятствиями», но непонятно какие препятствия имеются в виду, с точки зрения действия ненормируемых внешних факторов.
7. Заголовок таблицы 3.2 не соответствует её содержанию. В таблице приведены функции и принцип действия элементов крановых систем безопасности, но нет «сравнения».
8. Непонятна логика приложения Б. Например, почему в неё попали патенты на «Универсальное грузоподъемное средство» и «Способ контроля скорости в системе автоматизации для подъемно-транспортной (шахтной) установки»?

7. Соответствие диссертации и автореферата требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011

Диссертация и автореферат соответствуют требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011, содержат необходимую структуру и корректно оформленный список использованных источников.

8. Заключение по диссертации

Диссертация написана автором самостоятельно и обладает внутренней целостностью, а также содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, рекомендации по использованию научных выводов и положений, имеет практическое применение, а также свидетельствует о личном вкладе автора в науку. В соответствии с п. 11 «Положения о присуждении ученых степеней» основные научные результаты диссертации представлены в рецензируемых научных изданиях.

В рассматриваемой диссертации выполнены ссылки на труды авторов и источники заимствованных материалов, что соответствует требованиям п. 14 «Положения о присуждении ученых степеней».


Диссертация Гореловой Марии Витальевны на соискание ученой степени кандидата технических наук является завершенной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные

технические решения и разработки, позволяющие повысить безопасность эксплуатации стреловых самоходных кранов, имеющие существенное значение для развития страны. Диссертация полностью соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.5.2. Машиноведение.

Официальный оппонент:

Ромашко Александр Мефодиевич,
кандидат технических наук,
05.05.05 – Подъемно-транспортные машины, доцент
105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, с. 1,
+7 (903) 545-81-41, romash.am@mail.ru,
доцент кафедры «РК-4» Подъемно-транспортные системы
федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский
университет)»

15.01.2024 г.

 А.М. Ромашко

Я Ромашко Александр Мефодиевич, даю согласие на включение своих персональных данных, содержащихся в настоящем отзыве, в документы, связанные с защитой диссертации Гореловой Марии Витальевны, и их дальнейшую обработку.

15.01.2024 г.

 А.М. Ромашко

