

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.223.02,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК**

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 16.12.2021 №36

О присуждении Потахову Денису Александровичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Методы анализа состояния элементов опорного контура и устойчивости грузоподъемных кранов в процессе ненормируемого динамического нагружения» по специальности 05.05.04 – Дорожные, строительные и подъемно-транспортные машины принята к защите 12.10.2021 года (протокол заседания № 28), диссертационным советом Д 212.223.02, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 190005 г. Санкт-Петербург, ул. 2-я Красноармейская, д. 4, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 9 ноября 2012 года № 717-нк, приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 25 мая 2016 года № 590-нк, приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 декабря 2017 года № 1246-нк, приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 30.01.2019 года № 37-нк, приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 27.01.2020 года № 35/нк, приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 16.06.2021 года № 590/нк.

Соискатель Потахов Денис Александрович, «16» декабря 1993 года рождения.

В 2017 году соискатель окончил ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» по специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства». В 2021 году окончил ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», освоив программу подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению подготовки 15.06.01 «Машиностроение» по направленности «Дорожные, строительные и подъемно-транспортные машины» (очная форма обучения).

Работает в должности ведущего специалиста управления главного технолога в АО «Петербургский тракторный завод».

Диссертация выполнена на кафедре «Наземные транспортно – технологические комплексы» ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» Федерального агентства железнодорожного транспорта.

Научный руководитель – кандидат технических наук, Ватулин Ян Семенович, ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», кафедра «Наземные транспортно – технологические комплексы», доцент.

Официальные оппоненты:

Емельянова Галина Александровна, доктор технических наук, доцент, ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта (МИИТ)» г. Москва, кафедра «Мосты и тоннели», профессор;

Грачев Алексей Андреевич, кандидат технических наук, ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», Высшая школа транспорта, доцент;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет», город Тула, в своем положительном отзыве, подписанном Анцевым Виталием Юрьевичем (доктор технических наук, профессор,

кафедра «Подъемно-транспортные машины и оборудование», заведующий), указала, что представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук работа по своему содержанию соответствует паспорту научной специальности 05.05.04 – Дорожные, строительные и подъемно-транспортные машины и является законченной научно-квалификационной работой, выполненной автором самостоятельно на достаточном научном уровне. Диссертационное исследование выполнено на актуальную тему, и соответствует требованиям п. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук. Вопросы, решенные в диссертационной работе, имеют существенное значение для решения важных задач в области повышения безопасности выполнения погрузочно-разгрузочных работ грузоподъемными машинами. Диссертация отвечает требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, а ее автор Потахов Денис Александрович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.05.04 – Дорожные, строительные и подъемно-транспортные машины.

Соискатель имеет 29 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 29 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 12 работ.

Научные статьи, опубликованные в ведущих рецензируемых научных изданиях, перечень которых размещен на официальном сайте Высшей аттестационной комиссии и приравненные к ним:

1. Ватулин, Я. С. Безопасное применение мобильных подъёмников с рабочими платформами на основе результатов натуральных и виртуальных экспериментов / Я. С. Ватулин, С. К. Коровин, М. С. Коровина, С. В. Орлов, Д. А. Потахов, Е. А. Потахов // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2016. – Т. 13. № 2 (47). – С. 255 – 268. (авторский вклад 17 %).
2. Ватулин, Я. С. Моделирование потери устойчивости свободно стоящих стреловых самоходных кранов / Я. С. Ватулин, Д. А. Потахов, Е. А.

Потахов // Вестник Института проблем естественных монополий: Техника железных дорог. – 2016. – №4 (36). – С. 60 – 66. (авторский вклад 33 %).

3. Ватулин, Я. С. Численное моделирование предельных состояний стреловых самоходных кранов / Я. С. Ватулин, Д. А. Потахов, Е. А. Потахов // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2018. – № 4 (697). – С. 19 – 27. (авторский вклад 33 %).

4. Потахов, Д. А. Численный расчет утечек рабочей жидкости через радиальный зазор сопряженных элементов гидроцилиндра вывешивания грузоподъемного крана / Д. А. Потахов, Я. С. Ватулин // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. – 2019. – Т. 16. № 1 (65). – С. 18 – 30. (авторский вклад 50 %).

5. Ватулин, Я. С. Моделирование взаимодействия элементов опорного контура железнодорожного грузоподъемного крана с грунтовой опорной поверхностью / Я. С. Ватулин, Д. А. Потахов // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2019. – Т. 16. № 1 (58). – С. 59 – 67. (авторский вклад 50 %).

6. Потахов, Д. А. Взаимодействие железнодорожного крана с опорной поверхностью участка железнодорожного пути / Д. А. Потахов // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). – 2019. – № 2 (57). – С. 43 – 50. (авторский вклад 100 %).

7. Потахов, Д. А. Определение напряженно-деформированного состояния силового гидроцилиндра в режиме динамическом нагружения / Д. А. Потахов // Известия Уральского государственного горного университета. – 2019. – №3 (55). – С. 104 – 110. (авторский вклад 100 %).

8. Потахов, Д. А. Влияние зазоров сопряженных элементов на напряженно-деформированное состояние гидроцилиндра вывешивания / Д. А. Потахов // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. – 2020. – Т. 17. № 1 (71). – С. 44 – 56. (авторский вклад 100 %).

9. Ватулин, Я. С. Контроль и управление устойчивостью стрелового самоходного крана в режиме динамического нагружения / Я. С. Ватулин, Д. А. Потахов // Вестник машиностроения. – 2020. № 4. – С. 31 – 36. (авторский вклад 50 %).

10. Потахов, Д. А. Динамика работы грузоподъемного железнодорожного крана в условиях нарушения опорного контура / Д. А. Потахов // Научно-технический вестник Брянского государственного университета. – 2020. – №3. – С. 426 – 433. (авторский вклад 50 %).

11. Потахов, Д. А. Численный анализ нестационарного сопряженного теплообмена силового гидроцилиндра при возвратно-поступательном движении / Д. А. Потахов // Строительные и дорожные машины. – 2021. – №4. – С. 21 – 32. (авторский вклад 100 %).

12. Потахов, Д. А. Система стабилизации платформы железнодорожного грузоподъемного крана / Д. А. Потахов // Вестник ВНИИЖТ. – 2021. – Т. 80. №3. – С. 160 – 167. (авторский вклад 100 %).

Публикации в изданиях, входящих в международные реферативные базы данных и системы цитирования (Scopus и Web of Science):

13. Vatulin, Y. S. Stability Control of a Self-Propelled Crane in Dynamic Loading / Y. S. Vatulin, D. A. Potakhov // Russian Engineering Research. – 2020. – Vol. 40, No. 7. – P. 545 – 550. (авторский вклад 50 %).

Публикации в других рецензируемых изданиях:

14. Ватулин, Я. С. Обеспечение безопасного выполнения путевых работ с использованием железнодорожного крана ЕДК 500/1 / Я. С. Ватулин, С. Н. Чуян, Д. А. Потахов, Е. А. Потахов // Инновационный транспорт. – 2017. – №1 (23). – С. 48 – 54. (авторский вклад 25 %).

Публикации в сборниках материалов конференций:

15. Шкроба, С. П. Новый взгляд на метод наименьших квадратов / С. П. Шкроба, Д. А. Потахов, Е. А. Потахов // Транспорт: проблемы, идеи, перспективы: сборник трудов LXXIV Всероссийской научно-технической

конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – СПб.: ФГБОУ ВО ПГУПС, 2014. С.346 – 352. (авторский вклад 33 %).

16. Мигров, А. А. Исследование надежности поршневого дизель-молота в системе Matlab/Simulink / А. А. Мигров, Д. А. Потахов, Е. А. Потахов // Системы автоматизированного проектирования на транспорте: сборник материалов VI Междунар. науч. – практич. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. – СПб.: ФГБОУ ВПО ПГУПС, 2015. – С.91 – 96. (авторский вклад 33 %).

17. Ватулин, Я. С. Моделирование динамики грузоподъемных машин / Я. С. Ватулин, Д. А. Потахов, Е. А. Потахов // Транспорт: проблемы, идеи, перспективы: сборник трудов LXXVI Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – СПб.: ФГБОУ ВО ПГУПС, 2016. С. 273 – 277. (авторский вклад 33 %).

18. Потахов, Д. А. Влияние просадок на режим нагружения железнодорожного крана / Д. А. Потахов, Я. С. Ватулин // Системы автоматизированного проектирования на транспорте: материалы VII международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – СПб.: ФГБОУ ВО ПГУПС, 2017. С. 171 – 174. (авторский вклад 50 %).

19. Ватулин, Я. С. Моделирование предельного состояния железнодорожного крана при потере грузовой устойчивости / Я. С. Ватулин, Д. А. Потахов // Локомотивы. Транспортно-технологические комплексы. XXI век: материалы V Международной научно-технической конференции, посвященной 180-летию железных дорог России. – СПб.: ФГБОУ ВО ПГУПС, 2017. С. 413 – 416. (авторский вклад 50 %).

20. Потахов, Д. А. Моделирование потери устойчивости железнодорожного крана / Д. А. Потахов, Я. С. Ватулин // Тезисы. IX Международный симпозиум «Прорывные технологии электрического транспорта Eltrans'2017». – СПб.: ФГБОУ ВО ПГУПС, 2017. С. 64 – 65. (авторский вклад 50 %).

21. Потахов, Д. А. Нагружение опорного контура стреловых самоходных кранов в процессе вращения стрелового оборудования / Д. А. Потахов, Я. С. Ватулин // Транспорт: проблемы, идеи, перспективы Сборник трудов LXXVIII Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – СПб.: ФГБОУ ВО ПГУПС, 2018. С. 81 – 84. (авторский вклад 50 %).

22. Потахов, Д. А. Особенности режима нагружения опорного контура грузоподъемных кранов в условиях опирания на бровку железнодорожного пути / Д. А. Потахов, Я. С. Ватулин // Тезисы. Национальная конференция «Перспективы будущего в образовательном процессе». – СПб.: ФГБОУ ВО ПГУПС, 2018. С. 163 – 165. (авторский вклад 50 %).

23. Потахов, Д. А. Повышение безопасности опорных контуров стреловых самоходных кранов / Д. А. Потахов, Я. С. Ватулин // Е. Я. Красковский: организатор, учитель, ректор: сб. трудов международной научно-практической конференции / под общей ред. А. Ю. Панычева, П. К. Рыбина – СПб.: ФГБОУ ВО ПГУПС, 2018. С. 52 – 56. (авторский вклад 50 %).

24. Потахов, Д. А. Влияние герметичности узлов уплотнения на продольную жесткость силового гидроцилиндра / Д. А. Потахов, Я. С. Ватулин // Тезисы. Национальная конференция «Перспективы будущего в образовательном процессе». – СПб.: ФГБОУ ВО ПГУПС, 2020. С.139 – 142. (авторский вклад 50 %).

25. Потахов, Д. А. Фазовый портрет реакций выносных опор железнодорожного крана / Д. А. Потахов, Я. С. Ватулин, М. Н. Козлов // Системы автоматизированного проектирования на транспорте: тезисы докладов VIII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых / Под ред. Я. С. Ватулина. – СПб.: ФГБОУ ВО ПГУПС, 2020. С.120 – 123. (авторский вклад 33 %).

26. Потахов, Д. А. Анализ динамического нагружения силового гидроцилиндра / Д. А. Потахов, Я. С. Ватулин // Транспорт: проблемы, идеи, перспективы Сборник трудов LXXX Всероссийской научно-технической

конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – СПб.: ФГБОУ ВО ПГУПС, 2020. С.50 – 54. (авторский вклад 50 %).

27. Потахов, Д. А. Формирование карты распределения напряжений металлоконструкции грузоподъемного крана / Д. А. Потахов // Локомотивы. Электрический транспорт – XXI век: материалы VII Международной научно-технической конференции, Санкт-Петербург, 10–12 ноября 2020 г. – СПб.: ФГБОУ ВО ПГУПС, 2020. С. 22 – 26. (авторский вклад 100 %).

Патенты:

28. Пат. №2700312 Российская Федерация, МПК В66С 23/88. Способ повышения безопасности и система безопасности стрелового грузоподъемного крана / Ватулин Я. С., Потахов Е. А., Потахов Д. А.; заявитель и патентообладатель Петербургский гос. ун-т путей сообщения Императора Александра I. – №2018129511; заявл. 13.08.2018; опубл. 16.09.2019. (авторский вклад 33 %).

Свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ:

29. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2018616841. Программа контроля и управления грузовой и собственной устойчивостью транспортного средства / Ватулин Я. С., Ватулина Е. Я., Поляков Б. О., Потахов Д. А., Потахов Е. А. – Заявка №2018614084 от 25.04.2018; дата государственной регистрации 07.06.2018. (авторский вклад 20 %).

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. ФГБОУ ВО «Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет», профессор кафедры «Эксплуатация и сервис транспортно-технологических машин и комплексов в строительстве», доктор технических наук по специальности 05.05.04 – Дорожные, строительные и подъемно-транспортные машины, профессор **Кузнецова Виктория Николаевна**.

Отзыв положительный, имеется замечание:

- Не указано, какие допущения приняты автором диссертации при моделировании и расчете параметров работы железнодорожного крана на кривых участках пути.

2. ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет», республика Татарстан, г. Казань, заведующий кафедрой «Дорожно-строительные машины», член-корреспондент Академии наук Республики Татарстан, доктор технических наук по специальности 05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства, профессор **Сахапов Рустем Лукманович**.

Отзыв положительный, имеется замечание:

- При проведении экспериментальных исследований не указаны характеристики автомобильного крана, на котором проводились исследования.

3. ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный университет», профессор кафедры «Транспортно-технологические системы в строительстве и горном деле», доктор технических наук по специальности 05.05.04 – Дорожные, строительные и подъемно-транспортные машины, **Шемякин Станислав Аркадьевич**.

Отзыв положительный, замечаний нет.

4. ФГБОУ ВО «Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ)», и.о. заведующего кафедрой «Подъемно-транспортные машины, механика и гидропривод», доктор технических наук по специальности 05.05.04 – Дорожные, строительные и подъемно-транспортные машины, профессор **Галдин Николай Семенович**.

Отзыв положительный, имеется замечание:

- Не представлены результаты расчетов экономической эффективности внедрения системы, предлагаемой автором.

5. ООО «КБ 2.0», г. Санкт-Петербург, ведущий инженер, кандидат технических наук по специальности 01.02.06 – Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры, **Алямовский Андрей Александрович**.

Отзыв положительный, имеются замечания:

- Хотелось бы увидеть сравнение результатов, полученных использованием коммерческой программы SolidWorks Motion и оригинальных динамических моделей.

- При анализе напряжённо-деформированного состояния элементов конструкции посредством динамической модели желательно выделить вклад собственно динамических (инерционных) факторов. Это пожелание обусловлено тем, что статический анализ является наиболее распространённым в практике инженера-конструктора и в ряде случаев можно состояние системы в движении заменить совокупностью статических расчётных моделей.

- Экспериментальная проверка динамической модели выполнялась для фиксированной скорости вращения стрелы. Из приведённых временных зависимостей для реакций опор невозможно установить способ реализации переходных режимов (ускорения и остановки). Также интересно было бы расширить испытания через анализ других скоростей поворота стрелы. Это позволило бы отделить факторы, обусловленные динамикой системы, относительно статических (обусловленных геометрией системы).

- В качестве пожелания к продолжению работы хотелось бы видеть выделение и конспективное изложение результатов, которые могут быть использованы для разработки нормативных документов, регламентирующих эксплуатацию кранов на железнодорожном ходу.

6. ФГБОУ ВО «Братский государственный университет», профессор кафедры «Подъемно-транспортные, строительные и дорожные машины и оборудование», доктор технических наук по специальности 05.05.04 – Дорожные, строительные и подъёмно-транспортные машины, профессор **Мамаев Леонид Алексеевич**.

Отзыв положительный, имеются замечания:

- Плохая читаемость некоторых графических зависимостей и рисунков диссертации.

- В автореферате не указана степень адекватности модели с проведенным натурным экспериментом, каким образом выполнялся сравнительный анализ значений?

- Неясно, проводился ли эксперимент при несоосном нагружении гидроцилиндра?

7. ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», заведующий кафедрой строительных и дорожных машин и оборудования, доктор технических наук по специальности 05.05.06 – Горные машины, профессор **Кондратьев Александр Владимирович**.

Отзыв положительный, имеются замечания:

- При рассмотрении модели взаимодействия опор с грунтовым основанием следует пояснить, какие допущения были приняты при разработке математической модели.

- Для большей достоверности математических моделей необходимо было бы провести экспериментальные исследования на железнодорожных кранах, условия эксплуатации которых существенно отличаются от машин на пневмоколесном ходу.

8. ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта», профессор кафедры «Наземные транспортно-технологические средства», доктор технических наук по специальности 20.02.14 – Вооружение и военная техника. Комплексы и системы военного назначения, профессор **Сладкова Любовь Александровна**.

Отзыв положительный, имеются замечания:

- В цели диссертационного исследования не отражены виды ходового оборудования грузоподъемных машин, для которых применимы результаты проводимых автором исследований.

- Из материалов автореферата не ясно каким образом автор проводил сопоставление экспериментальных исследований для крана на пневмоколесном ходу (с.13, рис. 5), с результатами, которые должны соответствовать работе крана на железнодорожном ходу, а именно «установить закономерности формирования и влияния нагрузок на

гидроцилиндры аутригеров в опорном контуре грузоподъемного крана с учетом деформируемости элементов конструкции, свойств грунта, шпальной выкладки и инерционных нагрузок».

9. ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева», профессор кафедры «Строительные и дорожные машины», доктор технических наук **Молев Юрий Игоревич**.

Отзыв положительный, имеются замечания:

- В работе речь фактически идет о совершенствовании методик анализа технического состояния элементов конструкции грузоподъемных кранов, представляющих собой комбинации аналитических, численных и экспериментальных методов. Сами используемые методы (например, МКЭ) не претерпевают изменений, а используются в ныне существующих вариантах.

- Несмотря на то что полученные результаты и разработанные математические модели могут распространены на различные типы колесных дорожных, строительных и подъемно-транспортных машин, их адаптация к ним потребует большего объема специфических экспериментальных и теоретических исследований. В представленном виде они видятся недостаточными.

- Не вполне ясна аппаратно – техническая реализация ANFIS на реальных грузоподъемных машинах.

10. ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет», профессор кафедры горных машин и комплексов, доктор технических наук, профессор **Комиссаров Анатолий Павлович**.

Отзыв положительный, имеется замечание:

- В работе выполнен анализ вариантов установки грузоподъемного крана на кривых участках пути (с.14). В автореферате не приведены результаты анализа.

11. ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный университет путей сообщения», заведующий кафедрой «Транспортно-технологические

комплексы», кандидат технических наук, доцент **Гамоля Юрий Александрович**.

Отзыв положительный, имеются замечания:

- Необходимо было увеличить размер рисунка 2.50 для лучшего восприятия данных.

- В автореферате стоило бы увеличить объем текста, посвященного исследованию условий нагружения железнодорожного крана при работе в кривых участках пути.

12. ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет имени академика М.Ф. Решетнёва» (СибГУ), профессор кафедры «Основы конструирования машин», Заслуженный Изобретатель РФ, доктор технических наук по специальности 05.02.02 – Машиноведение, системы приводов и детали машин, профессор **Ереско Сергей Павлович**.

Отзыв положительный, имеется замечание:

- В разделе, посвященном анализу аварийности грузоподъемных кранов, не приводятся данные падения или схода крана с железнодорожных путей, что встречается в практике эксплуатации.

13. ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет», профессор кафедры «Механика и сопротивление материалов», доктор технических наук по специальности 25.00.13 – Обогащение полезных ископаемых, профессор **Лапшин Владимир Леонардович**.

Отзыв положительный, имеется замечание:

- В изложенном материале автореферата не приводится оценка точности, достоверности работы разработанной и предложенной системы управления и анализа текущего состояния грузоподъемной машины.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их известностью в научной и образовательной средах, в исследуемой предметной области, а также способностью определить научную и практическую ценность диссертации, спецификой и актуальностью их основных научных работ.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана новая пространственная динамическая модель, включающая численную модель грузоподъемного крана, реологическую модель грунта и модель шпальной выкладки, отражающая физическую картину деформирования системы «грузоподъемный кран – шпальная выкладка – грунт» и учитывающая влияние шпальной выкладки, структуры грунта (пластических и упругих свойств) и действия инерционных нагрузок на элементы опорного контура грузоподъемной машины; новая математическая модель, адекватно описывающая процесс балансирования грузоподъемной машины на диагонально расположенных выносных опорах при вращении поворотной части крана с грузом и неравномерном внедрении опорных элементов в грунт;

предложена оригинальная научная концепция математического моделирования работы грузоподъемного крана, находящегося в динамическом режиме нагружения.

доказана перспективность применения в науке и практике эксплуатации грузоподъемных кранов нового подхода к анализу устойчивости грузоподъемных машин, прочности и работоспособности их конструктивных элементов.

введено новое понятие балансирования грузоподъемной машины на диагонально расположенных выносных опорах при вращении поворотной части крана с грузом.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны положения, заключающиеся в совершенствовании методов анализа устойчивости грузоподъемных машин, прочности и работоспособности их конструктивных элементов опорного контура, находящихся в динамическом режиме нагружения с учетом влияния податливости опорного основания;

применительно к проблематике диссертации результативно использован системный анализ с интеграцией аналитических, численных и

экспериментальных методов исследования, обеспечивающих возможность исследования динамического нагружения системы «грузоподъемный кран – шпальная выкладка – грунт»;

изложены идеи развития существующих подходов к определению закономерностей изменения кинематических и динамических характеристик грузоподъемных машин и их элементов;

раскрыты положения теории грузовой и собственной устойчивости грузоподъемных машин в части балансирования крана на диагонально расположенных выносных опорах при вращении поворотной части с учетом податливости опорного основания;

изучены закономерности формирования и влияния нагрузок на гидроцилиндр аутригера опорного контура грузоподъемного крана с учетом деформируемости элементов конструкции, свойств грунта, шпальной выкладки и инерционных нагрузок в трехмерной постановке задачи;

проведена модернизация существующих методов анализа устойчивости грузоподъемных машин, прочности и работоспособности их конструктивных элементов.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработана и внедрена программа контроля и управления грузовой и собственной устойчивостью транспортного средства (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2018616841);

определены перспективы развития методов анализа грузоподъемных машин и прочности их элементов, находящихся в динамическом режиме нагружения с учетом влияния податливости опорного основания, необходимые для создания оптимальных конструктивных исполнений элементов опорного контура грузоподъемных кранов;

создана методика оценки герметичности гидроцилиндра, которая: позволяет исследовать работу уплотнений любых форм и сечений и определять класс негерметичности уплотнений по величине усадки штока гидроцилиндра; применима к анализу возвратно-поступательного движения штока; система

управления и анализа текущего состояния грузоподъемной машины на основе адаптивной системы нейро-нечеткого вывода (ANFIS);

представлены рекомендации по применению разработанных математических моделей динамического нагружения элементов грузоподъемных кранов.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ получена сходимость результатов теоретических и экспериментальных исследований. Результаты получены на сертифицированном измерительном и регистрирующем оборудовании с применением апробированных методик планирования и проведения эксперимента;

теория построена на корректном применении положений используемых математических методов и согласуется с аналогичными исследованиями других авторов по теме диссертации;

идея базируется на анализе и обобщении передового теоретического, практического зарубежного и отечественного опыта обеспечения безопасности выполнения погрузочно-разгрузочных работ;

использованы ранее накопленные наукой и практикой знания, научный опыт анализа устойчивости грузоподъемных машин, прочности и работоспособности их конструктивных элементов.

установлена новизна, качественная и количественная непротиворечивость результатов, полученных соискателем, данным отечественных и зарубежных исследований по данной тематике.

использованы апробированные аналитические, численные и экспериментальные методы исследования, современный математический аппарат с современными вычислительными методами моделирования и исследования технических систем.

Личный вклад соискателя состоит в: непосредственном участии соискателя во всех этапах исследования; в разработке основных теоретических положений и математических моделей; в проведении экспериментальных исследований, обработке и интерпретации

экспериментальных данных; в подготовке основных публикаций по теме исследования.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

1. На чем основано Ваша уверенность, что уравнение (1) получено Вами впервые?

2. Вы пишете, что согласно полученному уравнению, которое выведено впервые, определена зависимость скорости от двух параметров h и w ; но h в уравнении (1) нет. Как это понять?

3. У Вас в цели работы указано, что «... разработка мероприятий по повышению надежности и безопасности работы крана на выносных опорах». Можете ли сказать какой уровень надежности и безопасности в численных коэффициентах был до Вашей работы и какой прогнозируется в результате выполнения Ваших исследований?

Соискатель Потахов Д.А. ответил на заданные ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию:

1. В литературе не рассматривается балансирование крана на выносных опорах в результате трансформации опорного контура. Рассматриваются только трехопорная или четырехопорная схемы опирания, а процесс изменения точек контактирования крана в литературе не рассматривается.

2. h – это величина просадки. Она заложена в уравнении (1) через другой параметр – через l .

3. Расчеты пока не проводились. Предложена программа для повышения надежности, это представлено на слайде 10. Суть ее заключается в том, чтобы определять и анализировать устойчивость в соответствии с положением центра масс крана на плоскость опирания. Это рисунок 5. Задается матрица в программе компьютера крана. По датчикам давления, которые установлены в опорах, определяются реакции опор. И в соответствии с реакциями – получаем проекцию центра масс на плоскость опирания крана. Программа отслеживает и контролирует движение центра масс в заданном опорном контуре. При этом предложенная система

