

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.281.03,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «ВЛАДИМИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИ-
ТЕТ ИМЕНИ АЛЕКСАНДРА ГРИГОРЬЕВИЧА И НИКОЛАЯ
ГРИГОРЬЕВИЧА СТОЛЕТОВЫХ» ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК

Аттестационное дело № _____

Решение диссертационного совета от 13.11.2024 г. №8/24.

о присуждении **Кругловой Татьяне Николаевне**, гражданке Российской Федера-
ции, ученой степени доктора технических наук.

Диссертация «Методология оценки технического состояния систем приводов машин
и механизмов параллельной кинематической структуры» по специальности 2.5.2 – «Маши-
новедение» принята к защите 21 марта 2024 г., протокол № 2/24 диссертационным советом
24.2.281.03 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учре-
ждения высшего образования «Владимирского государственного университета имени
Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», Министерства науки и
высшего образования Российской Федерации, 600000, г. Владимир, ул. Горького, 87, При-
каз Минобрнауки РФ о создании диссертационного совета от 12 октября 2022 г. № 1166/нк.

Соискатель Круглова Татьяна Николаевна, 1982 года рождения, в 2004 году окончила
с отличием государственное образовательное учреждение высшего профессионального обра-
зования «Южно - Российский государственный технический университет (НПИ)» по специ-
альности «Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических ком-
плексов». Диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук «Методы
повышения эффективности функционирования мехатронных модулей движения горного обо-
рудования» защитила в 2008 году в диссертационном совете, созданном на базе государ-
ственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южно -
Российский государственный технический университет (НПИ)». Работает в должности до-
цента кафедры «Мехатроника и гидропневмоавтоматика» Федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Южно - Российский госу-
дарственный политехнический университет (НПИ) имени М. И. Платова».

Диссертация выполнена на кафедре «Мехатроника и гидропневмоавтоматика» в Фе-
деральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования
«Южно - Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М. И.
Платова», Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный консультант - Шошиашвили Михаил Элгуджевич, гражданин РФ, док-
тор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Мехатроника и гидропневмоав-
томатика» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Южно - Российский государственный политехнический универси-
тет (НПИ) имени М. И. Платова».

Официальные оппоненты:

Зорин Владимир Александрович - гражданин РФ, доктор технических наук, про-
фессор, Заслуженный деятель науки РФ, академик Академии проблем качества, профессор
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего об-
разования «Московский автомобильно-дорожный государственный технический универ-
ситет (МАДИ)»;

Несмиянов Иван Алексеевич, гражданин РФ, доктор технических наук, доцент,
профессор кафедры «Механика» Федерального государственного бюджетного образователь-
ного учреждения высшего образования «Волгоградский аграрный университет»;

Гринчар Николай Григорьевич, гражданин РФ, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Наземные транспортно-технологические средства» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российского университета транспорта (МИИТ)», дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный технический университет (ДГТУ)», г. Ростов-на-Дону, в своем положительном заключении, подписанном Рыбак Александром Тимофеевичем, доктором технических наук, профессором, профессором кафедры «Приборостроение и биомедицинская инженерия» и Грищенко Вячеславом Игоревичем, кандидатом технических наук, доцентом, заведующим кафедрой «Гидравлика, гидропневмоавтоматика и тепловые процессы» и утвержденном проректором по научной работе и инновационной деятельности д.э.н., доцентом Ефременко Инной Николаевной, указала, что диссертационная работа является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложено решение важной для развития отечественного машиностроения научно-технической проблемы совершенствования систем приводов механизмов параллельной кинематической структуры, связанной с разработкой, созданием и внедрением в промышленности методологии оценки их технического состояния.

Соискатель имеет 248 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 127 работ общим объёмом 48,39 п. л., вклад соискателя 37,1 п. л., из них работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях из перечня Минобрнауки России – 16; изданиях, индексируемых в международных базах данных – 29; патентов РФ на изобретения и полезные модели – 4. Содержание публикаций автора в полной мере отражает научные положения и прикладные результаты диссертационного исследования.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1) Круглова, Т. Н. Диагностирование и прогнозирование технического состояния мехатронных модулей движения технологического оборудования: монография / Т. Н. Круглова, Н. А. Глебов. – Новочеркасск: ЮРГТУ, 2011. – 119 с. – ISBN 978-5-9997-0171-8. – Текст: непосредственный;

2) Круглова, Т. Н. Динамика механизмов параллельной кинематической структуры при частичном отказе их исполнительных приводов / Т. Н. Круглова. – Текст: непосредственный // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Технические науки. – 2022. – №3. – С. 64 – 70. (0,82 п. л.). – К2;

3) Круглова, Т. Н. Долгосрочное прогнозирование технического состояния систем приводов механизмов параллельной кинематической структуры / Т. Н. Круглова. – Текст: непосредственный // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2022. – №3 – С. 28 – 33 (0,4 п. л.). – К2;

4) Круглова, Т. Н. Метод технического диагностирования электрических приводов механизмов параллельной кинематической структуры / Т. Н. Круглова. – Текст: непосредственный // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Технические науки. – 2021. – № 3. – С. 35 – 40 (0,4 п. л.). – К2;

5) Круглова, Т. Н. Метод оценки текущей и дополнительной нагрузки на систему электрических приводов механизмов параллельной кинематической структуры / Т. Н. Круглова. – Текст: непосредственный // Advanced Engineering Research. – 2021. – Т. 21. – № 3. – С. 268 – 274 (0,4 п. л.). – К1;

6) Круглова, Т. Н. Принципы проектирования отказоустойчивых систем гидравлических приводов механизмов параллельной кинематической структуры / Т. Н. Круглова. – Текст: непосредственный // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2021. – №9 – С. 412–416 (0,4 п. л.). – К2;

7) Круглова, Т. Н. Принципы организации киберфизического взаимодействия систем приводов машин и механизмов параллельной кинематической структуры / Т. Н. Круглова. – Текст: непосредственный // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Технические науки. – 2021. – № 4. – С. 37–42 (0,4 п. л.). – К2;

8) Kruglova, T. N. Design of a Fault-Tolerant Sliding Formwork Complex/ T. N Kruglova. – Текст: непосредственный // Lecture Notes in Mechanical Engineering, Springer, Switzerland 2022. – Vol. 1. – P. 166 – 173. (0,45 п. л.). – Q4;

9) Kruglova, T. N. Intelligent method of Electric drive diagnostic with due Account for its operation mode / A. G. Bulgakov, T. N. Kruglova. – Текст: непосредственный // Journal of Applied Engineering Science, 2017, 15(4), pp. 426 – 432 (0.82/0.45 п.л.). – Q2;

10) Kruglova, T. Intelligent Method for Fault Finding of Electric Drive Based on Wavelet Analysis of its Electrical and Mechanical Parameters / A. Bulgakov, T. Kruglova. – Текст: непосредственный // Procedia Engineering. – 2017. – Vol. 206. – pp. 929–935 (0.76 / 0.38 п.л.);

11) Kruglova, T. N. Wavelet analysis for fault diagnosis of electrical machines using current signals / T. N. Kruglova. – Текст: электронный // 2016 2nd International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing, ICIEAM 2016 – Proceedings (0.583 Мб);

12) Патент №2799489, Российская Федерация, МПК G01R 31/34, G06F 11/277. Способ определения технического состояния электрических и гидравлических приводов: №2022123058: заявл. 08.09.2022; опубл. 05.07.2023 / Т. Н. Круглова: заявитель ЮРГПУ (НПИ). – 8 с.: ил. – Текст: непосредственный;

13) Патент №139162, Российская Федерация, МПК G01H15/00. Устройство интеллектуального диагностирования мехатронного объекта: № 2013149912: заявл. 07.11.2013; опубл. 10.04.2014 / Т. Н. Круглова, Н. А. Глебов: заявитель ЮРГТУ (НПИ). – 7 с.: ил. – Текст: непосредственный;

14) Патент №112405, Российская Федерация, МПК G01H 17/00, G01M 13/00. Устройство диагностирования и прогнозирования технического состояния модуля движения: № 201128329: заявл. 08.07.2011; опубл. 10.01.2012 / Н. А. Глебов, Т. Н. Круглова: заявитель ЮРГТУ (НПИ). – 10 с.: ил. – Текст: непосредственный;

15) Патент №2289802, Российская Федерация, МПК G01M 13/00. Устройство виброакустической диагностики циклически функционирующих объектов: №2005125483: заявл. 10.08.2005; опубл. 20.12.2006 / Н. А. Глебов, Т. Н. Круглова, заявитель ЮРГТУ (НПИ). – 12 с.: ил. – Текст: непосредственный.

На диссертацию и автореферат поступили следующие отзывы:

- официального оппонента д.т.н., профессора Зорина В.А. с замечаниями: в работе отсутствуют рекомендации по выбору диагностического оборудования, обоснование выбора диагностических параметров (тока и вибрации) и метода диагностирования (функционального, а не тестового). Требуется пояснения, каким образом «оценивается будущий уровень нагрузки»? В п.2.3 словосочетание «режим эксплуатации» не совсем удачно, т.к. речь идёт о возможности использования изделия при частичном отказе. В п 3.2. предложена функциональная схема киберфизической системы диагностирования, содержащая пять уровней, а в п. 3.3 и 3.4 описаны только системы диагностирования и принятия решения. Необходимо обосновать объединение структурных схем на рисунках 3.6 (стр.81) 3.7 (стр. 84). В чем особенности оценки технического состояния систем приводов МПКС? Могут ли данные принципы быть использованы для общепромышленных приводов? Отсутствует описание порядка расчёта вейвлет-коэффициентов (п. 4.2), не указаны причины выбора вейвлета Морле в качестве материнского. Для чего разработано несколько моделей определения текущей и дополнительной нагрузок, а также обоснования режима эксплуатации? В тексте встречается небрежность в формулировках и опечатки.

- официального оппонента д.т.н., доцента Несмиянова И.А. с замечаниями: в тексте диссертации указано: «...перемещение стоек платформы» и «...стойками регулируемой длины, ... имеющим две и более степени подвижности», что противоречит теории механизмов и машин, где стойкой называют неподвижное звено. Понятие «независимые кинематические цепи» не справедливо для механизма, приведенного на рисунке 2.1 так как, все приводы кинематически взаимосвязаны. Утверждение на стр. 49 что стержни $A_i B_j$ «в стационарном движении параллельны друг другу» неправомерно если радиусы основания и платформы не равны. Почему для обозначения точек крепления применяются разные

индексы (i и j)? Положение платформы в пространстве описывается как минимум тремя обобщенными координатами, а не двумя (h и φ), как указано в работе. Угол α_i (стр. 57) правильнее назвать угол между звеном и вертикалью вместо «... наклона кинематической цепи к вертикали». Почему при теоретических и экспериментальных исследованиях использованы разные частоты вращения сервопривода (3 об/с и 5 об/с)? Почему выполнены экспериментальные исследования для аксиально-поршневого насоса, а не гидроцилиндров? Не указано, чем обоснована линейная аппроксимация пиков колебаний вейвлет-коэффициентов на участке от 0 до 1 с. Не приведено как определялось $n_{кр}$ одновременно работающих приводов. Почему в табл.5.2 рассматриваются 12 одновременно работающих приводов, а до этого - 6. На стр. 233 указано, что с учётом перераспределения нагрузки напряжение питания электродвигателей составляет 62 и 69,3 В, что на 22,6 и 30,7% больше номинального, что приведет к перегреву двигателя и быстрому выходу его из строя.

- официального оппонента д.т.н., доц. Гринчар Н.Г. с замечаниями: недостаточно подробно описаны методы диагностирования элементов сервоприводов. Почему к принципам выбора режима эксплуатации (стр. 67) относится определение текущего и прогнозного технического состояния, количество и взаимное расположение исправных приводов параллельного механизма, а также уровень внешней нагрузки? Чем отличается структура и архитектура киберфизической системы? Зачем нужно именно пять уровней в архитектуре? В каком случае невозможна перенастройка режима эксплуатации параллельного механизма? Почему при разработке методов оценки технического состояния использованы параметры тока и/или вибрации привода, а не многопараметрические методы диагностирования? В каком случае необходимо измерять емкостный ток, а в каком питающий? Почему при разработке метода синтеза отказоустойчивых систем приводов МПКС разрабатываются модели и методы расчета текущей и дополнительной нагрузки на приводы, а также выбирается режим эксплуатации системы приводов параллельных механизмов?

- ведущей организации ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет» (подписали д.т.н., профессор Рыбак А.Т., к.т.н., доцент Грищенко В. И., утвердила д.э.н., доцент Ефременко И.Н.) с замечаниями: отсутствует разделение диагностических признаков на неисправности самого двигателя и системы управления приводами. Чем обусловлен выбор вариантов движения объекта при описании динамики параллельного механизма? Требуют пояснения этапы разработки киберфизической системы. Что подразумевается под отказоустойчивой системой приводов МПКС? Не ясен термин «частичный отказ в системе приводов. Как нагрузочное резервирование предоставляет возможность получить отказоустойчивую систему приводов МПКС? Как понятие «частота диагностирования» связано с формированием вейвлет-коэффициентов? Почему при описании характерных зависимостей вейвлет-коэффициентов используется термин «нарастающий», а не «колебательный»? Почему нечеткая модель принятия решения для МПКС со сходящимися кинематическими цепями имеет иерархическую структуру? Для чего в главе 6 (п. 6.1) выполняется синтез системы оценки технического состояния приводов МПКС, если в главе 4 диссертации уже разработаны модели, методы и оценки текущего и прогнозного технического состояния? Как соотносятся структура (п. 6.4) и архитектура (рисунок 3.3) киберфизической системы оценки технического состояния исполнительных приводов МПКС?

На автореферат поступило 16 отзывов:

-ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий» г. Уфа. Отзыв подписал д.т.н. профессор, заведующий кафедрой «Прикладная гидромеханика» Целищев В.А. Замечания: будет ли динамическая управляющая сила ΔF_i одинаковой для сигналов F_i и F^*_i ? Почему в качестве объекта исследований выбран именно сервопривод, а не стандартный электрический или гидравлический привод? В чем их принципиальное отличие? Чем отличаются методы диагностирования и прогнозирования их технического состояния?

-ФГБОУ ВО «Кубанского государственного технологического университета», г. Краснодар. Отзыв подписал д.т.н., профессор, почетный работник высшего профессионального образования РФ, заведующий кафедрой «Автоматизация производственных про-

цессов» Лубенцов В.Ф. Замечания: почему в качестве материнского использован именно вейвлет Морле? Как текущее состояние приводов используется при выборе режима эксплуатации систем приводов МПКС?

–ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» г. Санкт-Петербург. Отзыв подписал д.т.н. профессор, профессор «Высшей школы энергетического машиностроения» Жарковский А.А. Замечания: каким образом учитывается техническое состояние при управлении МПКС? В чем принципиальное отличие предложенной системы управления от существующих аналогов? Что подразумевается под «нагрузкой привода» момент или мощность на валу двигателя? Как и чем измеряется текущая и дополнительная нагрузки?

–ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий» г. Воронеж. Отзыв подписал д.т.н., профессор кафедры «Машины и аппараты пищевых производств» Овсянников В. Ю. Замечания: требует пояснения понятие «беспроводная интеграция. Что такое «характерный масштаб диагностирования» и как он определяется?

–АО «СКБ МО РФ» пгт. Нахабино. Отзыв подписал д. т.н., заместитель генерального директора по научно-технической и исследовательской работе Рядчиков И. В. Замечания: почему в качестве объекта исследования выбран МПКС с шестью приводами (гексапод) двух различных кинематических структур? Чем киберфизический подход отличается от мехатронного или классической автоматизации технологического процесса?

–ФГБОУ ВО «Омский государственный технический университет» г. Омск. Отзыв подписал д. т. н., профессор, заведующий. кафедрой «Гидромеханика и транспортные системы» Щерба В.Е. Замечания: каким образом результат долгосрочного прогнозирования в формате периода сохранения работоспособности позволит оптимизировать режим эксплуатации, избежать внезапного отказа приводов и длительного простоя МПКС? Почему целевая функция для выбора режима эксплуатации механизма зависит от нагрузки на приводы системы?

–ФГБОУ ВО «Московский государственный строительный университет» г. Москва. Отзыв подписал д.т.н., профессор, профессор кафедры «Механизация, автоматизация и роботизация строительства». Шаратов Р. Р. Замечание: в автореферате не указано как изменилась заявленная в цели эффективность функционирования систем приводов МПКС.

–ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.» г. Саратов. Отзыв подписан д.т.н., профессор, профессор кафедры «Инженерная геометрия и основы САПР» Мартюченко И. Г. Замечания: почему для формализации установленной закономерности использовано преобразование Гильберта в сочетании с методом наименьших квадратов? Поясните термин «коэффициент развития неисправности».

–АО «ВНИИ Сигнал» г. Ковров. Отзыв подписал д.т.н., ведущий научный сотрудник Третьяков В. М. Замечание: в автореферате отсутствует информация о устранении дополнительных связей, возникающих в системе с МПКС при отказе приводов.

–ФГБОУ ВО «Ростовский государственный университет путей сообщения» г. Ростов-на-Дону. Отзыв подписали д.т.н., доцент Лагунова Е. О., д. т. н. профессор Чукарин А. Н. Замечания: в автореферате не сказано о программной реализации предложенных автором разработок. В экспериментальном исследовании отсутствуют доверительные интервалы. Решаемые задачи существенно упрощены на стадии их постановки. Отсутствуют концептуальные модели с обоснованием принятых допущений на основании теории подобия или на основании известных результатов других авторов.

–НИИ МВС ЮФУ г. Таганрог. Отзыв подписал д.т.н., заведующий лабораторией Капустян С. Г. Замечание: в автореферате не приведены результаты сравнительного анализа предложенных в диссертации подходов с известными.

–АО «ВПО» Точмаш» г. Ковров. Отзыв подписал к.т.н., главный специалист ЭМО Захаров А. Е. Замечание: малая выборка, на основании которой делаются выводы о точности результатов применяемого метода.

–ФГБОУ ВО «Российский государственный университет им. А. Н. Косыгина», Но-

новосибирский технологический институт (филиал), г. Новосибирск. Отзыв подписал д.т.н., профессор Соколовский А. Р. Замечания: что представляет собой иерархическая нейронная сеть с гибкой обратной связью, как происходит ее обучение? На стенде какой кинематической структуры проводились экспериментальные исследования? Можно ли применить предложенные методы к пневматическому и смешанному виду приводов?

– ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» г. Санкт-Петербург. Отзыв подписал д.т.н., профессор «Высшей школы транспорта» Института машиностроения, материалов и транспорта Манжула К. П. Замечания: что понимается под частичными отказами систем приводов, оценкой технического состояния и какова их взаимосвязь с изменениями тока или давления? Насколько разработанная система управления применима к МПКС со значительными инерционными массами? Не поясняется архитектура нейронной сети, а также на основе каких неисправностей МПКС формируется обучающая выборка, происходит ее валидация и как подтверждается точность отказа в заданный период.

–ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» г. Калининград. Отзыв подписал д.т.н., профессор кафедры «Теория механизмов и машин и деталей машин» Шарков О. В. Замечания: не пояснены критерии, оценивающие техническое состояние МПКС. Какие эксперименты проводились в рамках поисковых исследований? Как проводилось планирование экспериментов и статистическая обработка их результатов?

–ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет» г. Краснодар. Отзыв подписали д.т.н. профессор, профессор кафедры «Транспортные процессы и технологические комплексы» Шевцов Ю. Д. и д.т.н. доцент, доцент кафедры «Транспортные процессы и технологические комплексы» Поляков П. А. Замечания: не приводятся результаты экспериментов, выполненных в виде графических зависимостей. Какие критерии поднимаемой платформы задавались при корректировках с моделируемых неисправным приводом? Учитывались ли различные углы наклона платформы при коррекции?

Все отзывы положительные и содержат вывод о том, что диссертация соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к докторским диссертациям, а соискатель заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.5.2 «Машиноведение».

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их широкой известностью, благодаря научным публикациям по схожей с диссертационной работой тематике, а также научной и практической деятельностью в области, которую затрагивает диссертация.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны концептуальный подход к созданию высокоэффективных систем приводов параллельных механизмов, и концепция принятия решения в режиме реального времени при выборе режима эксплуатации при частичном отказе системы приводов;

предложены оригинальные решения в области методологии оценки технического состояния параллельных механизмов на основе киберфизической системы, а также оригинальная научная гипотеза адаптивного управления при частичном отказе исполнительных приводов;

доказана перспективность использования новых идей в методологии оценки технического состояния системы приводов параллельных механизмов с достоверностью не менее 90%, при сокращении времени устранения неисправностей на 20% и повышении коэффициента технического использования оборудования на 16%.

введены в научный оборот и обоснованы новые понятия «коэффициент развития неисправности», «характерный масштаб вейвлет-преобразования», «коэффициенты прямой, аппроксимирующей огибающую», «текущая и дополнительная нагрузка на приводы системы» и «управление при частичном отказе в системе приводов» в рамках созданной методологии оценки технического состояния и управления параллельными механизмами.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны положения, вносящие вклад в повышение эффективности функционирования, совершенствование существующих и создание новых более долговечных и экономических параллельных механизмов;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) **использован** комплекс известных базовых методов исследования, в том числе численных методов и экспериментальных методик;

изложены положения о формировании единой методологии оценки технического состояния систем приводов параллельных механизмов, основанных на элементах киберфизической теории;

раскрыты противоречия текущего и прогнозного технического состояния в системе исполнительных приводов в случае несоответствия текущей и дополнительной нагрузки на приводы системы при принятии решения по выбору режима эксплуатации механизма с частичным отказом;

изучены причинно-следственные связи коэффициентов вейвлет-преобразования сигналов тока и/или вибрации исполнительных приводов с техническим состоянием параллельных механизмов;

проведена модернизация метода управления параллельными механизмами при частичном отказе системы исполнительных приводов в режиме реального времени.

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

разработаны и внедрены новые универсальные методики измерения, контроля и оценки технического состояния систем приводов параллельной кинематической структуры на предприятиях ООО «ПК Новочеркасский электровозостроительный завод», ООО Проектно-техническое бюро «Волгоградгражданстрой», ООО «Ассоциация Экотехмониторинг», ООО «Аграрум-техника», ООО фирма «Пластик Энтерпрайз», а также образовательные технологии на кафедре «Мехатроника и гидропневмоавтоматика» ЮРГПУ(НПИ) для студентов, обучающихся по направлениям подготовки бакалавров и магистров по программе «Мехатроника и робототехника»;

определены перспективы практического использования теории киберфизического исследования механизмов параллельной кинематической структуры на практике;

созданы модель эффективного применения знаний о механизмах параллельной кинематической структуры при оценке технического состояния приводов и система практических рекомендаций для адаптивного управления механизмами при частичном отказе исполнительных приводов;

представлены методические рекомендации по организации процесса оценки технического состояния приводов и предложения по дальнейшему совершенствованию промышленных образцов отказоустойчивых систем приводов, эксплуатируемых в тяжёлых аварийно-опасных условиях.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты получены на сертифицированном испытательном контрольно-измерительном и информационно-технологическом оборудовании с использованием лицензированных аппаратно-программных комплексов, обоснованы калибровки и показана воспроизводимость результатов исследования в различных условиях;

теория построена на известных, проверяемых данных и фактах, в том числе для предельных случаев эксплуатации приводов, и согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации;

идея базируется на анализе практики и обобщении передового опыта оценки технического состояния исполнительных приводов, а также на результатах экспериментальных исследований, показавших целесообразность применения киберфизических подходов к оценке технического состояния приводов в режиме реального времени.

использованы и развиты результаты ранее проведенных исследований в области

диагностирования и прогнозирования технического состояния электрических и гидравлических приводов, а также методов управления машинами и механизмами параллельной кинематической структуры;

установлено качественное и количественное совпадение авторских результатов по оценке технического состояния систем приводов с результатами, представленными другими авторами по данной тематике;

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации об объектах машиностроения, о машинах и механизмах, а также современные апробированные методы кинематического и динамического анализа механизмов и оценки их технического состояния на основе представительной совокупности выборочных данных.

Личный вклад соискателя состоит: во включенном участии на всех этапах научного анализа структуры и исследования принципа действия механизмов параллельной кинематической структуры, в разработке основных теоретических положений, методов, алгоритмов и математических моделей; в непосредственном участии в получении исходных данных об электрических и гидравлических приводах и в научных производственных экспериментах; в личном участии в апробации результатов исследования на международных и всероссийских конференциях, в патентовании изобретений и внедрении достижений в промышленности; в разработке экспериментальных стендов, в том числе ключевых элементов экспериментальных установок; в обработке и интерпретации экспериментальных данных и в корректировке режимов эксплуатации параллельных механизмов в режиме реального времени; в подготовке публикаций по результатам выполненной работы.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания и заданы вопросы:

1. На стр.47 в разделе 2.1 несколько раз приводится понятие «независимые кинематические цепи», однако для приведенного на рис.2.1 механизма параллельной структуры это не так, все приводы кинематически взаимосвязаны и по отдельности не могут работать, минимум возможна работа одновременно 4-х из 6-ти приводов.

Соискатель Круглова Т.Н. ответила на заданный вопрос: Под «независимые» понималось, что работа соседних звеньев не оказывает прямого влияния на их работу (как с механизмом на рис 2.7). по факту они все связаны через платформу, но возможен вариант работы части звеньев.

2. В работе не указано, чем обоснована линейная аппроксимация (рис.4.26, стр.122 и рис.4.27, стр.123) пиков колебаний, а именно на участке от 0 до 1 с на рис.4.26, а, от 0 до 5 с на рис.4.26, б и на участке от 0 до 0,5 с на рис.4.26, в. Общеизвестно, что колебания затухают по экспоненциальной зависимости, но никак не линейно.

Соискатель Круглова Т.Н. на заданный вопрос: Для цели диагностики важны качественные характеристики процесса (уменьшение или увеличение амплитуды), а для этого достаточно линейной аппроксимации и определения знака коэффициента пропорциональности прямой (см. 4.8)

3. На стр.53 автор утверждает, что положение платформы «описывается двумя обобщенными координатами h и φ », но на самом деле параметры h и φ зависят от обобщенных координат $l_1, l_2 \dots l_6$. Положение платформы в пространстве описывается как минимум тремя координатами

Соискатель Круглова Т.Н. ответила на заданный вопрос: При горизонтальном расположении платформы соседние звенья механизма будут параллельны друг другу. Индексы i и j для механизма (рис. 2.1) использованы для единообразия со вторым механизмом (рис.2.7), где количество шарниров на подвижной и неподвижной платформе различное. При этом все стержни механизма с рис. 2.1 крепятся к точке с тем же номером.

На заседании от 13.11.2024 г. №8/24 диссертационный совет принял решение:

за решение научных задач, имеющих значение для развития теории машиноведения и методов машиностроения, присудить Кругловой Т.Н. ученую степень доктора технических наук по специальности 2.5.2 – Машиноведение.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 4 докторов наук по специальности 2.5.2 - Машиноведение, участвующих в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за - 14, против - нет, недействительных бюллетеней - нет.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ СОВЕТА

д.т.н., профессор

УЧЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ СОВЕТА

к.т.н., доцент



Морозов В.В.

Жданов А.В.