

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по НРиИД

ЮРГПУ (НПИ),

кандидат технических наук

Пузин Владимир Сергеевич



« 10 » 2023 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

**федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Южно - Российский государственный политехнический университет
(НПИ) имени М. И. Платова»**

Диссертация «Методология оценки технического состояния машин и механизмов параллельной кинематической структуры» выполнена на кафедре «Мехатроника и гидропневмоавтоматика» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М. И. Платова».

В период подготовки диссертации соискатель Круглова Татьяна Николаевна находилась в докторантуре Южно-Российского государственного политехнического университета (НПИ) имени М. И. Платова (с 2017 г. по 2020 г.) по направлению подготовки 15.06.01 Системный анализ, управление и обработка информации (по отраслям); работала в Южно-Российском государственном политехническом университете (НПИ) имени М. И. Платова на кафедре «Автоматизация производства, робототехника и мехатроника» в должности старшего преподавателя (2009 - 2011 г. г.), на кафедре «Мехатроника и гидропневмоавтоматика» в должности доцента (с 2011 г. по н. в.).

Диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук «Методы повышения эффективности функционирования мехатронных модулей движения горного оборудования» защитила в 2008 году в диссертационном совете, созданном на базе Южно-Российского государственного технического университета (НПИ).

Научный консультант – Шошиашвили Михаил Элгуджевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Мехатроника и гидропневмоавтоматика» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М. И. Платова».

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

1. Цель и актуальность работы.

В настоящее время всё более широкое распространение в технических объектах и в технологическом оборудовании транспортного и грузоподъемного машиностроения, приборостроения, медицины, строительства, автомобилестроения, сельского хозяйства и в средствах вооружения приобретают машины и механизмы с параллельной кинематической структурой, обладающие повышенной точностью программных движений, высокой грузоподъемностью и маневренностью, а также конструктивной гибкостью. Обязательным условием корректного функционирования механизмов данного класса является согласованная работа всех исполнительных приводов, что приводит к ужесточению требований к эксплуатационной надежности их элементов и узлов. Перспективным вариантом решения данной проблемы является разработка общей методологии оценки технического состояния систем приводов механизмов параллельной кинематической структуры с последующей коррекцией режима их эксплуатации.

Целью диссертационной работы «Методология оценки технического состояния систем приводов машин и механизмов параллельной кинематической структуры» является повышение эксплуатационной надежности и эффективности функционирования систем приводов машин и механизмов с параллельной кинематической структурой.

Актуальность диссертационной работы подтверждается выполнением работы в соответствии с приоритетным направлением развития науки, технологий и техники в РФ «Информационно-телекоммуникационные системы» и критических технологий РФ «Технологии информационных, управляющих, навигационных систем», научным направлением ЮРГПУ(НПИ) «Теория и принципы создания энерго- и ресурсосберегающих мехатронных систем, интеллектуальных триботехнических систем, комплексов и технологий»; государственными заданиями № 2.2.2.3/9083 «Метод интеллектуального диагностирования технического состояния электрооборудования», № 8.750.2016/ДААД «Метод интеллектуального контроля технического состояния объектов по результатам диагностирования и прогнозирования», № 8.13428.2019/13.2. «Киберфизическая система диагностирования электрических двигателей», грантом РФФИ «мол-авед» № 183820188 «Разработка и исследование средств интеллектуального моделирования и синтеза траекторий технологических процессов электроэнергетических сетей».

Тема диссертации утверждена учёным советом ЮРГПУ (НПИ), протокол № 12 от 28.06.2017 г.

2. Личное участие автора в получении результатов, изложенных в диссертации, заключается в получении исходных данных для научных производственных экспериментов, в разработке основных теоретических положений, методов, алгоритмов, математических моделей, в апробации результатов исследования, разработке экспериментальных установок, обработке

экспериментальных данных, подготовке основных публикаций по выполненной работе, а также внедрение результатов исследования.

При выполнении диссертационных исследований соискателем лично получены следующие результаты:

1. Сформулированы принципы выбора режима эксплуатации механизмов параллельной кинематической структуры с учетом технического состояния систем исполнительных приводов.

2. Предложена архитектура системы оценки технического состояния приводов механизмов параллельной кинематической структуры, основанная на киберфизическом принципе построения обеспечивающая возможность оценки текущего и прогнозного технического состояния с погрешностью не более 10 %, а также принятие решения по выбору режима эксплуатации в реальном времени.

3. Предложен метод оценки технического состояния, основанный на установленной закономерной взаимосвязи между коэффициентами вейвлет–преобразования сигналов тока и/или вибрации и техническим состоянием приводов и нейросетевой экстраполяции, обеспечивающий возможность поиска неисправностей и прогнозирования остаточного ресурса систем приводов механизма параллельной кинематической структуры с достоверностью не менее 90% в режиме реального времени.

4. Предложены критерии выбора режима эксплуатации механизмов параллельной кинематической структуры, содержащие граничные условия по управляемости, статической устойчивости, режиму нагружения и техническому состоянию исполнительных приводов системы.

5. Предложен метод синтеза отказоустойчивых систем приводов, обеспечивающий возможность выбора режима эксплуатации и перераспределения нагрузок на исполнительные приводы, предопределяя повышение коэффициента технического использования механизмов параллельной кинематической структуры на 16%.

6. Предложен метод управления механизмами параллельной кинематической структуры с учетом технического состояния исполнительных приводов, обеспечивающий выполнение требуемого закона управления при частичном отказе системы приводов.

7. Сформулированы принципы организации двухуровневой киберфизической системы оценки технического состояния исполнительных приводов, обеспечивающей сбор, обработку и хранения диагностической информации, а также принятие достоверного решения по выбору режима эксплуатации механизмов параллельной кинематической структуры в зависимости от фактического и прогнозного состояния исполнительных приводов.

3. Степень достоверности результатов проведённых исследований основана на корректном использовании математической теории надежности и диагностики технических систем, интеллектуального анализа данных и оптимизации; на экспериментальных исследованиях, выполненных на стендах и опытных образцах в лабораторных и производственных условиях, а также

на апробации и обсуждении результатов на национальных, всероссийских и международных конференциях и семинарах, подтверждена экспертизой научных статей в ведущих российских и международных изданиях.

4. Новизна результатов проведенных исследований заключается в следующем:

- сформулированы принципы выбора режима эксплуатации механизмов параллельной кинематической структуры, отличающиеся введением в расчетные выражения управляющих сил интегральных коэффициентов, учитывающих техническое состояние, текущие и дополнительные нагрузки на приводы системы;

- предложена архитектура системы оценки технического состояния механизмов параллельной кинематической структуры, отличающаяся киберфизическим принципом построения на основе взаимодействия пяти функциональных уровней в режиме реального времени;

- разработан метод оценки технического состояния, реализующий поиск неисправностей и прогнозирование отказа системы приводов в режиме реального времени, отличающийся использованием установленной закономерной взаимосвязи коэффициентов вейвлет–преобразования сигналов тока и/или вибрации различных исполнительных приводов с их техническим состоянием и нейросетевой экстраполяции;

- разработан метод проектирования отказоустойчивых механизмов параллельной кинематической структуры, отличающийся учетом граничных условий статической устойчивости, управляемости, режима нагружения и технического состояния систем исполнительных приводов;

- разработан метод синтеза отказоустойчивых систем приводов, отличающийся определением текущей и дополнительной нагрузок на исполнительные приводы и выбором режима их дальнейшей эксплуатации с учетом критериев оптимизации с применением методов искусственного интеллекта;

- разработан метод управления механизмами параллельной кинематической структуры, отличающийся учетом технического состояния исполнительных приводов для выполнения заданного закона управления оборудованием при изменении внешней нагрузки на приводы системы;

- сформулированы принципы структурирования киберфизических систем оценки технического состояния, отличающиеся наличием двух функциональных уровней, реализующих сбор, обработку и хранение диагностической информации, а также принятие решения по выбору режима эксплуатации механизмов параллельной кинематической структуры для реализации заданного технологического процесса в зависимости от фактического и прогнозного состояния систем исполнительных приводов.

5. Практическая значимость. В диссертационной работе решена важная для развития отечественного машиностроения проблема, направленная на разработку методологии оценки технического состояния с целью повышения

эффективности функционирования, совершенствования существующих и создания новых более долговечных и экономичных механизмов параллельной кинематической структуры. Решение поставленной задачи позволяет:

- определить техническое состояние систем приводов в процессе эксплуатации без применения сложных громоздких вычислительных средств в режиме реального времени;
- определить текущую внешнюю нагрузку на исполнительные приводы системы;
- выполнить совместный анализ технического состояния приводов механизмов параллельной кинематической структуры, определить дополнительную нагрузку на каждый исправный привод и принять решение о целесообразности изменения режима эксплуатации оборудования;
- выполнить перераспределение нагрузок, скорректировав значения управляющих сил и скорость движения звеньев при частичном отказе системы приводов механизмов параллельной кинематической структуры.

Применение предложенной методологии позволит повысить коэффициент технического использования оборудования на 16 % и избежать аварийных остановок технологического процесса.

Научно–техническая новизна и практическая значимость достигнутых результатов исследования подтверждена четырьмя патентами на изобретения и полезные модели.

Методология оценки технического состояния систем приводов принята к практическому использованию следующими предприятиями и организациями: ООО «ПК Новочеркасский электровозостроительный завод» для оценки технического состояния систем приводов электровозов 2(3,4) ЭС5К, 2(3) ЭС4К, 2(3) ЭС5С, НП-1, НПМ2М, ЭП1М, ЭП20; ООО Проектно-техническое бюро «Волгоградгражданстрой» при диагностировании и прогнозировании технического состояния систем приводов строительной техники; ООО «Ассоциация Экотехмониторинг» при проектировании отказоустойчивой машиностроительной техники; ООО "Аграрум-техника" для диагностирования систем гидравлических приводов универсальных сеялок прямого посева VITON - I, VITON -I Plus и VITON - II в процессе эксплуатации; ООО фирма «Пластик Энтерпрайз» для оценки технического состояния систем электрических приводов оборудования химических производств. Внедрение результатов работы в производство позволило получить годовой экономический эффект от 0,9 до 1,5 млн рублей для каждого предприятия за счёт повышения экономичности и долговечности эксплуатации системы приводов. Наряду с этим снизились затраты времени на поиск и устранение неисправности на 20%.

Материалы диссертационной работы используются в учебном процессе на кафедре «Мехатроника и гидропневмоавтоматика» ЮРГПУ (НПИ) для студентов, обучающихся по направлениям подготовки бакалаврской и магистерской программ «Мехатроника и робототехника». Результаты выполнен-

ных исследований отражены в учебном пособии «Мехатронные системы в специализированной технике», изданном на английском языке.

6. Ценность научных работ соискателя

Ценность научных работ соискателя заключается в решении важной для развития отечественного машиностроения научной проблемы, направленной на разработку единой методологии оценки технического состояния систем приводов машин и механизмов параллельной кинематической структуры как совокупности методов, основанных на киберфизических подходах, обеспечивающих: выбор режима эксплуатации механизмов с учетом технического состояния, текущей и дополнительной нагрузки на приводы системы, позволяющий скорректировать режим работы механизма и выполнить заданный закон управления при частичном отказе системы приводов; оценку текущего и прогнозного технического состояния систем приводов параллельных механизмов в режиме реального времени; определение текущей и дополнительной нагрузок при частичном отказе системы приводов механизмов; принятие решения по выбору режима эксплуатации механизмов параллельной кинематической структуры с частичным отказом в системе исполнительных приводов; управление исполнительными звеньями с учетом технического состояния систем приводов и внешней нагрузки для обеспечения заданного закона движения механизма. Применение предложенной методологии позволит повысить коэффициент технического использования оборудования на 16 % и избежать аварийных остановок технологического процесса.

7. Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем.

Результаты диссертационного исследования опубликованы в 127 научных работах (общим объемом 48,39 п. л. и 10,6 Мб, вклад соискателя 37,1 п. л. и 9 Мб), из них работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях из перечня Минобрнауки России – 10; изданиях, индексируемых в международных базах данных – 23; патентов РФ на изобретения и полезные модели – 4.

Основные научные результаты диссертации достаточно полно отражены: – *в работах, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора наук:*

- 1) 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;
- 2) Круглова Т. Н. Долгосрочное прогнозирование технического состояния систем приводов механизмов параллельной кинематической структу-

- ры/ Т. Н. Круглова. – Текст: непосредственный // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2022. – №3 – С. 28 – 33 (0,4 п. л.). – К2;
- 3) 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;
 - 4) 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;
 - 5) 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;
 - 6) 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;
 - 7) Круглова Т. Н. Техническое обслуживание технологических машин на базе цифровизации /А. К. Тугенгольд, Н. Р. Волошин, А. Р. Юсупов, Т. Н. Круглова. – Текст: непосредственный // Вестник Донского государственного технического университета – 2019. – Т. 19, №1. – С. 74 – 80 (0.82/0.43 п. л.). – К1;
 - 8) Круглова Т.Н. Оценка эффективности различных методов анализа временных диагностических сигналов / Т. Н. Круглова, Д. Н. Шурыгин, Д. А. Литвин [и др.]. –Текст: непосредственный // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – Ч. 2. – № 8. – С. 237–241 (0,63/0,33 п. л.). – К1;
 - 9) Круглова, Т.Н. Применение аппарата нечеткой логики для диагностирования высоковольтных мехатронных модулей по результатам анализа электроразрядной активности / Т. Н. Круглова, И. В. Ярошенко. – Текст: непосредственный // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Технические науки. – 2014. – № 3. – С. 7–11 (0.58/0.31 п. л.). – К2;
 - 10) Круглова, Т. Н. Модели и методы диагностирования и прогнозирования технического состояния модулей движения мехатронных систем / Н. А. Глебов, Т. Н. Круглова. – Текст: непосредственный // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Технические науки. – 2013. – № 5. – С. 3 – 8 (0.69/0.36 п. л.). – К2;
- *в работах, индексируемых в международных базах данных:*
- 11) 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;
- 12) Kruglova T. N. Ontology of experiment planning for obtaining a probabilistic model of single-phase electricity consumers / V. A. Mokhov, D. V. Shaikhutdinov, T. N. Kruglova [и др.]. – Текст: электронный // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2020. – Vol. 976(1). – № 012019. (0.52 / 0.3 Мб);
 - 13) Kruglova T. Cyber-physical predictive diagnostics system for servos of mobile construction robots. – Текст: непосредственный / V. Travush, V. Erofeev, A. Bulgakov, T. Kruglova [и др.] // Journal of Physics: Conference Series – 2020. – Vol. 1687 – № 012014. – 10 с. (0.6 / 0.4 п. л.);
 - 14) Kruglova T. N. Agent-based approach for analysis of electricity distribution technological processes in power systems / S. S. Kostinskiy, V. A. Mokhov, T. N. Kruglova, [и др.]. – Текст: электронный // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2019. – Vol. 483 (0.925 / 0.463 Мб);
 - 15) Kruglova T. N. Optimal technological process planning approach based on the state of mechatronic systems / V. A. Mokhov, T. N. Kruglova, [и др.]. – Текст: электронный // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2019. – Vol. 483 (1.02 / 0.6 Мб);
 - 16) Kruglova T. Synthesis of the AC and DC Drives Fault Diagnosis Method for the Cyber-Physical Systems of Building Robots / A. Bulgakov, T. Kruglova, T. Bock. – Текст: электронный // MATEC Web of Conferences. – 2018. – Vol. 251 (0.636 / 0.352 Мб);
 - 17) 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;
 - 18) 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.);
 - 19) Kruglova T. Artificial Intelligence Method for Electric Drives Mode Operating and Technical Condition Determination / T. Kruglova, A. Bulgakov [и др.]. – Текст: непосредственный // MATEC Web of Conferences. – 2017. – Vol. 132 (0.929 / 0.465 Мб);
 - 20) Kruglova T. N. Smart sensorless prediction diagnosis of electric drives / T. N. Kruglova, N. A. Glebov, M. E. Shoshiashvili. – Текст: электронный// IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2017. – Vol. 87 (3) (0.0203/0.0102 Мб);
 - 21) Kruglova, T. N. Forecasting of the electrical actuators condition using stators current signals / T. N. Kruglova, I. V. Yaroshenko [и др.]. – Текст: электронный // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2017. – Vol. 177 (1). – (0.54 / 0.29 Мб);
 - 22) Kruglova T. Intelligent Sensorless Fault Diagnosis of Mechatronics Module Wavelet Transformation Based / T. Kruglova, D. Shaykhutdinov, [и др.]. –

- Текст: непосредственный // Asian Journal of Information Technology. – 2016. – Vol. 15, Is. 22. – pp. 4694–4697 (0.46/0.26 п.л.);
- 23) Kruglova T. N. Intelligent Diagnosis of the Electrical Equipment Technical Condition / T. N. Kruglova. – Текст: непосредственный // Procedia Engineering. – 2015. – Vol. 129 pp. 219 – 224 (0.7 п. л.);
- 24) Kruglova T. N. Cyber-physical System for Diagnosing and Predicting Technical Condition of Servo-drives of Mechatronic Sliding Complex during Construction of High-rise Monolithic Buildings / A. G Bulgakov, T. N. Kruglova, T. Bock. – Текст: непосредственный // 37th International Symposium on Automation and Robotics in Construction, (ISARC 2020), October 27–28, Kitakyushu. – Kitakyushu, Japan, 2020. – P. 339 – 346. (0.45 / 0.33 п. л.);
- 25) Kruglova T. Operation Mode Optimization for Monolithic Construction Mechatronic Complex According Technical Condition of its Servos / V. Travush, V. Erofeev, A. Bulgakov, T. Kruglova. – Текст: электронный // 2020 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies (FarEastCon), IEEE – Vladivostok: IEEE, 2020. – 5 p. (3.37 / 1.8 Мб);
- 26) Kruglova T. Formulation of the Optimization Problem of the Cyber Physical Diagnosis System Configuration Level for Construction Mobile Robots / A. Bulgakov, T. Kruglova, T. Bock. – Текст: электронный // Proceedings of the 36th International Symposium on Automation and Robotics in Construction, ISARC 2019. – P. 704 – 708 (0.3245 / 0.1785 Мб);
- 27) Kruglova T. Signal based Intelligent Diagnostic Method for BLDC Motors / T. Kruglova, I. Shmelev [и др.] // 10th International Conference on Electrical Power Drive Systems (ICEPDS-2018) – Conference Proceedings (0.5225 / 0.2613 Мб);
- 28) Kruglova T. Cyber-Physical System of Intelligent Diagnosis of Generator Winding Insulation / T. Kruglova, I. Yaroshenko, N. Rabotalov. – Текст: электронный // Proceedings – 2018 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing, ICIEAM 2018 (0.759 / 0.385 Мб);
- 29) Kruglova T. Cyber-physical System of Diagnosing Electric Drives of Building Robots / A. Bulgakov, T. Kruglova, T. Bock. – Текст: непосредственный // ISARC 2018 – 35th International Symposium on Automation and Robotics in Construction and International AEC/FM Hackathon: The Future of Building Things (0.43 / 0.23 п. л.);
- 30) 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);
- 31) Kruglova T. N. Mechatronic Sliding Formwork Complex Operating Mode Optimization Using its Servos Technical Condition / A. G. Bulgakov, T. Bock, T. N. Kruglova. – Текст: непосредственный // Proceedings of the 38th International Symposium on Automation and Robotics in Construction,

- Dubai, United Arab Emirates, November 2–4, 2021 – [Dubai], 2021. – P. 683 – 687. (0.45 / 0.33 п. л.);
- 32) Kruglova, T. Cyber-physical System of the Mobile Robot's Optimal Trajectory Planning with taking into account Electric Motors Deterioration / T. Kruglova, I. Schmelev [и др.]. – Текст: электронный // 2019 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies (FarEastCon), IEEE. – Vladivostok: IEEE, 2019. (0.175 / 0.088 Мб);
- 33) Kruglova, T. Intelligent Electro–Pneumatic Module for Industrial Robots / N. Glebov, T. Kruglova, M. Shoshiashvili. – Текст: электронный // 2019 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies (FarEastCon), IEEE. – Vladivostok: IEEE, 2019. (0.187 / 0.094 Мб);

– *в полученных патентах на изобретение, патентах (свидетельствах) на полезную модель:*

- 34) 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;
- 35) 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 ЮРПТУ (НПИ). – 7 с.: ил. – Текст: непосредственный;
- 36) 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;
- 37) 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

Научные результаты также отражены в других научных изданиях:

- 38) Круглова Т.Н. Диагностирование и прогнозирование состояния мехатронных объектов (с применением методов искусственного интеллекта): монография / Круглова Т.Н.; Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, [2012]. – 132 с. – ISBN 978–3–8484–2894–6 (8.25 п. л.);
- 39) Круглова Т.Н., Глебов Н.А. Диагностирование и прогнозирование технического состояния мехатронных модулей движения технологического оборудования: монография // Юж.-Рос. гос. техн. ун-т (НПИ). – Новочеркасск: ЮРГТУ, 2011. – 119 с. – ISBN 978–5–9997–0171–8 (6.97 / 3.6 п. л.).

Результаты диссертационных исследований были представлены на 57 международных научных практических конференциях таких как: «Современные проблемы строительства: постановка задач и пути их решения (MPC-2022, г. Курск); международных симпозиумах автоматизации и роботизации в строительстве (ISARC 2020, Китаюсю, Япония), (ISARC 2019, Банф, Канада), (ISARC 2018, Берлин, Германия); международных конференциях по инженерным системам (ICES 2020, Москва); международной мультikonференции по промышленному инжинирингу и современным технологиям (FarEastCon 2019 - 2020, г. Владивосток); 1-й Международной научно-практической конференции «Прорывные технологии и коммуникации в промышленности», 2018 г., г. Волгоград; VI Международной научной конференции IPICSE-2018, г. Москва; 10-й Международной конференции «Автоматизированный электропривод» (ICEPDS-2018), г. Новочеркасск; конференции «Креативное строительство 2018», 2018 г., Любляна (Словения); Международной научно-технической конференции «Динамика в технических системах (DTS-2017)», г. Ростов-на-Дону; Международных научно-технических конференциях «Пром-Инжиниринг (ICIE)», 2015-2021 г. г., г. Новочеркасск и многих других конференциях.

Личный вклад соискателя в опубликованных в соавторстве работах состоит в: анализе структуры и принципов действия систем, построенных на основе механизмов параллельной кинематической структуры, изучении методов оценки текущего и прогнозного технического состояния приводов [8, 33], исследовании динамических процессы в механизмах [1]; разработке архитектуры системы мониторинга технического состояния исполнительных приводов механизмов параллельной кинематической структуры [6, 7]; поиске и формализации закономерной взаимосвязи вейвлет-коэффициентов тока и/или вибрации с техническим состоянием приводов [17,18 - 20, 22, 23, 27, 34]; разработке метода оценки текущего и прогнозного технического состояния приводов [2, 3, 9, 10, 11, 21, 26, 38]; исследовании методов и средств повышения надежности механизмов параллельной кинематической структуры [30], формализации критериев выбора режима их эксплуатации с учетом технического состояния систем исполнительных приводов [16, 39]; исследовании и разработке метода синтеза отказоустойчивой системы приводов механизмов параллельной кинематической структуры [4, 5, 12]; разработке метода управления механизмов параллельной кинематической структуры с учетом технического состояния исполнительных приводов [14, 15, 31]; исследовании принципы структурирования киберфизических систем оценки технического состояния приводов [6, 13, 24, 28, 29, 32, 35-37] механизмов параллельной кинематической структуры и разработке рекомендаций по проектированию отказоустойчивых параллельных механизмов на основе киберфизических систем оценки технического состояния исполнительных приводов [7, 25].

8. Научная специальность и отрасль наук, которым соответствует диссертация

Диссертационная работа Кругловой Татьяны Николаевны «Методология оценки технического состояния систем приводов машин и механизмов параллельной кинематической структуры» соответствует **паспорту научной специальности 2.5.2. Машиноведение, технической отрасли науки:**

– *направлениям исследований паспорта специальности, в частности:*

пункту 5 – *«Методы исследования и оценки технического состояния объектов машиностроения, в том числе на основе компьютерного моделирования»* – разработана методология оценки технического состояния систем приводов механизмов параллельной кинематической структуры, реализующая оценку текущего и прогнозного технического состояния всех исполнительных приводов, определение текущей и дополнительной нагрузки на исправные приводы, выбор режима эксплуатации и управления механизмом с частичным отказом в системе исполнительных приводов в соответствии с заданным законом движения.

9. Выводы:

Диссертация «Методология повышения эффективности повышения эффективности функционирования машин и механизмов параллельной кинематической структуры» оформлена в соответствии с пунктом 30 Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук и с ГОСТ Р 7.0.11–2011.

Диссертация **соответствует требованиям**, предъявляемым Положением о присуждении учёных степеней к докторским диссертациям, в том числе:

– п. 9, является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований решена научная проблема по созданию методологической основы оценки технического состояния систем приводов машин и механизмов параллельной кинематической структуры, отличающейся оценкой текущего и прогнозного технического состояния всех исполнительных приводов, определением текущей и дополнительной нагрузки на исправные приводы, выбором режима эксплуатации и управлением механизмом с частичным отказом в системе исполнительных приводов в соответствии с заданным законом движения, позволившей существенно повысить эффективность функционирования за счет обеспечения их высокой надежности и безопасности, что имеет важное хозяйственное значение.

– п. 14, в диссертации соискатель ссылается на авторов и источники заимствования материалов и отдельных результатов, отмечает обстоятельство использования в диссертации результатов научных работ, выполненных соискателем учёной степени лично и в соавторстве.

Диссертация «Методология оценки технического состояния систем приводов машин и механизмов параллельной кинематической структуры» Кругловой Татьяны Николаевны рекомендуется к защите на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 2.5.2. Машиноведение.

Заключение принято на расширенном заседании кафедры «Мехатроника и гидропневмоавтоматика» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М. И. Платова».

Присутствовали на заседании 23 чел., в том числе 5 докторов наук. Результаты голосования: «за» – 22¹ чел., «против» – нет, «воздержались» – нет, протокол № 2 от «21» сентября 2023 г.

Председательствующий
на расширенном заседании
кафедры «Мехатроника и
гидропневмоавтоматика», декан ме-
ханического факультета, кандидат
технических наук, доцент



Владимир Геннадьевич
Черных

Подпись Черных В. Г. заверяю:

Начальник управления персоналом



Галина Георгиевна
Иванченко

¹ Круглова Т.Н. участие в голосовании не принимала