

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, доцента Петушкова М.Ю. на диссертационную работу Еремеевой Виктории Александровны, «Алгоритмы обработки информации для оценки технического состояния асинхронного электродвигателя исполнительных механизмов АСУ ТП», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации, статистика

1. Актуальность темы диссертации

В современном мире, где промышленные процессы становятся все более сложными и интенсивными, задача обслуживания и поддержания технического состояния оборудования приобретают особую актуальность. Производства в области машиностроения, электроники, или приборостроения сталкиваются с необходимостью эффективного мониторинга и прогнозирования состояния оборудования. Это не только способствует минимизации простоев и экономии ресурсов, но и повышает общую безопасность и надежность производственных процессов. Внедрение современных средств в области оценки технического состояния оборудования представляет собой важный этап в развитии технической диагностики и обслуживания промышленных систем. В эпоху индустрии 4.0, где автоматизация и оптимизация производства становятся ключевыми факторами конкурентоспособности, эффективное прогнозирование и контроль состояния оборудования приобретают повышенное значение. В данном исследовании рассматриваются новые алгоритмы обработки информации для оценки технического состояния оборудования. Алгоритмы классификации, регрессии и кластеризации, зарекомендовало себя как эффективный инструмент для анализа больших объемов данных и выявления сложных зависимостей. Следуя тенденциям промышленной революции, современные предприятия сталкиваются с постоянным ростом сложности и объемов производства. Одновременно с этим, клиенты становятся более требовательными к качеству продукции и срокам поставок. В таких условиях несвоевременные отказы оборудования или их ремонт могут привести к серьезным простоям и финансовым потерям. Для эффективного управления и поддержания технической готовности оборудования, на смену традиционным методам диагностики приходят методы,

которые позволяют прогнозировать возможные отказы и, соответственно, проводить профилактическое обслуживание. К числу приоритетных задач по повышению уровня безотказности оборудования относятся совершенствование методов и алгоритмов анализа надежности, рациональное применение их результатов в действующем производстве. Решение о стратегии использования технических систем может приниматься автоматизированной системой управления или может входить или в систему контроля, или в систему восстановления работоспособности объекта. Алгоритмическое обеспечение, разработанное применительно к конкретному объекту, позволяет определить необходимые структуру и состав вычислительно-управляющего комплекса.

В связи с этим диссертационная работа Еремеевой Виктории Александровны, посвященная разработке алгоритмов обработки информации для оценки технического состояния асинхронного электродвигателя исполнительных механизмов АСУ ТП, является актуальной.

2. Научная новизна, достоверность и обоснованность результатов диссертационного исследования

В диссертационном исследовании сформулирована и решена основная научно-практическая задача - разработать новые алгоритмы обработки информации и диагностические критерии для оценки технического состояния асинхронного электродвигателя исполнительных механизмов АСУ ТП. В ходе решения поставленной задачи соискателем получены следующие новые научные результаты:

- разработан новый алгоритм обработки сигналов и диагностический критерий для обнаружения межвиткового замыкания в статоре АД в виде функции классификации, на основе того, взаимных разностей между фазовыми задержками основных гармоник сигналов токов и напряжений АД;

- разработан новый алгоритм обработки сигналов и диагностический критерий для обнаружения обрыва стержня ротора в АД в виде функции классификации;

- разработан новый алгоритм обработки сигналов виброускорений, измеренных с вращающегося вала АД, с использованием преобразования Гилберта-Хуанга для получения изображений спектра Гилберта, содержащих диагностические признаки неисправностей подшипников качения в виде локальных изменений амплитуды виброускорения, а также

диагностический критерий, который обосновывает принадлежность изображения спектра к конкретному классу неисправности подшипника.

Достоверность и обоснованность результатов диссертационной работы обеспечивается корректным применением теоретических методов системного и имитационного моделирования, статистической проверкой разработанных методов обработки информации на имитационной модели, экспериментальной проверкой адекватности имитационной модели и алгоритмов обработки информации. Все научные положения, выводы и результаты хорошо аргументированы.

Результаты диссертационного исследования представлены автором в 2 статьях в журналах, рекомендованных ВАК, и 4 статьях в Scopus. Также автором получен патент на изобретение.

3. Теоретическая и практическая значимость результатов исследования

Теоретическая значимость работы связана с предложенным подходом использовать векторный метод матричных пучков к сигналам тока и напряжения АД. Предлагается использовать метод опорных векторов для определения диагностических признаков, позволяющих получить новые диагностические критерии для оценки состояния АД. Также впервые к сигналам виброускорения, применено преобразование Гилберта-Хуанга, преобразовать эти сигналы в изображения, которые затем могут быть распознаны свёрточной нейронной сетью для оценки состояния подшипников качения.

Практическая значимость работы состоит в разработанном алгоритмическом обеспечении и создании программно- аппаратного комплекса, в котором реализованы разработанные алгоритмы обнаружения неисправностей АД. Работоспособность разработанных алгоритмов и диагностических критериев подтверждена экспериментально, что позволяет рекомендовать их для интеграции в существующие АСУ ТП для непрерывного контроля за техническим состоянием АД. Алгоритмы могут быть адаптированы для оценки состояния других типов электродвигателей и вращающегося оборудования. Полученные результаты диссертационной работы внедрены в деятельности НТЦ «Приводная техника».

4. Замечания по диссертационной работе

В качестве недостатков работы следует отметить:

1. Работа называется «...исполнительных механизмов», а первая глава посвящена двигателям мощных промышленных механизмов. Возмож-

но ли, сравнивать двигатели мощных промышленных механизмов и маломощные исполнительные.

2. На стр. 16 есть ссылка на источник под номером 29, а на самом деле цитируется закон Монтзингера (немецкий инженер, который в 1930 году на основании своих опытов и опытов других авторов предложил «**правило восьми градусов**» для определения срока службы изоляции класса А (бумага, пряжа, шёлк)). Затем он трансформировался в правило 10 градусов.
3. Параграф 1.5. носит название - Причины появления сломанных стержней в роторе АД, а кто их ломал, тем более что третья глава носит название «Диагностика обрыва стержня»
4. Для использования теоремы Каруша-Куна-Таккера (стр.35) необходимы 4 условия. А они выполняются?
5. На стр.36 «частоту дискретизации рекомендуется выбирать из диапазона от 100 до 5000 Гц». Стр. 40, стр.57 «Частота дискретизации сигналов выбрана равной 50 кГц». А как быть с теоремой Котельникова.
6. Судя по табл. 3.3 можно ли определить количество стержней вышедших из строя.
7. Чем отличается преобразование Гильберта - Хуанга от преобразования Фурье и от вейвлет-преобразования и чем оно привлекательно.

5. Заключение о соответствии диссертационной работы критериям, установленным Положениям о присуждении ученых степеней

Указанные выше недостатки не снижают общей положительной оценки диссертационной работы в целом.

В диссертации представлены новые научные результаты, полученные автором лично. Предложенные автором решения в области поиска дефектов асинхронных двигателей являются новыми и оригинальными.

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 2.3.1. «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика» по следующим пунктам паспорта специальности п.3. Разработка критериев и моделей описания и оценки эффективности решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений, обработки информации и искусственного интеллекта; п.4. Разработка методов и алгоритмов решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений, обработки информации и искусственного интеллекта; п.5. Разработка специального математического и алгоритмического обеспече-

ния систем анализа, оптимизации, управления, принятия решений, обработки информации и искусственного интеллекта.

Таким образом, представленная к защите диссертационная работа соответствует предъявляемым требованиям, а её автор Еремеева Виктория Александровна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Официальный оппонент

Доктор технических наук,
доцент, профессор кафедры
«Электроника и микроэлектроника»
ФГБОУ ВО «Магнитогорский
Государственный технический
университет им.Г.И.Носова»

Петушков Михаил Юрьевич



02.06.2025

Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук защищена по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы

Данные об организации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

Россия, 455000, г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38.

Телефон: +7 (800) 100-1934

Email: mgtu@mgtu.ru

Сайт организации : <https://mgtu.ru/>

Подпись *Петушкова Михаила Юрьевича* заверяю

М.П.

