

ОТЗЫВ

официального оппонента

доктора технических наук, профессора Красникова Степана Альбертовича на диссертационную работу Яблокова Александра Евгеньевича на тему «Научно-практические основы создания автоматизированных систем технического мониторинга и диагностики оборудования зерноперерабатывающих предприятий на базе нейросетевых методов анализа данных», представленную на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 2.3.3 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами

Актуальность темы

Помещения по переработке и хранению зерна из-за наличия органической пыли обладают повышенной пожарной опасностью. В свою очередь, в таких помещениях неисправность оборудования может способствовать возгоранию, что приводит к необходимости его технического мониторинга и диагностики.

Техническая диагностика является составной частью технического обслуживания оборудования, позволяет перейти от стратегии обслуживания по регламенту к более эффективной системе обслуживания и ремонта по фактическому состоянию.

При автоматическом контроле за техническим состоянием оборудования происходит получение и обработка диагностической информации. Процесс автоматического контроля состоит из двух основных этапов: 1) восприятие информации о состоянии объекта и внешних условий и преобразование её к виду, удобному для последующей обработки; 2) обнаружение в поступающей информации признаков контролируемого события и формирование сигнала о нём.

В настоящее время в России системы мониторинга и диагностики промышленных объектов используются преимущественно в нефтегазовой отрасли и энергетике. Такие системы узкоспециализированы, имеют высокую стоимость, для их функционирования требуются специалисты высокой

квалификации.

Современный уровень развития микроэлектронной базы и информационных технологий, методов распознавания образов позволяет создать доступные автоматизированные системы технического мониторинга и диагностики нового поколения с интеллектуальными технологиями анализа диагностической информации.

Таким образом, повышение безопасности зерноперерабатывающих предприятий, совершенствование технического обслуживания, поддержание высокой эффективности технологических процессов путём разработки доступных и информативных интеллектуальных систем мониторинга и диагностики оборудования являются одной из важнейших научных проблем с точки зрения развития зерноперерабатывающей отрасли России, имеет важное народнохозяйственное значение и соответствует актуальным научно-техническим задачам специальности 2.3.3 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

Достоверность, обоснованность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Достоверность представленных в работе результатов исследования обеспечивается:

- исследованием отечественного и зарубежного опыта;
- использованием в работе научно-методологических основ и практических методов технического диагностирования, сформулированных отечественными и зарубежными учёными и специалистами;
- использованием методов системного анализа и математической статистики;
- использованием законов классической механики и уравнения Лагранжа при разработке диагностических моделей оборудования;
- результатами экспериментальных исследований в области технического мониторинга и диагностики промышленного оборудования, проведённых в лабораториях ФГБОУ ВО «МГУПП» и производственных условиях

промышленных предприятий;

- подтверждением результатов внедрения на предприятиях: ООО «Эрман», ООО «Русское поле», ООО «Экан», ООО «Северный лес», ООО «Пачелмское хозяйство» ОП «Пачелмское», а также в учебном процессе ФГБОУ ВО «МГУПП».

Обоснованность научных положений, рекомендаций и выводов, изложенных в работе, определяется использованием современных математических методов, сравнительным анализом аналитических и экспериментальных зависимостей, применением компьютерных систем.

Поставленные в работе задачи решены с использованием теории распознавания образов, элементов теории машинного обучения, нейронных сетей, теории цифровой обработки сигналов и изображений, математического моделирования, методов системного анализа и математической статистики. Численная и графическая обработка результатов исследования производилась с применением пакета MATLAB.

Наиболее значимые **научные результаты** исследования представлены следующими положениями.

1. Определены зависимости между техническим состоянием технологических машин, диагностическими признаками неисправностей и качественными показателями технологических процессов измельчения и шелушения зернового сырья.

2. Выявлены структурные особенности компоновки технологических машин, согласно которым разработано четыре типа диагностических моделей.

3. Определены зависимости между кинематическими (зазоры в сопряжениях), динамическими (жёсткость элементов, силы сопротивления, инерционные характеристики, внешние силы) и технологическими (расход и равномерность подачи, характеристики рабочих органов, рабочие зазоры и пр.) отклонениями в работе оборудования и их диагностическими признаками – параметрами колебаний.

4. Разработаны новые методы классификации технического состояния зерноперерабатывающего оборудования по параметрам вибрации,

потребляемого тока и излучаемого звука на базе методов нейросетевого анализа диагностических признаков с использованием искусственной нейронной сети различных архитектур.

5. Разработаны новые методы прогнозирования изменения технического состояния оборудования по трендовым характеристикам диагностических признаков с использованием нейросетевых методов анализа временных рядов.

6. Созданы методологические основы и разработан новый класс автоматизированных распределенных систем сбора, обработки, интеллектуального анализа и удаленного доступа к диагностической информации в режиме реального времени.

Практическая значимость результатов исследования

1. Результаты теоретических и экспериментальных исследований получили практическую реализацию при разработке стационарной системы мониторинга технического состояния молотковой дробилки. Разработка защищена патентом на полезную модель.

2. Разработана конструкторская документация и созданы опытные образцы прибора сбора и предварительной обработки диагностической информации.

3. Разработана распределённая система мониторинга и технической диагностики оборудования, которая обеспечивает удалённый сбор, хранение, анализ и отображение информации с использованием облачных технологий и технологий удалённого доступа посредством сети Internet.

4. Получены свидетельства о государственной регистрации микропрограммы для микроконтроллера цифрового датчика системы технического мониторинга, двух программ для цифровой обработки и анализа сигналов в задаче технического диагностирования, программа для акустической диагностики оборудования по вейвлет-скалограмме излучаемого звука с использованием свёрточной нейронной сети.

5. Результаты исследования используются в учебном процессе ФГБОУ ВО «МГ УПП».

Значимость полученных автором диссертации результатов для развития зерноперерабатывающей отрасли, рекомендации по практическому использованию результатов и выводов диссертации

Значимость полученных автором диссертации результатов для повышения уровня автоматизации зерноперерабатывающей отрасли Российской Федерации определяется новым подходом к автоматизации процедур технического мониторинга и диагностики оборудования с использованием новых программно-аппаратурных средств сбора и обработки диагностической информации и технологий искусственных нейронных сетей для автоматизации процедур классификации состояний объекта по диагностическим признакам. Полученные результаты обладают научной новизной и практической ценностью отраслевого уровня.

Соответствие научной специальности

Тема и сама диссертационная работа по своему уровню и содержанию соответствуют требованиям ВАК Минобрнауки России по специальности 2.3.3 — Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами, а именно пунктам: 2. Методология, научные основы и формализованные методы построения автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП) и производствами (АСУП), а также технологической подготовкой производства (АСТПП) и т.д.; 4. Теоретические основы, средства и методы промышленной технологии создания АСУТП, АСУП, АСТПП и др.; 5. Научные основы, модели и методы идентификации производственных процессов, комплексов и интегрированных систем управления; 8. Методы эффективной организации и ведения специализированного информационного и программного обеспечения АСУТП, АСУП, АСТПП и др., включая базы и банки данных и методы их оптимизации; 13. Теоретические основы, методы и алгоритмы диагностирования (определения работоспособности, поиск неисправностей и прогнозирования) АСУТП, АСУП, АСТПП и др.; 14. Теоретические основы, методы и алгоритмы интеллектуализации решения прикладных задач при построении АСУ широкого назначения (АСУТП, АСУП, АСТПП и др.); 17. Разработка автоматизированных систем научных исследований; 19. Цифровизация управления в

промышленности.

Замечания по диссертации и автореферату

1. Автору следовало бы провести сравнительный анализ результатов диагностического моделирования и натурных экспериментов.
2. Следовало более подробно описать процедуру обучения искусственной нейронной сети при реализации предложенной архитектуры системы мониторинга в производственных условиях.
3. Не понятен функционал и инструментарий специалиста по анализу данных Data scientist и машинному обучению (рис. 6.19).
4. Следовало более чётко сформулировать требования к техническим характеристикам аппаратных средств системы технической диагностики.
5. Не раскрыт вопрос обеспечения безопасности информации при использовании распределённой системы мониторинга.
6. При исследовании эффективности применения различных диагностических признаков в задаче нейросетевой классификации состояний не обоснован объём экспериментальных данных – 150 измерений для каждого состояния (стр. 202 «Было проведено 1200 измерений (по 150 измерений для 8 состояний»)).
7. Из диссертации не совсем понятно, в каком виде должна храниться собранная диагностическая информация в БД системы диагностики.
8. Следовало бы поставить и решить задачу оптимизации объёма диагностической информации, загружаемой в базу данных системы мониторинга и диагностики.

Заключение

Диссертация является законченным научно-исследовательским трудом, выполненным автором самостоятельно на высоком научном уровне. В ней приведены научные результаты, позволяющие квалифицировать диссертационную работу Яблокова А.Е. как самостоятельное, законченное научное исследование, решающее прикладную проблему автоматизации процедур мониторинга и диагностики оборудования зерноперерабатывающих

предприятий с использованием нейросетевых технологий анализа данных и полностью соответствующее специальности 2.3.3 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключение обоснованы.

Работа базируется на достаточном числе исходных данных, примеров и расчётов. Она написана доходчиво, грамотно и аккуратно оформлена. По работе сделаны чёткие выводы.

Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

Диссертационная работа отвечает требованиям «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842 (ред. от 01.10.2018), предъявляемым ВАК Министерства науки и высшего образования РФ к диссертациям на соискание учёной степени доктора технических наук, а её автор Яблоков Александр Евгеньевича заслуживает присуждения учёной степени доктора технических наук по специальности 2.3.3 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

Официальный оппонент

доктор технических наук, доцент, профессор кафедры
математического обеспечения и стандартизации информационных технологий
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «МИРЭА - Российский технологический университет»

119048, РФ, Москва, ул. Кооперативная, д. 10, кв. 15

телефон: 8-903-719-83-85

e-mail: skrasnikov@gmail.com



Красников Степан Альбертович

