

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации

Яблокова Александра Евгеньевича

«Научно-практические основы создания автоматизированных систем технического мониторинга и диагностики оборудования зерноперерабатывающих предприятий на базе нейросетевых методов анализа данных», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.3.3 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами

Зерноперерабатывающие предприятия оснащены высокопроизводительным, и энергоемким оборудованием, увязанным в технологические линии непрерывного, поточного производства. При этом внезапная поломка одной машины приводит к остановке всего технологического процесса и может создавать пожаро - взрывоопасную ситуацию на производстве. Техническая диагностика отдельного оборудования, позволяющая выявлять отклонения в работе и дефекты машин на ранней стадии их развития, увязанная в информационно-аналитическую систему, является действенным инструментом повышения эксплуатационной надёжности всего зерноперерабатывающего комплекса. Отсутствие доступных аппаратурных средств и научно-обоснованных методов диагностирования технологических машин не позволяет внедрять этот важный инструмент на зерноперерабатывающих предприятиях

Таким образом, актуальность диссертационного исследования обусловлена необходимостью создания современных и доступных автоматизированных систем технического мониторинга оборудования предприятий зерноперерабатывающей отрасли с целью повышения техногенной безопасности производства, надёжности и эффективности в работе технологических машин, снижения затрат на их эксплуатацию.

Научная новизна диссертационной работы заключается в следующем:

1) в результате теоретических и экспериментальных исследований определены зависимости между показателями, определяющими эффективность технологических процессов измельчения и шелушения зернового сырья, техническим состоянием технологических машин и соответствующими им диагностическими признаками;

2) на базе технологий искусственных нейронных сетей предложены новые методы классификации технических состояний оборудования по различным диагностическим параметрам;

3) на базе методов регрессионного анализа с использованием искусственных нейронных сетей разработаны новые методы прогнозирования технического состояния оборудования по временным рядам значений диагностических признаков;

4) созданы методологические основы и разработан новый класс автоматизированных систем сбора и обработки диагностической информации.

Практическая ценность работы заключается в том, что по результатам

исследований технологической эффективности работы вальцового станка разработаны и защищены патентами РФ:

- устройство подачи продукта в вальцовый станок;
- привод вальцового станка с пониженным уровнем вибрации;
- мукомольный валец повышенной жёсткости;
- размольный узел вальцового станка с устройством стабилизации зазора.

На базе разработанных методов, алгоритмов, программных и аппаратных средств создана автоматизированная система технического мониторинга и диагностики оборудования СТМ-12Т. Создана автоматизированная система научных исследований методов технической диагностики технологических машин по параметрам вибрации, потребляемого тока и излучаемого машиной звука на базе АЦП Е-440 и комплекса специально разработанных программ для автоматизации процедур сбора, цифровой обработки и анализа диагностических сигналов, формирования обучающих и тестовых выборок для обучения ИНС и решения задач классификации.

Результаты исследований используются в учебном процессе ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств», а также в НОЧУ ДПО «Международная промышленная академия».

По результатам анализа публикаций автора сделан вывод о том, что содержание опубликованного материала соответствует теме исследований, а объём выполненных работ соответствует требованиям, установленным ВАК к докторским диссертациям. Основные результаты исследований доложены на общероссийских и международных научно-практических конференциях.

При рецензировании данной работы имеются возникли некоторые замечания:

1. В автореферате представлены материалы, позволяющие высоко оценить результаты исследований, направленные на разработку диагностики технического состояния отдельного технологического оборудования и не понятно каким образом эта информация увязывается с оценкой работы всей технологической линии производства;
2. На стр. 12 приводятся материалы, которые позволяют сравнить эффективность работы вальцового станка, молотковой дробилки при изношенных и не изношенных вальцах, молотках, ситах, но не дается оценка степени этой изношенности не понятно где предел изношенности при котором еще возможно продолжать работать;
3. Из автореферата не понятно, как полученные в результате обработки экспериментальных данных уравнения регрессии (3, 4, 5 и 6) будут использоваться при решении задач диагностирования оборудования;
4. В технологической схеме производства муки вальцовые станки используются на разных этапах размола зерна и промежуточных продуктов, имеющих различные физико-механические свойства. Из автореферата неясно, как и в какой мере учитывались свойства продуктов при диагностическом моделировании работы вальцового станка.

Данные замечания не снижают актуальность и ценность работы.

На основе представленных в автореферате материалов можно сделать следующее заключение: диссертация Яблокова Александра Евгеньевича является законченной научно - квалификационной работой, в которой содержится решение важной прикладной проблемы, работа соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (Постановление Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842), предъявляемым Высшей аттестационной комиссией Министерства образования и науки РФ к диссертациям на соискание ученой степени доктора технических наук, решающей важную научно- практическую задачу разработки методологии создания систем мониторинга и диагностики оборудования с использованием нейросетевых технологий.

Считаю, что автор работы А.Е. Яблоков заслуживает присуждения ему учёной степени доктора технических наук по специальности 2.3.3 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

Заведующий кафедрой зерна
и продуктов его переработки
НОУ ДПО Международная
промышленная академия, д.т.н.
по специальности, 05.18.01,
профессор

В.Б. Фейденгольд

Некоммерческое образовательное частное учреждение Дополнительного профессионального образования «Международная промышленная академия»
Россия, 115093, г. Москва, 1-й Щипковский пер., д. 20
Контактный телефон: (499) 235-95-79
E-mail: mpa@grainfood.ru
<http://www.grainfood.ru>

Подпись зав.кафедрой зерна и продуктов его переработки НОУ ДПО «МПА», д.т.н., проф. Фейденгольда В.Б. заверяю.

Зав. отделом по работе с персоналом
М.С. Миронова



ОТЗЫВ

на автореферат диссертации

Яблокова Александра Евгеньевича

на тему: «**Научно-практические основы создания автоматизированных систем технического мониторинга и диагностики оборудования зерноперерабатывающих предприятий на базе нейросетевых методов анализа данных**» представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.3.3 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами»

Современное развитие научно-технического потенциала зерноперерабатывающей отрасли Российской Федерации невозможно без реализации современных информационных и цифровых технологий, таких как промышленный интернет вещей, машинное обучение, нейросетевые методы, цифровые методы обработки сигналов, облачных технологий и др.

Целью диссертационной работы Яблокова А.Е. является повышение безопасности зерноперерабатывающих предприятий, совершенствование технического обслуживания, поддержание высокой эффективности технологических процессов путем разработки и создания доступных и информационно емких интеллектуальных систем мониторинга и диагностики оборудования.

Научная новизна исследований заключается в определении зависимостей между техническим состоянием технологических машин, диагностическими признаками неисправностей и качественными показателями технологических процессов измельчения и шелушения зернового сырья; разработке новых методов классификации технических состояний зерноперерабатывающего оборудования по параметрам вибрации, потребляемого тока и излучаемого звука на базе методов нейросетевого анализа диагностических признаков; создании методологических основ проектирования автоматизированных многоуровневых систем сбора, обработки (на базе методов ЦОС), интеллектуального анализа (на базе методов ИНС) и удаленного доступа к диагностической информации в режиме реального времени для решения задач мониторинга и диагностики технического состояния оборудования.

Результаты теоретических и экспериментальных исследований получили **практическую реализацию** при разработке стационарной системы мониторинга технического состояния технологических машин зерноперерабатывающих предприятий.

Большая часть работы посвящена исследованию объектов диагностирования с помощью специально разработанных диагностических моделей, которые представлены в виде систем дифференциальных уравнений динамики. В них за-

ложены возможности математического моделирования различных неисправностей и отклонений в работе реальных объектов. Анализ результатов численного решения систем дифференциальных уравнений в программе Matlab позволил определить законы движения компонентов системы в виде временных реализаций параметров колебательных процессов при наличии дефектов, исследовать свойства и характеристики объекта, выбрать методы и разработать процедуры его диагностирования.

Практические исследования посвящены оценке эффективности применения методов нейросетевого анализа данных в задаче классификации состояний объекта. Представлены результаты натуральных экспериментов по моделированию различных дефектов механических передач и подшипника качения на экспериментальной установке. В работе приводятся результаты успешного применения многослойного персептрона и сверточных нейронных сетей для классификации технического состояния механизмов по спектрам и изображениям спектрограмм и скалограмм, полученных в результате STFT и CWT преобразований сигналов различных датчиков. Разработан метод экстраполяционного прогнозирования технического состояния объекта контроля по временным реализациям диагностического признака.

Научная обоснованность работы отражена в 109 публикациях автора, подтверждается положительными результатами внедрения результатов научной работы на производстве. Выводы и рекомендации, представленные в работе, обладают научной новизной, имеют важное практическое значение для зерноперерабатывающей отрасли АПК, обоснованы и достоверны.

По автореферату необходимо сделать следующие **замечания:**

1. Автору следовало пояснить, как определяется жесткость подшипниковых опор (c_{Ay} , c_{By}) при диагностическом моделировании работы вентилятора (стр. 17).
2. На графиках спектров виброскорости (рис. 7) желательно было дать пояснения, какие составляющие спектра вибрации детерминированы с рассматриваемыми дефектами.
3. Из текста автореферата неясно, какой критерий использовался при определении эффективности классификации технических состояний при использовании ИНС различных архитектур.

Несмотря на изложенные замечания, диссертационная работа представляет собой завершенную научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную тему и решающую важную прикладную проблему автоматизации процедур мониторинга и диагностики оборудования зерноперерабатывающих предприятий с использованием нейросетевых технологий анализа данных. Она соответ-

вует требованиям п.п. 9–14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842 (ред. От 01.10.2018 г), предъявляемым ВАК Министерства науки и высшего образования РФ к диссертациям на соискание ученой степени доктора технических наук. Автор, Яблоков Александр Евгеньевич заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.3.3 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами».

Согласен на включение персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

Профессор кафедры физики имени В.А Фабриканта
Национального исследовательского университета «МЭИ»,
доктор физико-математических наук

Галимбеков Айрат Дамирович



«04» октября 2022 г.

Подпись Галимбекова Айрата Дамировича заверяю:

Специалист отдела кадров




ЗАМЕСТИТЕЛЬ НАЧАЛЬНИКА
УПРАВЛЕНИЯ ПО РАБОТЕ С ПЕРСОНАЛОМ
Л.И. ПОЛЕВАЯ

«04» октября 2022 г.

ФГБОУ ВО Национальный исследовательский университет «МЭИ»,
Адрес: 111250, г.Москва, ул.Красноказарменная, д.14

тел.: +79033562337

e-mail: airbek@yandex.ru

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Яблокова Александра Евгеньевича «Научно-практические основы создания автоматизированных систем технического мониторинга и диагностики оборудования зерноперерабатывающих предприятий на базе нейросетевых методов анализа данных», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.3.3 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами

Актуальность. Технологические машины зерноперерабатывающих предприятий относятся к основным производственным фондам, от надежности и эффективности функционирования которых зависит экономическая эффективность работы предприятия. Техническая диагностика является основой объективной оценки качества изготовления, предремонтного и послеремонтного состояния оборудования, а также выбора его оптимальных эксплуатационных режимов, поэтому решение данной научной проблемы с помощью новых информационных технологий является актуальной и перспективной работой.

Научная новизна и практическая значимость. В работе изложены научно-обоснованные методы технического диагностирования на базе статистических методов и технологий искусственных нейронных сетей (ИНС). Проведены многочисленные эксперименты, обработаны данные на ПК с применением известных программных продуктов, а также разработаны установки, позволяющие с использованием ИНС исследовать состояние оборудования зерноперерабатывающих предприятий.

Замечания по автореферату:

1. Из автореферата не ясно - достигнута ли цель работы «... повышение безопасности производства, надежности и эффективности технологического оборудования...», например, за счет чего повысилась надежность работы оборудования?

2. Правильно с математической точки зрения складывать массу и коэффициент жесткости в выражении (7) на странице 16 автореферата?

3. Автору следовало обосновать частотный диапазон измерения вибрации, звука и тока.

4. Из автореферата не понятно, по каким критериям определялись точки съема диагностической информации;

5. В исследованиях на экспериментальной установке использовался пьезоэлектрический акселерометр KD39 (стр. 23), а в разработанной системе СТМ-12 используется MEMS – акселерометр (стр. 34).

6. Количество знаков без пробелов автореферата превышает 80 000.

Заключение. Судя по автореферату, диссертация «Научно-практические основы создания автоматизированных систем технического мониторинга и диагностики оборудования зерноперерабатывающих предприятий на базе нейросетевых методов анализа данных» соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор, Яблоков Александр Евгеньевич, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.3.3.

Доктор технических наук, доцент, заведующий
кафедрой «Природообустройство, строительство
и теплоэнергетика»



Бакиров Сергей Мударисович

Подпись С. М. Бакирова заверяю:
Ученый секретарь
ФГБОУ ВО Вавиловский университет



Волощук Людмила Анатольевна

ФГБОУ ВО Вавиловский университет
Почтовый адрес: 410012, Россия, г. Саратов, Театральная пл., д. 1.
Телефон: 8(917) 217-2888; E-mail: s.m.bakirov@mail.ru

06.09.2022 г.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Яблокова Александра Евгеньевича, на тему: «Научно-практические основы создания автоматизированных систем технического мониторинга и диагностики оборудования зерноперерабатывающих предприятий на базе нейросетевых методов анализа данных», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.3.3 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами

Актуальность диссертационной работы не вызывает сомнения, т.к. она посвящена разработке автоматизированной системы мониторинга и технической диагностики зерноперерабатывающего оборудования с применением нейросетевых методов классификации его технического состояния. Такие системы позволяют отслеживать деградиционные процессы, происходящие в машинах при их эксплуатации и находить рациональные решения по их техническому обслуживанию и ремонту.

Автором сформулированы в работе задачи, которые последовательно решены в ходе исследований. В работе приведён большой объём исследований по определению влияния различных неисправностей оборудования на качественные характеристики процессов измельчения и шелушения зернового сырья. Кроме того, рассмотрены методы математического моделирования функционирования машин при различных отклонениях, связанных с наличием неисправностей. Экспериментально автором установлены зависимости между неисправностями и параметрами колебаний различных деталей машин. Эти зависимости обладают научной новизной. К научной новизне можно отнести также разработку методов классификации технического состояния машин по спектрам, спектрограммам и вейвлет-скалограммам сигналов от датчиков с применением технологий искусственных нейронных сетей.

По результатам исследования автором получены патенты РФ на изобретения и полезные модели различные технические решения в конструкции машин, повышающие их эффективность, снижающие вибрацию и шум. На часть компьютерных программ, разработанных в ходе исследований, получены свидетельства о государственной регистрации.

Интерес представляет разработка первичного прибора сбора и анализа диагностической информации и специального комбинированного датчика вибрации и температуры. Прототип распределенной системы мониторинга и

разработанные автором методы диагностики успешно прошли апробацию на промышленных предприятиях.

Основные результаты исследований были доложены на общероссийских и международных научно-практических конференциях и опубликованы в печати.

По материалам в автореферате, имеются замечания:

1. Результаты экспериментальных данных автор аппроксимирует полиномиальными моделями регрессии 2-го порядка (ф. 3, 4, 5 и 6). Чем обусловлен выбор этой модели регрессии?
2. Из автореферата не понятно, как определены инерционные и жесткостные коэффициенты диагностических моделей рассматриваемых машин при компьютерном моделировании их работы.
3. Следовало более подробно изучить влияние технологической нагрузки на значения диагностических признаков рассматриваемых дефектов.

Диссертационная работа Яблоков Александр Евгеньевич является законченной научной квалификационной работой и соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней» (Постановление Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842), а Яблоков Александр Евгеньевич заслуживает присуждения ему учёной степени доктора технических наук по специальности 2.3.3 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

Отзыв подготовил


Д-р техн. наук, профессор
по специальности 05.18.12- Процессы и
аппараты пищевых производств,
заведующий кафедрой «Процессы и
аппараты перерабатывающих
производств» ФГБОУ ВО Российский
государственный аграрный
университет - МСХА имени К.А. Тимирязева

 С.А. Бредихин

г. Москва, ул. Лиственничная аллея 4А
e-mail Bredihin2006@yandex.ru
тел. 8499-977-9273

Подпись
заверяю

Руководитель службы кадровой
политики и приема персонала



Я. Бредихин Сергей Алексеевич, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Яблокова Александра Евгеньевича, и их дальнейшую обработку.



ОТЗЫВ

на автореферат диссертации А. Е. Яблокова, выполненную на тему:
*«Научно-практические основы создания автоматизированных систем
технического мониторинга и диагностики оборудования
зерноперерабатывающих предприятий на базе нейросетевых методов
анализа данных»*,

представленной на соискание ученой степени доктора технических наук
по специальности 2.3.3 – Автоматизация и управление
технологическими процессами и производствами

Диссертация выполнена на актуальную тему, отвечающую современным запросам зерноперерабатывающей промышленности в области разработки и создания автоматизированных систем мониторинга и диагностики технического состояния технологического оборудования. Большинству российских зерноперерабатывающих предприятий недоступно приобретение дорогостоящих диагностических систем, которые используются на предприятиях энергетической, химической, металлургической промышленности. В этой связи необходимы новые подходы и технические решения в области автоматизации процедур контроля технического состояния технологических машин.

В рамках научной работы автором исследовано влияние различных неисправностей зерноперерабатывающих машин на технологические процессы измельчения и шелушения зернового сырья. Полученные в результате обработки экспериментальных данных математические зависимости используются для контроля показателей технологического процесса по таким диагностическим признакам, как удельные энергозатраты, параметрам вибрации.

В работе использованы методы математического моделирования. Автором разработаны диагностические модели типовых машин мукомольного и комбикормового производств. В результате компьютерного моделирования установлены зависимости между техническим состоянием машин и параметрами их вибрации. На основании результатов моделирования и дополнительно проведенных натурных экспериментов автором разработан метод диагностирования (определения класса технического состояния объекта контроля) по различным диагностическим признакам: значениям амплитуд спектров, изображениям спектрограмм и скалограмм сигналов от различных датчиков (вибрации, тока, звука) с использованием технологии искусственных нейронных сетей. Полученные автором результаты исследований обладают научной новизной и практической значимостью.

Заслуживает внимания практическая реализация результатов исследований. На базе современных электронных компонентов разработан прототип первичного прибора сбора и анализа диагностической информации, элементы интерфейса системы удаленного мониторинга состояния

оборудования. Прибор прошел успешные испытания на промышленных предприятиях отрасли.

Результаты исследований апробированы на международных конференциях, опубликованы в виде статей, докладов, монографий. Оригинальные технические решения защищены патентами РФ на изобретения и полезные модели. Отдельные результаты работы отражены в учебнике для ВУЗов, двух учебных пособиях, используются в учебном процессе при подготовке бакалавров и магистров, обучающихся по направлениям 15.03.02 и 15.04.02 «Технологические машины и оборудование», 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника», 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств».

Недостатки работы:

1. Структурная схема разработанного метода диагностики на базе комплексной оценки результатов классификации (рис. 23) имеет мелкие надписи и плохо читается. В тексте автореферата практически отсутствует описание данной схемы.
2. При разработке аппаратных средств диагностики автором использованы импортные микропроцессоры и электронные компоненты. Следовало рассмотреть возможность применения микроэлектронных компонентов отечественного производства.
3. Из автореферата неясно, почему для классификации состояний по значениям амплитуд спектров диагностических сигналов выбрана ИНС с 10 нейронами и алгоритмом обучения – масштабированный метод сопряженных градиентов (стр. 25).

Отмеченные недостатки не меняют принципиальной положительной оценки работы. Считаю, что диссертация выполнена на хорошем научном уровне, а ее автор Яблоков Александр Евгеньевич заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.3.3 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

Заведующий кафедрой
автоматики и вычислительной
техники
Мурманского
государственного технического
университета, канд. техн. наук (по
специальностям 05.13.06 и 05.18.04),
доцент

Адрес: 183010, г. Мурманск,
Ул. Спортивная д.13
Телефон: 8-960-025-25-54
Эл. Почта: kaychenovav@mstu.edu.ru




Кайченов Александр Вячеславович

22.09.2022 г.

Подпись А.В. Кайченова
Ученый секретарь
ФГАОУ ВО, МТУ

А.В. Кайченов

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации 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 ученой степени доктора технических наук по специальности 2.3.3 «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами»

Актуальными задачами зерноперерабатывающей отрасли являются обеспечение пожарной и взрывопожарной безопасности производств, оптимизация затрат на техническое обслуживание основных производственных фондов. Отечественный и мировой опыт эксплуатации промышленных объектов свидетельствует о том, что использование на предприятиях систем непрерывного мониторинга технического состояния технологического оборудования повышает безопасность производства, способствует предупреждению отказов и поломок оборудования, позволяет прогнозировать изменения технического состояния машин и более полно использовать их ресурс. Однако существующие отечественные и зарубежные системы технического мониторинга и диагностики (СМиД) не применимы на зерноперерабатывающих предприятиях из-за их высокой стоимости, отсутствия на предприятиях специалистов в области технической диагностики, способных поддерживать работу подобных систем.

Научная новизна. Исследования А. Е. Яблокова посвящены разработке новых, научно-обоснованных методов обработки и анализа диагностической информации с целью создания автоматизированных систем технического мониторинга и диагностики оборудования зерноперерабатывающих предприятий. Теоретические исследования посвящены разработке и анализу диагностических моделей оборудования с целью формирования диагностических признаков различных дефектов машин.

Экспериментальные исследования посвящены разработке методов автоматизации процедур классификации технических состояний механических передач, подшипников качения с использованием технологии искусственных нейронных сетей (ИНС). В качестве входных признаков для ИНС использо-

ваны амплитуды спектров, предварительно обработанных методами ЦОС сигналов с различных датчиков, а также спектрограммы и скалограммы этих сигналов в виде изображений. Результаты исследований показали высокую эффективность (более 90 % правильных результатов) применения нейросетевых классификаторов на базе ИНС.

Разработан метод нейросетевого прогнозирования технического состояния машин по тренду значений диагностического признака, разработана технология диагностики оборудования методом комплектной оценки результатов нейросетевой классификации по отдельным параметрам с привлечением дополнительных признаков. Такой подход позволил повысить точность диагностирования до 99 %.

Заслуживает отдельного внимания **практическая реализация** разработанных методик диагностирования путем создания программных и аппаратных средств системы автоматического контроля технического состояния оборудования. Аппаратная часть представляет собой стационарную систему измерения и предварительной обработки диагностической информации с датчиков вибрации, тока, звука, оборотов, температуры. С целью снижения стоимости аппаратной части системы автором разработана конструкция комбинированного датчика вибрации и температуры со встроенным микроконтроллером на базе современных микроэлектронных компонентов, в т. ч. MEMS – акселерометра и цифрового датчика температуры.

Разработанная концепция распределенной системы мониторинга оборудования позволяет использовать облачную инфраструктуру, распределять вычислительные мощности между приборами и серверным приложением, обеспечивает удаленный доступ к информации из БД системы посредством сети Internet.

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 109 печатных работ, в т.ч. один учебник, 3 учебно-методических пособия, 3 монографии, 26 статей в журналах, рекомендованных ВАК, 22 статьи – в прочих изданиях, получено 6 патентов на изобретения и полезные модели, 4 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Замечания по автореферату.

1. В математической модели вальцового станка рассмотрена зубчатая межвальцовая передача (стр. 20 – 21), автору следовало также рассмотреть передачу с зубчатым ремнем, как наиболее распространенную в современных вальцовых станках.

2. Автору следовало бы дать практические рекомендации по использованию математических моделей при промышленной реализации системы диагностики.

Сделанные замечания не носят принципиального характера и не снижают общий высокий уровень диссертационной работы.

Анализ результатов, изложенных в автореферате, позволяет сделать вывод о соответствии диссертационной работы Яблокова Александра Евгеньевича «Научно-практические основы создания автоматизированных систем технического мониторинга и диагностики оборудования зерноперерабатывающих предприятий на базе нейросетевых методов анализа данных» требованиям, предъявляемым ВАК к докторским диссертациям. Автор работы заслуживает присвоения ему учёной степени доктора технических наук по специальности 2.3.3 «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами».

Доктор технических наук, доцент, профессор
кафедры «Машины и аппараты пищевых производств»
(специальность по диплому 05.18.12
«Процессы и аппараты пищевых производств»)
ФГБОУ ВО «Воронежский
государственный университет
инженерных технологий»

А. И. Ключников

394036 Россия, г. Воронеж, пр. Революции, д. 19
ФГБОУ ВО «ВГУИТ», кафедра «Машины и аппараты
пищевых производств»
тел. (473) 255-38-96
E-mail: kaivanov@mail.ru

« 28 » 09 2022 г.



ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Яблокова Александра Евгеньевича «Научно-практические основы создания автоматизированных систем технического мониторинга и диагностики оборудования зерноперерабатывающих предприятий на базе нейросетевых методов анализа данных»**, представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.3.3 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами»

Технологическое оборудование предприятий по хранению и переработке зерна является объектом особого внимания служб главного механика. Это обусловлено поточной, непрерывной формой производственного процесса, когда поломка одной машины приводит к остановке всей технологической линии. В этой связи актуальным является вопрос предотвращения аварийных ситуаций на производстве путем принятия превентивных мер на основе информации о фактическом техническом состоянии оборудования, полученной методами технического диагностирования. В настоящее время системы технического диагностирования успешно применяются в энергетике, нефтегазовой, химической промышленности. На зерноперерабатывающих предприятиях они еще не так широко используются из-за высокой стоимости подобных систем и отсутствия на предприятиях специалистов в области технической диагностики.

Диссертационная работа Яблокова А.Е. направлена на разработку и научное обоснование методов и средств технического мониторинга и диагностики оборудования с использованием нейросетевых методов анализа диагностической информации. Тема диссертации является актуальной.

В результате исследований диссертантом получены новые знания, в т.ч. определены зависимости между техническим состоянием технологических машин, диагностическими признаками неисправностей и качественными показателями технологических процессов измельчения и шелушения зернового сырья; с помощью разработанных диагностических моделей установлены зависимости между дефектами оборудования и их диагностическими признаками; разработаны новые методы классификации технических состояний по различным диагностическим признакам с использованием искусственных нейронных сетей.

Практическая значимость работы заключается в совершенствовании конструкции технологических машин на основе их динамического анализа; разработке системы научных исследований методов технической диагностики с использованием современных аппаратных и программных средств сбора и анализа данных; создании опытного образца прибора сбора и анализа диагностической информации СТМ-12Т; разработки архитектуры и обучении ИНС прямого распространения и свёрточного типов на распознавание различных механических дефектов оборудования. Новизна разработок подтверждается патентами РФ, а практическая значимость – результатами внедрения. Диссертантом проведен значительный объем теоретических и эмпирических исследований. Достоверность

полученных результатов, имеющих научную новизну и практическую значимость, сомнений не вызывает.

В качестве вопросов и замечаний можно отметить следующее:

- Из автореферата не понятно, почему спектрограммы вибраций представлены в виде 3D-графиков, а вейвлет-скалограммы в виде 2D (рис. 18, 19).
- На стр. 25 ссылка ошибочно дана не на табл. 4, а на табл. 6.

Анализ результатов исследований, основных выводов и списка опубликованных работ автора позволяет сделать заключение о том, что диссертационная работа представляет собой законченные научные исследования, отвечает требованиям, предъявляемым ВАК к докторским диссертациям, а **Яблоков Александр Евгеньевич** заслуживает присуждения ему учёной степени доктора технических наук по специальности 2.3.3 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами»

Заведующий кафедрой «Цифровая энергетика»
ФГБОУ ВО «Курганский государственный
университет», доктор технических наук,
доцент



Мошкин Владимир Иванович
14 сентября 2022 г.

Адрес: 640020, г. Курган, ул. Советская, 63, стр. 4.

Телефон: +7-922-679-03-70

E-mail: wimosh@mail.ru



ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Яблокова Александра Евгеньевича
на тему: «Научно-практические основы создания автоматизированных систем
технического мониторинга и диагностики оборудования
зерноперерабатывающих предприятий на базе нейросетевых методов анализа
данных», представленной на соискание ученой степени доктора технических
наук по специальности 2.3.3 – Автоматизация и управление технологическими
процессами и производствами

Актуальность темы исследований определяется следующими положениями:

1) из-за наличия горючей органической пыли, помещения зерноперерабатывающих предприятий относятся к высокой категории пожаро- взрывоопасности (категория Б). Источниками возгорания является неисправное оборудование; 2) неисправное оборудование негативно сказывается на качестве конечного продукта; 3) используемая на предприятиях отрасли система планово-предупредительных ремонтов (ППР) малоэффективна.

Методы и средства технического мониторинга и диагностики широко используются в энергетике, нефтегазовой, химической и других отраслях промышленности, однако, еще не нашли достойного применения в АПК по ряду причин: 1) существующие системы ТД сложные в использовании, дорогие, узкоспециализированны; 2) процедура диагностирования очень сложна, а на предприятиях нет инфраструктуры и специалистов в области диагностики.

В этой связи есть потребность в создании доступных автоматизированных систем мониторинга и диагностики оборудования с использованием технологий искусственного интеллекта.

Научная новизна работы заключается в следующем:

- определены зависимости между техническим состоянием технологических машин, диагностическими признаками неисправностей и качественными показателями технологических процессов измельчения и шелушения зернового сырья;
- разработаны диагностические модели оборудования и в результате математического моделирования их функционирования установлены зависимости между отклонениями в работе оборудования и их диагностическими признаками – параметрами колебаний;
- разработаны новые методы классификации технических состояний оборудования по параметрам вибрации, потребляемого тока и излучаемого звука на базе методов нейросетевого анализа диагностических признаков с использованием мелких и глубоких ИНС;
- разработан новый метод прогнозирования технического состояния оборудования по трендовым характеристикам диагностических признаков с использованием нейросетевых методов анализа временных рядов.

Практическая значимость работы:

- разработана автоматизированная система научных исследований методов технической диагностики технологических машин по параметрам вибрации, потребляемого тока и излучаемого звука на базе АЦП Е-440 и комплекса специально разработанных на языке Matlab программ для автоматизации процедур сбора, цифровой обработки и анализа диагностических сигналов, формирования обучающих и тестовых выборок для обучения ИНС и решения задач классификации;

- разработана конструкторская документация и создан опытный образец прибора сбора и первичной обработки диагностической информации СТМ-12Т, который является базовым прибором распределённой системы мониторинга и диагностики;
- создана и прошла апробацию многоуровневая система мониторинга и технической диагностики оборудования, которая обеспечивает удалённый сбор, хранение, анализ и отображение диагностической информации с использованием облачных технологий и технологий удалённого доступа посредством сети Internet;
- результаты исследований используются на промышленных предприятиях РФ и в учебном процессе ФГБОУ ВО «МГУПП» при подготовке бакалавров, магистров и аспирантов.

Оригинальность и научная обоснованность подходов отражена в 109 публикациях, в т.ч. в учебнике для ВУЗов, трех монографиях, 26 публикациях в журналах, входящих в список ВАК.

Выводы и рекомендации, представленные в работе, обладают научной новизной, имеют важное научно-практическое значение для зерноперерабатывающей промышленности, обоснованы и достоверны.

В то же время, к работе имеются **замечания**:

- Из автореферата не ясно, какие технические требования предъявляются к компьютерному и коммуникационному оборудованию для развертывания системы мониторинга на предприятии;
- В автореферате имеются опечатки.

Высказанные замечания не носят принципиального характера, не противоречат общей положительно оценке работы.

На основании анализа автореферата диссертации Яблокова Александра Евгеньевича можно сделать вывод о том, что данная работа является серьезным научным исследованием, соответствует требованиям п.п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842 (ред. от 01.10.2018 г.), предъявленным к докторским диссертациям, а ее автор – Яблоков Александр Евгеньевич — заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.3.3 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

гл. конструктор
ООО «Новые транспортные технологии»

Д.Т.Н.

Никитин Д.А.

Подпись Никитина Д.А. удостоверяю.

Директор ООО «НТТ»



Семенов И.В.

Отзыв

на автореферат диссертационной работы Яблокова Александра Евгеньевича на тему: «Научно-практические основы создания автоматизированных систем технического мониторинга и диагностики оборудования зерноперерабатывающих предприятий на базе нейросетевых методов анализа данных», представленной на соискание учёной степени докторатехнических наук по специальности 2.3.3 – автоматизация и управление технологическими процессами и производствами

Совершенствование методов технического обслуживания оборудования зерноперерабатывающих предприятий с целью снижения затрат на его эксплуатацию за счет перехода от стратегии технического обслуживания по регламенту к обслуживанию по фактическому состоянию является важной и актуальной проблемой, успешное решение которой требует разработки научно обоснованных методов оценки технического состояния оборудования и прогнозирования его остаточного ресурса. Диссертационная работа А.Е. Яблокова посвящена решению этой проблемы. В качестве основного диагностического признака, характеризующего техническое состояние оборудования, используется виброакустический сигнал, снятый с функционирующего оборудования. Автор вполне аргументировано показал, что для разработки и обоснования методик вибродиагностики необходимо изучение работы машин на диагностических моделях с использованием динамических и кинематических моделей дефектов. На базе законов механики разработал четыре типа диагностических моделей, соответствующие наиболее распространённым компоновкам зерноперерабатывающих машин. Математическое моделирование работы машин на ПК позволило изучить влияние дефектов отдельных деталей машины на параметры ее колебательных процессов, выделить характерные диагностические признаки.

Автором выполнен большой объем экспериментальных исследований, направленных на разработку методов автоматизации процедур, классификации технических состояний оборудования с использованием различных диагностических параметров и признаков путем применения искусственных нейронных сетей прямого распространения и сверточного типов. Экспериментальные данные получены с помощью промышленных датчиков и измерительной аппаратуры, обработаны в системе Matlab и не вызывают сомнений в своей достоверности.

Яблоковым А.А. создан опытный образец системы технического мониторинга и диагностики оборудования. Его производственные испытания системы на предприятиях АПК подтвердили эффективность разработанных методов, программных и аппаратных средств, о чем свидетельствуют соответствующие акты внедрения результатов НИР на производстве. По теме диссертации Яблоковым А. Е. опубликовано 109 научных трудов, в т.ч. 26 статей в журналах, рекомендованных ВАК РФ. Это позволяет сделать вывод

о полноте опубликования результатов научных исследований. В целом автореферат обеспечивает представление о диссертационной работе, её актуальности, практическая значимости работы не вызывает сомнений.

При общей положительной оценке работы, по автореферату необходимо сделать следующие замечания:

1. Не раскрыт вопрос номенклатуры, количества, способа и мест установки датчиков на контролируемые машины;

2. Основная часть теоретических исследований посвящена изучению влияния различных дефектов машин на параметры ее вибрации. Однако при практических исследованиях в качестве диагностических признаков, без теоретического обоснования, также используются параметры сигналов с датчика тока и измерительного микрофона.

На основании изучения материалов автореферата, считаем, что диссертационная работа «Научно-практические основы создания автоматизированных систем технического мониторинга и диагностики оборудования зерноперерабатывающих предприятий на базе нейросетевых методов анализа данных» является завершённой научно-квалификационной работой, отвечающей критериям пп. 9-14 «О порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842, в которой на основании выполненных автором исследований изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны, а её автор, Яблоков Александр Евгеньевич, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.3.3 – автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

Доктор технических наук (05.20.01), доцент,
профессор кафедры технологии металлов и
ремонта машин ФГБОУ ВО РГАТУ

Михаил
Юрьевич
Костенко

390044, ЦФО, Рязанская область, г. Рязань, ул. Костычева, д.1.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический
университет имени П.А. Костычева» (ФГБОУ ВО РГАТУ)

Тел. 8 (4912) 35-88-31, e-mail: university@rgatu.ru, сайт: <http://www.rgatu.ru/>



Подпись И.Ю. Костенко заверяю

Начальник УК Суров И.В. Суров

« _____ » _____ 20 _____ г.

Отзыв

на автореферат диссертационной работы Яблокова Александра Евгеньевича на тему: «Научно-практические основы создания автоматизированных систем технического мониторинга и диагностики оборудования зерноперерабатывающих предприятий на базе нейросетевых методов анализа данных», представленной к защите на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (технические науки)

Техническая диагностика является эффективным инструментом повышения эксплуатационной надежности и эффективности технологических машин, снижения затрат на их техническое обслуживание. Однако на предприятиях АПК методы и средства диагностики еще мало используются по причине высокой стоимости программно-аппаратурных средств диагностики, высокой трудоемкости процедур расшифровки собранной диагностической информации при постановке диагноза.

Диссертационная работа Яблокова А. Е. посвящена актуальным вопросам разработки и внедрения на зерноперерабатывающих предприятиях автоматизированных систем диагностирования технического состояния оборудования. В результате системного анализа конструкций технологических машин автор, на базе законов классической механики и кинетических уравнений Лагранжа, разработал четыре типа математических моделей, которые представлены в виде систем дифференциальных уравнений динамики. Данные модели могут быть использованы для диагностического моделирования большинства зерноперерабатывающих машин роторного типа.

В результате компьютерного моделирования работы машин в исправном состоянии и при наличии дефектов выявлены зависимости между параметрами вибрации машины и её техническим состоянием. Это позволило изучить динамические процессы, происходящие в машинах при технической деградации и спроектировать диагностические признаки для их использования в диагностических целях.

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертационной работе, базируются на значительном экспериментальном материале. В автореферате представлены результаты натурального моделирования на экспериментальной установке различных дефектов зубчатой и ременной передач, подшипников качения. Для математической обработки сигналов с датчиков вибрации, тока и измерительного микрофона автором разработана программа в среде MatLab. Кроме традиционного спектрального анализа сигнала Яблоков А. Е. в работе дополнительно использовал оконное преобразование Фурье (STFT) и непрерывное вейвлет-преобразование (CWT). Частотно-временное представление сигнала позволяет отслеживать периодические процессы в механизмах (заедание, периодические удары и пр.). В автореферате приводятся результаты успешного применения многослойного персептрона и нейронных сетей сверточного типа для классификации технического состояния механизмов по спектрам и изображениям спектрограмм и скалограмм, полученных в результате STFT и

CWT преобразований сигналов с различных датчиков.

Полученные в работе научные результаты подтверждаются использованием методов системного анализа, математической статистики, законов классической механики, математического моделирования и теорией нейронных сетей, а также положительными результатами внедрения разработанных методов на промышленных предприятиях.

Судя по списку научных публикаций автора (109 печатных работ, в т.ч. три монографии, 26 статей в журналах, включенных в список ВАК, учебник, два учебных пособия, шесть патентов на полезные модели, четыре свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ и пр.) результаты исследований апробированы и широко представлены обществу.

Замечания по автореферату:

1. В таблицах 5, 6, 7 автореферата приводятся результаты классификации состояний механизмов по различным диагностическим параметрам с использованием ИНС и СНС. На основании анализа результатов, автору следовало сделать вывод, какие признаки следует использовать в разрабатываемой автоматизированной системе диагностики;
2. Из автореферата не ясно, чем обусловлен размер входных векторов диагностических признаков для ИНС (512 значений амплитуд спектров виброускорения и виброскорости) (стр. 24, 25). Почему используется разрешение изображений в 781x781 pix спектрограмм и вейвлет-скалограмм при решении задачи классификации с помощью СНС (стр. 23).

Судя по автореферату, представленная к защите диссертация является законченным, самостоятельно выполненным, обладающим внутренним единством научным трудом, в котором приведены результаты теоретических и прикладных исследований в области создания автоматизированных интеллектуальных систем технического мониторинга и диагностики оборудования. Результаты работы обладают научной новизной и имеют практическую значимость.

Положительно оценивая диссертационную работу, следует заключить, что она соответствует критериям ВАК Минобрнауки РФ, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор – Яблоков А.Е. заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по заявленной специальности – 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (технические науки).

Доктор технических наук,

профессор кафедры электрооборудования корабля.

Генеральный директор компании ЭКАН

 — Петров Геннадий Петрович

198021 г. Санкт-Петербург, Политехническая ул., ООО «ЭКАН»

Тел.: +7 (812) 649-77-69

e-mail: rtm534@mail.ru

« 30 » _____ 09 _____ 2022 г



В диссертационный совет
24.2.334.01 (Д 212.148.02)
созданного на базе ФГБОУ ВО
«Московский государственный
университет пищевых производств»

Отзыв

на автореферат диссертационной работы **Яблокова Александра Евгеньевича** на тему: «Научно-практические основы создания автоматизированных систем технического мониторинга и диагностики оборудования зерноперерабатывающих предприятий на базе нейросетевых методов анализа данных», представленной к публичной защите на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.3.3 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (технические науки)».

Тема исследований, связанная с разработкой автоматизированной системы технического мониторинга и диагностики технологического оборудования зерноперерабатывающих предприятий с применением интеллектуальных методов анализа диагностической информации, является актуальной поскольку методы технического диагностирования уже давно и успешно применяются в различных отраслях промышленности, но еще не достаточно широко представлены на пищевых и зерноперерабатывающих предприятиях по причине отсутствия научно-обоснованных методик диагностирования и специализированных программно-аппаратных средств сбора и анализа диагностической информации.

Разработка системы мониторинга и диагностики требует решения ряда задач, связанных с разработкой технических средств сбора и анализа диагностической информации; повышением ее информативности путем применения математических методов обработки сигналов; формированием диагностических признаков; определением класса технического состояния по собранной информации; созданием человеко-машинного интерфейса (НМИ); интеграцией системы мониторинга в SCADIA-систему предприятия.

Наиболее важной и не до конца решенной проблемой технической диагностики является задача классификации состояний, которая связана с теорией распознавания образов. Существенный прогресс в развитии методов классификации в настоящее время достигнут благодаря применению технологий машинного обучения, в т.ч. нейросетевого метода анализа данных с использованием ИНС.

Однако применение методов машинного обучения требует больших объемов обучающих выборок, которые не всегда возможно собрать в результате натурных испытаний. Для решения этой задачи диссертантом используются метод диагностического моделирования. При этом реальная машина заменяется ее математической моделью. Автором разработано несколько типов моделей машин в которые можно вводить различные

возмущения, моделирующие физические неисправности и отклонения в работе оборудования. Результаты компьютерного моделирования позволили изучить влияния различных неисправностей на параметры ее вибрации.

Разработанная в диссертации концепция распределенной системы мониторинга оборудования предполагает использование облачной инфраструктуры. Такой подход позволит распределить вычислительные мощности между приборами сбора диагностической информации и серверным приложением, обеспечит удаленный доступ пользователей к информации из БД системы посредством веб-интерфейса, позволит передать диспетчерские функции и работу по настройке и обучению ИНС на аутсорсинг сторонним специалистам в области технической диагностики и ИНС.

При общей положительной оценке выполненной работы необходимо сделать следующие замечания по материалам автореферата:

1) спорным является решение по реализации канала передачи данных от измерительного прибора в удаленную БД через FTP-сервер (стр. 34);

2) из автореферата не понятна структура БД распределенной системы мониторинга и в каком формате там должна храниться первичная диагностическая информация.

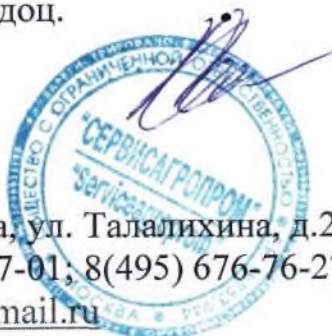
Следует отметить, что приведенные в отзыве замечания не оказывают определяющего влияния на положительную оценку диссертационной работы в целом.

Считаю, что диссертационная работа соответствует критериям «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК РФ утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, а её автор Яблоков Александр Евгеньевич достоин присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.3.3 – «Автоматизация и управление технологическими процессами (технические науки)».

Генеральный директор
«СЕРВИСАГРОПРОМ-АВТОМАТИКА»
канд. техн. наук, доц.

Смирнов Николай Николаевич

109316, г. Москва, ул. Талалихина, д.26
Тел. 8(495) 677-07-01; 8(495) 676-76-27
E-mail: sap-snn@mail.ru



Отзыв

на автореферат диссертационной работы Яблокова Александра Евгеньевича на тему: «Научно-практические основы создания автоматизированных систем технического мониторинга и диагностики оборудования зерноперерабатывающих предприятий на базе нейросетевых методов анализа данных», представленной диссертационному совету 24.2.334.01 (Д 212.148.02) при ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств» на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 2.3.3 – автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

Диссертационная работа Яблокова А. Е. посвящена совершенствованию методов, программных и аппаратных средств контроля и диагностики технического состояния оборудования мукомольных, комбикормовых предприятий, крупозаводов. Тема исследований является актуальной, т.к. техническая диагностика является эффективным инструментом объективной оценки эксплуатационных режимов работы, качества изготовления, предремонтного и послеремонтного состояния оборудования.

В рамках экспериментальных исследований автором было изучено влияние различных неисправностей и отклонений в работе вальцовых станков, молотковых дробилок, шелушителей на количественные и качественные показатели технологических процессов. Определены диагностические признаки типовых дефектов оборудования.

В работе впервые проведено углублённое исследование на математических моделях вибрационных процессов, происходящих в оборудовании при наличии неисправностей. Математические модели машин представлены в виде систем дифференциальных уравнений динамики. Результаты теоретических исследований динамики машин, находящихся в различных технических состояниях, согласуются с экспериментальными исследованиями, выполненными на экспериментальных установках и не вызывают сомнений.

Проведённый диссертантом комплекс теоретических и экспериментальных исследований позволил разработать научно обоснованный метод определения класса технического состояния объекта по различным диагностическим признакам с использованием технологии машинного обучения, в т.ч. искусственных нейронных сетей различных типов и архитектур. Раскрыт вопрос прогнозирования изменения технического состояния машины по тренду значений диагностического признака путем подбора нейросетевой модели регрессии с последующей экстраполяцией до предельно-допустимого значения рассматриваемого признака.

Результаты исследований приведены в автореферате достаточно полно, приводятся цель и задачи исследований, содержание работы, в заключении сделано 15 выводов.

Разработанные методы диагностирования, компьютерные программы, технические решения нашли практическое воплощение в разработанном ФГБОУ ВО «МГУПП» программно-аппаратном комплексе технического мониторинга оборудования – СТМ-12Т, который прошел успешную апробацию на ряде пищевых предприятиях и готов к более широкому внедрению на предприятиях отрасли.

Судя по автореферату, диссертация выдержана по структуре, изложена на 377 страницах, иллюстрирована 177 рисунками и 31 таблицей.

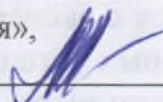
Анализ публикаций, по теме исследований позволяет сделать вывод о полноте опубликования результатов.

Замечания по автореферату:

- в работе не освещен вопрос использования рекуррентных ИНС при решении задачи прогнозирования технического состояния оборудования по временным рядам значений контролируемого параметра;
- метод прогнозирования технического состояния машины основан на анализе временного ряда изменения значения диагностического параметра (стр. 31, рис. 22). Из автореферата не понятно, как на практике будут определяться и контролироваться диагностические признаки рассматриваемых дефектов.

Диссертационная работа Яблокова Александра Евгеньевича является завершенным трудом, решающим важную народнохозяйственную проблему автоматизации процедур мониторинга и диагностики технического состояния зерноперерабатывающего оборудования с целью повышения безопасности производства и оптимизации затрат на его техническое обслуживание. Работа имеет достаточное теоретическое обоснование, выполнена на высоком научно-методическом уровне, обладает новизной, практическим воплощением в производство и отвечает требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор заслуживает присвоения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.3.3 – автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

Доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой «Эксплуатация мобильных
машин и технологического оборудования»,
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

 Хохлов Алексей Леонидович

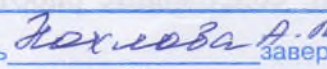
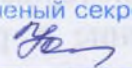

Контактная информация

Специальность по которой защищена докторская диссертация 05.20.03 – Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве, 2017г.

Место работы: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина» (ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ)

Почтовый адрес: 433431, Ульяновская область, Чердаклинский район, п. Октябрьский, улица Студенческая, д. 9.

Телефон: +7 (84231) 5-11-75, Email: mobilemach-dep@ugsha.ru, Сайт: <https://ulsau.ru/>

Подпись  заверяю
ф.и.о.
Ученый секретарь Ученого совета
 Н.Н.Аксеков
«20» 09 20 



ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Яблокова Александра Евгеньевича на тему: «Научно-практические основы создания автоматизированных систем технического мониторинга и диагностики оборудования зерноперерабатывающих предприятий на базе нейросетевых методов анализа данных» на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 2.3.3 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.

Зерноперерабатывающее оборудование функционирует в сложных условиях поточного производства и постоянно испытывает на себе абразивное воздействие со стороны зернового сырья и органической пыли. Зерновая пыль является фактором повышенной пожаровзрывоопасности на производстве, т.к. при наличии источника зажигания может произойти быстрое возгорание. Источником зажигания может стать неисправное оборудование. Резервы повышения безопасности производства, функциональной надежности оборудования лежат в области разработки и создания автоматизированных систем мониторинга технического состояния оборудования. Для создания таких систем необходимо решить целый комплекс задач, связанных с разработкой архитектуры, алгоритмов, программного и аппаратного обеспечения системы мониторинга, решить проблему автоматизированного определения вида дефекта и прогнозирования сроков его развития. В этой связи тема диссертационной работы, направленная на решение данных задач в области мониторинга технического состояния производственного оборудования, является актуальной.

Научная новизна работы заключается в том, что автор определил зависимости между техническим состоянием технологических машин и показателями эффективности технологических процессов измельчения и шелушения зерна; методом математического моделирования с использованием разработанных моделей определил зависимости между техническим состоянием машины и параметрами ее колебаний, которые используются в качестве диагностических признаков; разработал и обосновал новые методы определения механических дефектов оборудования по диагностическим сигналам с использованием полносвязных и глубоких ИНС.

Результаты исследований носят прикладной характер и были использованы при создании опытного образца стационарного прибора для системы технического мониторинга оборудования отрасли. Промышленные

испытания показали высокую эффективность ее работы. Таким образом задачи, поставленные в диссертационном исследовании, успешно решены.

Анализ списка работ, опубликованных автором по теме диссертации, позволяет сделать вывод о полноте представления результатов исследований научному сообществу.

Вместе с тем по автореферату имеются следующие недостатки и замечания:

1. Требуется пояснения, как предлагаемая система технического мониторинга будет интегрирована в систему АСУ предприятия;
2. При разработке концепции распределенной системы мониторинга не обоснован отказ от промышленных решений в области АСУ в пользу собственной разработки.

Указанные замечания не снижают научную и практическую ценность выполненной работы. Диссертация, судя по автореферату, является законченной научно-квалификационной работой, соответствует критериям Положения о порядке присуждения ученой степени (ВАК Министерства образования РФ), а ее автор Яблоков Александр Евгеньевич заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 2.3.3 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами

Профессор кафедры «Энергообеспечение и автоматизация технологических процессов» Института Агроинженерии
ФГБОУ ВО «Южно-Уральский ГАУ»,

д.т.н., профессор

Шерязов
Сакен Койшыбаевич

454080. г. Челябинск, пр. Ленина, 75.

Тел. 89000243442

sakenu@yandex.ru



Подпись С.К. Шерязова
ДОСТОВЕРЯЮ
специалист
по кадровой Агу С.А. Чуккина