



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное
автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский
университет «Московский институт
электронной техники»

Шоккина пл., д.1, г.Зеленоград, Москва, 124498
Тел.: +7(499) 731 44 41 Факс: +7(499) 710 22 33
E-mail: netadmin@miet.ru <http://www.miet.ru>

ОГРН 1027739615584

05.03.2025 № 96-947/48
на № _____

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе НИУ МИЭТ

К.Т.Н., доцент

Дронов А.А.



«03»

марта 2025 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного автономного образовательного
учреждения высшего образования «Национальный исследовательский
университет «Московский институт электронной техники»
на диссертацию Янова Евгения Сергеевича
«Информационно-измерительная система оперативного косвенного
контроля технологических систем»,
представленную на соискание учёной степени доктора технических наук
по специальности

2.2.11. Информационно-измерительные и управляющие системы.

1. Актуальность избранной темы

Диссертационная работа Янова Е.С. посвящена актуальной научной проблеме разработки теоретического обоснования методов и средств для реализации оперативного косвенного мониторинга, сбора и анализа данных о протекающих технологических процессах и предсказания состояний технологических систем, включая использование искусственных нейронных сетей (ИНС). Диссертационное исследование проводится в контексте увеличивающихся объёмов производства продукции двойного и специального

015476

назначения, учитывая сложность интеграции современных информационно-измерительных систем (ИИС), которые требуют подключения к системам числового программного управления (СЧПУ) технологического оборудования, представляющего собой объекты критически важной информационной инфраструктуры (КИИ) промышленных предприятий. Данная проблема имеет существенное экономическое значение и требует комплексного научно-обоснованного подхода к решению.

В представленной работе доказано, что выявленные недостатки действующих систем мониторинга подчёркивают острую потребность в создании новой информационно-измерительной системы (ИИС), что представляет собой весомый вклад в развитие данной научной области.

Под воздействием санкционного давления на Российскую Федерацию и последовавшим за этим уходом зарубежных производителей и поставщиков машиностроительного оборудования с внутреннего рынка становится стратегически значимой задача повышения эффективности функционирования отечественных предприятий машиностроительной отрасли. Данная задача предполагает максимальное использование имеющихся ресурсов с целью достижения технологического суверенитета и снижения зависимости от внешних факторов.

Эффективность функционирования отечественных машиностроительных предприятий обеспечивается выполнением ряда ключевых показателей результативности, среди которых:

- минимизация простоев технологического оборудования;
- сокращение временных затрат и частоты переналадок оборудования;
- уменьшение общей длительности производственных циклов;
- снижение уровня дефектной продукции;

- повышение износостойкости инструментальных средств;
- оптимизация цикла обработки изделий на оборудовании.

Тем не менее, сдерживающими факторами, влияющими на эффективность технологических систем машиностроительных производств, являются:

- низкий уровень технологической дисциплины, включающий соблюдение технологических процессов и ритмичность производственных операций;
- неоптимальные режимы механической обработки, приводящие к сокращению ресурса инструмента и увеличению длительности технологического цикла;
- высокие издержки при производстве продукции.

Помимо этого, строгое соблюдение технологической дисциплины выступает критическим параметром, предопределяющим качественные характеристики производимой продукции.

Для обеспечения соблюдения технологической дисциплины необходим непрерывный мониторинг функционирования технологической системы, представляющей собой комплекс функционально взаимосвязанных средств технологического оснащения, объектов производства и персонала, выполняющих в регламентированных условиях производства заданных технологических процессов или операций (ГОСТ 27.004-85).

При отсутствии актуальной и достоверной информации о состоянии технологической системы невозможно обеспечить мониторинг соблюдения технологической дисциплины, что непосредственно влияет на эффективность её эксплуатации. Внедрение современных методов оперативного контроля состояния технологических систем возможно реализовать посредством

различных подходов, однако наиболее перспективным направлением представляется интеграция информационно-измерительных систем в производственные процессы.

2. Оценка содержания

Диссертационная работа обладает чёткой структурой и последовательной организацией материала, включая вводную часть, шесть основных разделов, заключение, библиографический список и приложения. Общий объем исследования составляет 296 страниц печатного текста, включающего 50 таблиц и 157 иллюстраций. Библиография включает 239 источников, а объём приложений составляет 121 страницу.

Во введении изложены актуальность темы, степень её разработанности, цели и задачи, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, методология и методы диссертационного исследования, положения, выносимые на защиту, степень достоверности и апробация результатов.

В первом разделе исследованы методы повышения эффективности технологических систем в машиностроительном производстве, а также проведён анализ программных, аппаратно-программных комплексов и ИИС контроля состояния технологических систем.

Второй раздел посвящён разработке устройств сбора информации на основе вибросигнала, включающий в себя анализ вибрационного сигнала, создаваемого работой технологического оборудования, разработку датчиков вибрации, датчиков тока, способа установки разработанных датчиков.

Третий раздел посвящён разработке принципов построения информационно-измерительных систем косвенного контроля. В данном разделе выполнена разработка математической модели ИИС, проектирование архитектуры ИИС и алгоритма её функционирования.

В четвёртом разделе разработаны методы обработки информационных сигналов в ИИС, которые включают: разработку метода контроля технологической дисциплины на основе анализа отчётов о функционировании оборудования посредством исследования их вибрационных характеристик с применением искусственных нейронных сетей, а также метода предсказательной аналитики состояния технологических систем.

В пятом разделе предложен метод назначения рациональных режимов обработки на основе контроля состояния технологических систем посредством анализа данных косвенной вибродиагностики.

В шестом разделе представлена апробация разработанных методологических инструментов, алгоритмических решений и прикладных средств.

В заключении изложены результаты проведённого диссертационного исследования, предложены рекомендации и перспективы дальнейшей разработки темы.

В приложении представлены: акт калибровки датчика, пример суточного отчёта, расчёт экономической эффективности от внедрения разработанной ИИС, копии документов о внедрении результатов диссертационного исследования в реальном секторе экономики, копии свидетельств на программы для ЭВМ и полезную модель Роспатента РФ.

3. Научная новизна работы и полученных результатов, положений, выводов и рекомендаций

К положениям диссертационной работы, обладающим научной новизной, следует отнести:

– впервые разработана математическая модель ИИС оперативного косвенного контроля технологических систем машиностроительных

производств с использованием метода пространства состояний, отличающаяся от известных тем, что позволяет не только осуществлять оперативный контроль, сбор и обработку информации о технологических процессах, но и оценивать динамику состояния и функционирования технологической системы, включая износ инструментов, деградацию оборудования и накопленные изменения в работе производственного комплекса;

– предложена архитектура и алгоритм ИИС оперативного косвенного контроля технологических систем, отличающиеся от известных тем, что за счёт использования методов косвенного контроля не требуется подключение к СЧПУ станка, что позволяет применять такую ИИС для контроля оборудования, не имеющего СЧПУ, а также не повышает категорию значимости объекта КИИ оборудования, имеющего СЧПУ;

– впервые разработан метод контроля технологической дисциплины с применением ИНС для ИИС оперативного косвенного контроля технологических систем машиностроительных производств;

– разработан метод предиктивной аналитики состояния технологических систем с применением ИНС для ИИС оперативного косвенного контроля технологических систем машиностроительных производств, отличающийся от известных тем, что из уровня вибрации в процессе обработки выделяются: постоянная составляющая, характеризующая параметры технологического процесса, высокочастотная составляющая, характеризующая состояние быстро изнашиваемой оснастки (инструмента), и низкочастотная составляющая, характеризующая изменение состояния оборудования, что позволяет построить ИИС, которая на основе одного датчика вибрации, расположенного в определенной точке оборудования, позволяет контролировать состояние технологической системы, производственную дисциплину и износ инструмента;

– впервые разработан метод назначения рациональных режимов

обработки на основе контроля состояния технологических систем посредством анализа данных косвенного вибрационного контроля.

Работа выделяется оригинальными решениями и методами, что подтверждает научную новизну исследования.

4. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность

Автор демонстрирует хорошее знание современной литературы и состояния дел в области ИИС, что подтверждает научную обоснованность исследования. Автором использована методология научных исследований, соответствующая теме диссертации, её предмету и объекту.

Выбор методов оперативного косвенного контроля и их обоснование является сильной стороной работы. Упоминание конкретных инструментов и алгоритмов позволяет лучше понять подход к работе.

Основные научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертационной работе, обоснованы и достоверны, соответствуют поставленным задачам.

5. Значимость полученных результатов

Значимость полученных результатов для науки заключается в:

- в дальнейшем развитии методического подхода для совершенствования перспективных информационно-измерительных и управляющих систем в области повышения эффективности эксплуатации технологических систем на основе оперативного косвенного мониторинга технологической дисциплины;

- в синтезе новой математической модели ИИС оперативного косвенного контроля технологических систем машиностроительных производств.

Значимость полученных результатов для практики заключается в:

– использовании разработанных методов косвенного контроля и способов их внедрения при проектировании архитектуры ИИС для оперативного косвенного контроля технологических систем машиностроительного производства, что обеспечивает возможность проектирования как всей системы, так и отдельных её компонентов;

– применении предложенного метода обработки информации для ИИС оперативного косвенного контроля технологических систем машиностроительных производств, что способствует повышению эффективности их эксплуатации.

6. Публикации и апробация результатов работы

Основные положения и научные результаты работы достаточно полно изложены автором в 27 научных работах, из них 8 статей в периодических изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России, 2 статьи в изданиях, индексируемых в информационно-аналитических системах научного цитирования *Web of Science* и *Scopus*, 1 монография, 3 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ и 1 патент на полезную модель. Результаты работы апробированы на семинарах и конференциях различного уровня.

7. Реализация результатов диссертационного исследования

Приведённые эмпирические данные и анализ результатов экспериментов позволил оценить эффективность внедрения разработанной ИИС.

Результаты работы внедрены в АО «НПО «СПЛАВ» им. А.Н. Ганичева», г. Тула (акт б/н от 21.12.2021, акт №1/4075 от 20.02.2022, акт №30 от 05.02.2022, акт б/н от 15.12.2023), использовались ООО «Видис Групп» (акт

б/н от 11.09.2024) и ООО «Вебер Комеханикс» (акт б/н от 30.04.2024) при внедрении инструмента и оборудования и рекомендованы к использованию на предприятиях и в организациях вопросами изготовления машиностроительной продукции и заинтересованных в повышении эффективности производственных процессов (АО «НПП «Радар ММС», АО «КБП», НПО «Пульсар» и других).

Автор предлагает направления для дальнейших исследований и развития ИИС, что свидетельствует о глубоком понимании проблематики и открытости к новым идеям.

8. Соответствие паспорту специальности

Содержание диссертации соответствует п.1 Паспорта научной специальности 2.2.11. Информационно-измерительные и управляющие системы «Научное обоснование перспективных информационно-измерительных и управляющих систем, систем их контроля, испытаний и метрологического обеспечения, повышение эффективности существующих систем».

9. Соответствие автореферата основному содержанию диссертации

Структура и содержание автореферата полностью соответствуют основному содержанию диссертации и отражают научные положения, результаты, основные выводы, научную новизну, теоретическую и практическую значимость.

10. Соответствие диссертации и автореферата установленным требованиям

Структура и оформление диссертации и автореферата соответствует ГОСТ Р 7.0.11-2011 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и

правила оформления».

11. Замечания

1. В разделе 3 на рисунке 3.8, раскрывающем структуру ИИС косвенного контроля состояния технологической системы, указаны «модуль вибрации» и «модуль тока», но ранее (в разделе 2) шла речь про разработку «датчика вибрации» и «датчика тока».

2. В разделе 5 диссертационной работы в явном виде не обосновано применение ИНС.

3. При описании метода предиктивной аналитики ведётся речь о пороговом значении уровня вибрации, при этом в описании метода использование порогового уровня не обнаружено.

4. В работе не проведено систематическое сравнение предложенных методов с существующими аналогичными системами, что могло бы подчеркнуть преимущества и недостатки предлагаемого подхода.

5. В заключительной части диссертации перспективы дальнейшего развития затронуты лишь в виде краткого перечисления, без конкретизации направлений дальнейших исследований.

Приведённые замечания носят частный характер и не влияют на общую положительную оценку в плане актуальности, научной новизны и полезности представленной работы, не затрагивают существа научных положений, представленных к защите, не отрицают основных выводов, сформулированных в диссертации.

12. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о присуждении учёных степеней

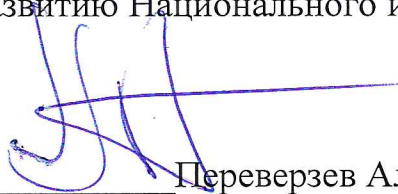
Диссертация является завершённой научно-квалификационной работой, и отвечает требованиям п. 9-11 и п. 13, 14 «Положения о присуждении учёных

степеней», утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени доктора наук, а её автор, Янов Евгений Сергеевич, присуждения ему учёной степени доктора технических наук по специальности 2.2.11. Информационно-измерительные и управляющие системы.

13. Заключительное положение

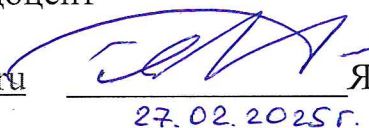
Диссертационная работа и отзыв на диссертационную работу обсуждены и одобрены на заседании научно-технического Совета Института МПСУ в Национальном исследовательском университете «МИЭТ», протокол от 27.02.2025 г. №2.

Проректор по инновационному развитию Национального исследовательского университета МИЭТ,
доктор технических наук, доцент,
Тел: +7(903)715-22-04
E-mail: vrin@mieee.ru



Переверзев Алексей Леонидович

Профессор Института микроприборов и систем управления (МПСУ)
Национального исследовательского университета «МИЭТ»,
доктор технических наук, доцент
Тел: +7(985)469-49-90
E-mail: yakunin@olvs.mieee.ru



27.02.2025г.

Якунин Алексей Николаевич

Подписи Переверзева А.Л. и Якунина А.Н. заверяю.
Начальник отдела по работе с персоналом



Данилова Е.И.

Сведения о ведущей организации:

Наименование: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники»
Почтовый адрес: 124498, г. Москва, г. Зеленоград, площадь Шокина, дом 1.
Телефон: 8 (499) 731-44-41,
Электронная почта: netadm@mieee.ru
Официальный сайт: <https://www.miet.ru/>