

ГИАПОД	Документ зарегистрирован
	« 05 » 06 20 25
Вх. №	81-94/25

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

Остапенко Сергея Николаевича

на диссертацию Винниченко Александры Валерьевны

«Модели и методики проектирования бережливых производственных систем методами машинного зрения»,

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.22 - «Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства»

Актуальность темы.

В современных условиях перед отечественным машиностроением стоит важная задача поиска научно-практических решений для совершенствования производственных процессов. Особую значимость проблема приобретает в контексте реализации национального проекта технологического лидерства «Средства производства и автоматизации», который предъявляет новые требования к внедрению современных методов управления, цифровых технологий и принципов бережливого производства.

Обеспечение технологической независимости и повышение уровня промышленной автоматизации являются сложными задачами, включающими оптимизацию производственных потерь, снижение затрат на улучшение качества продукции, сокращение сроков производства и повышение гибкости производственных систем, тесно связанными с целями национального проекта технологического лидерства «Средства производства и автоматизации».

Традиционные подходы к организации и управлению производством, устоявшиеся на предметной ориентации к локальному устранению технологических несоответствий, не учитывают важнейшие показатели, характеризующие качество и результативность действий оператора, которые не в полной мере ориентированы на методы и средства автоматизированного контроля и учета подготовительного и заключительного времени проведения технологического процесса, а также межоперационных и межпроцессных переходов, что приводит к снижению производительности персонала и является ключевым фактором для повышения эффективности производственной системы «оператор-оборудование-процесс».

Вопросы интеграции методов и средств автоматизированного контроля технологических операций трудоемкие в отношении оперативного исполнения и реализации непосредственно внутри технологической системы производства, в связи с этим особую актуальность приобретают исследования, направленные на повышение уровня мобильного мониторинга технологических систем производства, путем создания динамических точек контроля качества и

хронометрирования технологического процесса, по результатам которых будут формироваться рекомендации для обеспечения гибкости процессов и оптимизации управления технологическими потерями. Решение этих задач требует разработки, проектирования и внедрения бережливых производственных систем, основанных на методах технического зрения.

Таким образом, сформулированная автором научно-практическая задача по разработке моделей и методик проектирования бережливых производственных систем с применением методов машинного зрения является актуальной и соответствует современным направлениям развития науки и техники, целям национального проекта технологического лидерства «Средства производства и автоматизации» и задачам государственных программ в области цифровой трансформации промышленности.

Структура и содержание работы.

Структура и содержание диссертационной работы логически связаны, соответствуют поставленной цели исследования и требованиям внутренней целостности. Работа состоит из введения, трех разделов, заключения, списка литературы, содержащего 201 источник, одиннадцати приложений.

Основной материал изложен на 223 страницах машинописного текста, включая 49 таблиц и 36 рисунков.

Во введении обоснована актуальность темы исследования, сформулированы цель и научно-практические задачи, указаны область, объект и предмет исследования, сформулированы научная новизна исследования, теоретическая и практическая значимость, представлены сведения и результаты апробации.

В первом разделе автором проведен глубокий анализ существующих подходов к управлению технологическими процессами, выявлены ключевые виды потерь и предложена динамическая модель автоматизированного хронометража, учитывающая психофизиологические факторы оператора.

Разработанная динамическая модель автоматизированного хронометража описывает автоматизацию учета норм рабочего времени и определяет взаимосвязи между элементами технологической системы «оператор-оборудование-процесс» с учетом структуры и динамики внешних и внутренних воздействующих факторов, а также определяет группы технологических потерь.

Практический интерес представляет предложенный подход к оценке состояния элементов технологической системы, базирующийся на модели нечетких множеств, обеспечивая адаптивность управления технологической системой, за счет реализации итеративных алгоритмов и оперативной корректировки параметров технологических элементов, в соответствии с

разработанной моделью автоматизированного хронометража.

Во втором разделе диссертационного исследования автор разрабатывает основные положения, связанные с проектированием бережливой технологической системы. В рамках исследования автор вводит понятие – проектирование бережливой технологической системы, применимое для процессов формирования и развертывания новых технологических линий, систем или для управления результатами трансформации и модернизации организационно-технологической эффективности технологической системы, с учетом требований стандартов бережливого производства, надежности технологических систем, осуществляет синтез современных подходов, объединяя достоинства метода управления изменениями цикла PDCA и принципов непрерывного улучшения кайдзен, что обеспечивает высокую эффективность и практическую целесообразность применимости разработанной модели проектирования бережливой технологической системы.

Автором предложена оригинальная методика оценки организационно-технологической эффективности, базирующаяся на статистическом анализе элементов технологической системы «оператор-оборудование-процесс». Важным достижением является авторская разработка комплексного подхода, обеспечивающего автоматизированный сбор и анализ данных о технологической системе с использованием оптического стенда и динамической модели автоматизированного хронометража. Данный подход реализует непрерывный контроль элементов технологической системы и параметров конкретных технологических процессов, включая автоматизированное формирование корректирующих действий для минимизации технологических потерь и рационализацию работы системы «оператор-оборудование-процесс» в условиях ограниченного производственного плана с учетом параметров производственной среды.

Разработанная методика обладает практической значимостью, так как позволяет не только рационализировать технологические процессы, но и обеспечивает существенное повышение организационно-технологической эффективности. Таким образом, раздел представляет собой научное исследование, в котором теоретические разработки (новая концепция, синтез методов, оригинальная модель) органично сочетаются с практическими решениями (автоматизированная система контроля и оптимизации). Предложенный автором подход демонстрирует значительный потенциал для внедрения в производственную практику и может быть успешно применен на промышленных предприятиях машиностроительного профиля.

В третьем разделе автором разработана информационно-управляющая модель путем объединения на одной информационной платформе реляционную базу данных и фреймовую базу знаний, что позволяет эффективно комбинировать структурированное хранение данных с интеллектуальными алгоритмами обработки информации, обеспечивая верификацию технологических процессов в цифровой бережливой технологической системе.

Автором реализована предложенная методика принятия решений оперативного управления, для автоматизированного выбора корректирующих действий, включающая методику дистанционного мониторинга технологических показателей в реальном масштабе времени.

Сравнительный анализ показателей организационно-технологической эффективности «до» и «после» апробации результатов диссертационного исследования позволил автору получить данные, отражающие возможность повышения эффективности технологических процессов на 7-15% для машиностроительных предприятий.

В результате исследований автором решена важная научно-практическая задача, направленная на повышение организационно-технологической эффективности технологической системы «оператор-оборудование-процесс», в интересах решения задачи улучшения качества и надежности технологических процессов и межпроцессных переходов.

В заключении сформулированы итоги научных исследований. Основные научные и практические результаты, полученные автором, их последовательность и содержание отражают структуру работы, соответствуют поставленным задачам и свидетельствуют о полноте их решения.

Работа изложена технически грамотным языком. Общее оформление работы соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Научная новизна.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в разработке оригинальных модели и методик рационализации технологической системы путем интеграции машинного зрения, нечеткой логики и адаптивного управления системой и подтверждена следующими результатами:

1. Динамическая модель автоматизированного хронометража технологической системы «оператор-оборудование-процесс». Новизна предложенной модели определяется использованием показателей, характеризующих уровень качества и степень результативности действий и приемов оператора по осуществлению технологических операций в системе «оператор-оборудование-процесс».

2. Модель проектирования бережливой технологической системы «оператор-оборудование-процесс». Новизна модели определяется достижением адаптивности в условиях цифровизации производства с помощью принципов цикла PDCA, примененного совместно с концепцией кайдзен, методами машинного зрения и бережливого производства.

3. Информационно-управляющая модель обеспечения и оценки качества выполнения предъявляемых требований с распределенными хранилищами данных. Новизна модели определяется дополненными наборами процедур для оценки и визуализации показателей состояния и соответствия технологического процесса требованиям, включая когнитивный классификатор, отражающий потенциал и возможности персонала.

4. Методика принятия решений оперативного управления для выбора и предоставления рекомендаций для реализации инструментов и методов обеспечения и повышения организационно-технологической эффективности проектируемой бережливой технологической системы «оператор-оборудование-процесс». Новизна методики определяется применением автоматизированного выбора рекомендаций и корректирующих действий для элементов технологической системы «оператор-оборудование-процесс».

Практическая значимость.

Практическая значимость диссертационного исследования заключается в разработке комплекса моделей и методик, направленных на повышение эффективности технологической системы «оператор-оборудование-процесс». Динамическая модель автоматизированного хронометража позволяет сократить временные потери при выполнении технологических операций на 7–10%, а модель проектирования бережливой технологической системы снижает объем незавершенного производства и ускоряет, благодаря гибкому циклу PDCA, внедрение улучшений более чем на 10%.

Кроме того, информационно-управляющая модель с распределенными хранилищами данных уменьшает время проверки соответствия показателей качества продукции требованиям, что подтверждает практическую значимость полученных автором результатов.

Степень достоверности полученных результатов

Достоверность научных положений диссертационного исследования определяется целью и логикой исследования, аргументированным обоснованием постановки и полнотой анализа результатов решения задач, а также корректностью применяемых методов исследования, достоверностью теоретической и методологической базы. Практическая апробация результатов

подтверждает достоверность выводов и рекомендаций, представленных в диссертации. Практическую значимость диссертационного исследования подтверждают также документы о внедрении и результаты апробации в ООО «А-РИАЛ», ООО «Масштаб», АО «Микротехника».

Подтверждение результатов исследований в научной печати.

Основные положения диссертационной работы доложены и обсуждены на международных и всероссийских конференциях, форумах и семинарах. Результаты опубликованы в 23 научных работах, в том числе в 4 статьях, в рецензируемых периодических изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, 2 статьях, опубликованных в Международных реферативных базах научных изданиях, индексируемых базой Scopus.

Анализ содержания диссертации, опубликованных работ, в том числе работ, опубликованных в соавторстве, показал, что научные положения, выносимые на защиту, выводы и рекомендации принадлежат диссертанту.

Соответствие автореферата диссертации.

Автореферат с достаточной полнотой отражает основное содержание диссертации.

Замечания по диссертации.

В диссертации решены сложные в научном и практическом плане задачи, однако при этом имеется ряд замечаний.

1. В исследовании недостаточно раскрыты аспекты применения технологического оборудования, функционирующего в форме роботизированных систем с ограниченным участием человека-оператора в производственном процессе. Не обозначены границы предметной области в части организации производственных ячеек, включая вопросы использования закрытых производственных ячеек с дистанционным управлением станка оператором.

2. Требуется дополнительного обоснования выбора модели функции принадлежности, основанной на нечёткой логике (стр. 31-49), в частности использование трапециевидных форм с заданными нечёткими численными значениями. Необходимо пояснить: какими критериями руководствовался автор при выборе именно трапециевидной формы функции принадлежности и на основании каких данных установлены конкретные значения нечётких параметров.

3. В диссертационной работе (стр. 67) представлены лингвистические переменные, используемые в процедуре оценки взаимосвязей с использованием

корреляционной матрицы. Однако, необходимы дополнительные пояснения следующих аспектов: методология формирования указанных лингвистических переменных, состав привлекаемых экспертов (специалистов), факторы и основания выбора лингвистических переменных для процедуры оценивания.

4. Требуется дополнительное раскрытие предлагаемых методологических изменений, а именно: каким образом результаты применения авторской модели динамического автоматизированного хронометража могут быть интегрированы в систему менеджмента качества организации, какие механизмы предусмотрены для актуализации технологической и конструкторской документации на основании полученных данных, какие процедуры верификации и валидации изменений предполагается использовать.

5. В диссертационном исследовании представлена система "оператор-оборудование-процесс", описаны принципы её функционирования, в основном, применительно для исследования состояния рабочих мест участков механической обработки в составе машиностроительного производства. Однако, спектр видов производств по характеру производимой продукции, по используемым технологиям, связанный с рабочими местами, значительно шире, чем рассматриваются в работе. Следовало бы более четко определить предметную область и возможность её расширения. Данное замечание носит рекомендательный характер для дальнейших исследований и не снижает значимость, качество и полноту диссертации.

Указанные замечания не снижают ценность и общую положительную оценку диссертации, не влияют на основные научные и практические результаты и не затрагивают основных положений, вынесенных соискателем на защиту.

Заключение

В диссертационной работе Винниченко Александры Валерьевны решена научно-практическая задача по разработке моделей и методик проектирования бережливых производственных систем с применением методов машинного зрения, соответствующая приоритетным направлениям развития науки и техники, целям национального проекта технологического лидерства «Средства производства и автоматизации» и стратегическим задачам государственных программ в области цифровой трансформации промышленности.

Диссертационная работа соответствует п. 1. «Методы анализа, синтеза и оптимизации, математические и информационные модели состояния и динамики процессов управления качеством и организации производства», п. 17 «Разработка и научно-практическое развитие инструментов бережливого

производства, синхронизации в производственных системах, оптимизации процессов и рабочих мест», п. 23 «Разработка и совершенствование методов и средств планирования и управления производственными процессами и их результатами», п. 25 «Разработка моделей описания, методов и алгоритмов решения задач проектирования производственных систем, организации производства и принятия управленческих решений в цифровой экономике». паспортной научной специальности 2.5.22 — Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства.

Таким образом, диссертация является самостоятельной законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение важной практической задачи. Работа является актуальной, полученные результаты обладают научной новизной, обоснованы на современном научном уровне, описывают законченный этап исследований. Достоверность изложенных в диссертации результатов подтверждается использованием современных методик и методов исследования, опробованием в условиях производства.

Все перечисленное дает основание считать, что представленная диссертационная работа Винниченко А.В., несмотря на отдельные замечания не принципиального характера и рекомендации, соответствует требованиям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденном Постановлением правительства РФ от 24 сентября 2013г. №842, соответствует специальности 2.5.22 - «Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства». Автор работы заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Официальный оппонент

доктор технических наук, профессор,
помощник генерального директора по качеству
Концерн ВКО «Алмаз - Антей»



С.Н. Остапенко/

«3» 06 2025 г.

Специальность, по которой защищена диссертация: 20.02.13 – «Информатика и компьютерные технологии в военном деле»

Сведения об организации:

АО «Концерн ВКО «Алмаз - Антей»

Адрес: 121357, г. Москва, ул. Верейская, д. 41, e-mail: quality@almaz-antey.ru

тел.: (495)276-29-75, доб. 20-24