

ГИАГОД	Документ зарегистрирован	
	« 10 »	11 2025г.
	Вх. № 81-190/25	

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

Ивахненко Александра Геннадьевича

на диссертацию Кваса Евгения Станиславовича

**«Модели и методики повышения качества организации роботизированных
линий розлива», представленную на соискание ученой степени кандидата
технических наук**

по специальности 2.5.22 – «Управление качеством продукции.

Стандартизация. Организация производства»

Актуальность темы диссертационного исследования

Производственный комплекс России находится в фазе интенсивной трансформации, характеризуемой одновременным ускорением технологического развития и усилением конкурентной борьбы на внутренних и внешних рынках. Поддержание устойчивого роста в этих условиях требует системных мер государственной и корпоративной поддержки, направленных на сквозную цифровизацию, роботизацию и повышение эффективности, надёжности и безопасности производственных систем. Указанные ориентиры последовательно отражены в национальной повестке проекта технологического лидерства «Средства производства и автоматизации», где акцент сделан не только на развитие промышленной робототехники и автоматизированных комплексов, но и на подготовку высококвалифицированных инженерных и научных кадров для машиностроения, станкоинструментальной отрасли и интеграции робототехнических решений на предприятиях.

В этой связи особую значимость приобретают исследования, нацеленные на обеспечение качества функционирования непрерывных и высокопроизводительных технологических комплексов. Роботизированные линии розлива относятся к классу непрерывно-дискретных производственных систем с высокой степенью интеграции мехатронного оборудования и средств автоматизированного управления. Они функционируют в жёстких режимах тактирования и предъявляют повышенные требования к прослеживаемости, санитарно-технологической дисциплине, функциональной безопасности и устойчивости параметров процесса (дозирование, укупорка, контроль герметичности, маркировка). Любые отклонения в их работе ведут к прямым потерям (брак, простой, перерасход материалов и энергоресурсов) и к косвенным

рискам (срыв сроков поставок, снижение удовлетворённости потребителей, регуляторные претензии). Поэтому разработка моделей и методик, обеспечивающих воспроизводимое качество процесса и продукта — с опорой на организационно-технологические решения, статистическое управление процессами, диагностику и предиктивное обслуживание, цифровой мониторинг и регламентацию межоперационных взаимодействий — представляет собой актуальную научно-практическую задачу.

Таким образом, сформулированная в диссертации научно-практическая проблема обеспечения воспроизводимого качества функционирования роботизированных линий розлива в условиях регламентов промышленной и экологической безопасности обладает высокой актуальностью. Её решение находится в прямой связке с приоритетами государственной научно-технической политики и целевыми показателями национального проекта «Средства производства и автоматизация», формируя предпосылки для повышения устойчивости производственных систем и технологической независимости промышленности страны.

Структура и содержание работы

Структура и содержание диссертации обладают внутренней согласованностью и соответствуют заявленной цели и задачам исследования. Работа включает введение, четыре раздела, заключение, список литературы (92 источника) и двенадцать приложений. Основной материал изложен на 177 страницах, содержит 15 таблиц и 53 рисунка.

Во введении обоснована актуальность темы исследования, сформулированы научно-техническая проблема, цель, задачи, объект и предмет исследования, отражены научная новизна и практическая значимость, представлены положения, выносимые на защиту, сведения об апробации и внедрении результатов работы.

Первый раздел диссертации содержит систематизированный анализ состояния и направлений развития роботизированных линий розлива. Автором диссертации сформулированы ключевые организационно-технологические ограничения обеспечения качества: соблюдение требований промышленной и акустической безопасности, повышение эффективности функционирования технологических модулей, обеспечение устойчивости контролируемых параметров в условиях реальной эксплуатации. Показано, что действующая

нормативно-техническая база носит фрагментарный характер и не в полной мере учитывает специфику современных линий розлива. Обоснована необходимость унификации подходов к управлению качеством организации роботизированных линий розлива и разработки моделей, метрик и инструментов оценки и управления качеством на основе контрольных функций и методов эмпирического анализа. Выявлено противоречие между наращиванием производительности и снижением качества организации производственного процесса, проявляющееся, в частности, в росте шумовой нагрузки отдельных модулей линии.

Во втором разделе автором сформирована научно-методическая база оценки и управления качеством организации процессов роботизированного розлива. Раздел диссертационного исследования последовательно объединяет инструменты квалиметрии, контрольных функций и эксплуатационных коэффициентов в единую систему поддержания требуемого уровня качества и эффективности функционирования линий.

Представлена квалиметрическая модель оценки и управления качеством роботизированного розлива на основе контрольных функций и системы эксплуатационных коэффициентов. Модель обеспечивает формализацию параметров функционирования линии в виде нормированных показателей с последующей агрегированной оценкой.

Разработана методика оценки и мониторинга качества организации технологических процессов роботизированного розлива и эффективности функционирования линии на базе эксплуатационных коэффициентов. Методика интегрирует параметры надёжности, точности дозирования и акустических эмиссий, переводя разрозненные показатели стандартизации узлов в единую систему взвешенной оценки. Это обеспечивает сопоставимость результатов, поддерживает оперативное принятие решений (выявление отклонений, формирование корректирующих действий) и создаёт основу для регулярного аудита качества процесса.

Разработана методика контроля шумовых параметров и алгоритмы бесступенчатого регулирования буферных участков транспортных систем линий розлива. Предусмотрены процедуры управления параметрами конвейеров (скорость, накопление, интерференция потоков) с целью минимизации акустических эмиссий при сохранении производительности и устойчивости тактирования.

Представленный комплекс моделей и методик формирует целостный контур управления качеством на роботизированных линиях розлива. Он обеспечивает согласованность организационно-технологических решений с целевыми показателями процесса, поддерживает обоснованный выбор и настройку узлов, задаёт регламенты профилактического обслуживания и повышает управляемость производственных рисков. Внедрение решений ведёт к снижению потерь времени и материалов, стабилизации параметров дозирования и акустических характеристик, уменьшению вероятности простоев, что подтверждено актами внедрения. Разработки не привязаны к конкретным маркам оборудования и могут масштабироваться на предприятиях пищевой, машиностроительной и перерабатывающей отраслях, использующих автоматизированные и роботизированные серийные линии.

В третьем разделе автором диссертационного исследования представлена система управления качеством состояния буферных зон роботизированных линий розлива. Подход опирается на анализ логики взаимодействия буферов и транспортных модулей в различных режимах работы и на формализацию динамики потоков тары.

Сформирована математическая модель заполнения буферов и синхронизации потоков с учётом состояний смежных модулей. Описаны алгоритмы непрерывного регулирования уровня заполнения, обеспечивающие стабилизацию движения тары и предотвращение переполнения или истощения буферов, что положительно влияет на производительность и акустическую обстановку. Приведена модель управления с подсистемой подсчёта тары, архитектурой сенсорного контура и регламентами действий в пусковых, установившихся и переходных режимах, а также при возмущениях и остановках.

Новизна подхода также отражается в интеграции показателей качества в контур управления буферными зонами, в объединении кинематико-логической модели транспорта с оценкой акустических эмиссий и устойчивости тактирования, а также в использовании алгоритмов бесступенчатого регулирования с учётом ограничений производственного процесса. Предложенные решения формируют воспроизводимый методический базис для принятия управляющих воздействий на уровне линий розлива.

В четвертом разделе представлена верификация разработанных алгоритмов, моделей и методик повышения качества организации роботизированных линий розлива с использованием компьютерного

моделирования и экспериментального анализа. Эффективность контуров управления состоянием буферных зон и подсистемы детекции брака и боя тары исследована на двухбуферной модели роботизированной линии розлива.

Раздел логически завершает исследование, а полученные автором результаты показывают разрешение выявленного в работе противоречия между требованием повышения производительности и ограничениями промышленной и экологической безопасности по шумовым эмиссиям.

В заключении обобщены результаты исследования, сформулированы научные результаты, непосредственно вытекающие из содержания разделов, обосновано достижение поставленных цели и задач, уточнены границы применимости предложенных решений.

Разделы логично взаимосвязаны и завершаются выводами, непосредственно вытекающими из представленного материала. Текст написан технически грамотным языком, терминология единообразна. Оформление соответствует действующим требованиям.

Научная новизна

Научная новизна диссертационного исследования заключается в комплексном решении научно-практической задачи, заключающейся в разрешении противоречия между потребностью повышения производительности выпуска серийной розливной продукции и увеличением генерируемых при этом акустических эмиссий и шумов, которым в недостаточной мере удовлетворяют существующие решения по организации роботизированных линий розлива.

Автором диссертационного исследования сформулирован комплекс научно-практических инструментов обеспечения качества функционирования роботизированных линий розлива, включающий в себя четыре положения диссертационного исследования, научная новизна которых заключается в следующем:

1. Квалиметрическая модель оценки и управления качеством роботизированного розлива на основе контрольных функций и коэффициентов, научная новизна модели определяется учетом показателей в виде разработанных эксплуатационных коэффициентов, основанных на экспериментальном анализе параметров производственных операций и технологического состояния узлов линий розлива, причем каждый коэффициент формализован через метрически

определяемые параметры узлов линии розлива и снабжён шкалой нормализации, что обеспечивает переход от качественных описаний к количественной оценке качества функционирования роботизированных линий розлива.

2. Методика оценки качества организации технологических процессов роботизированного розлива и эффективности функционирования линии на основе эксплуатационных коэффициентов. Научная новизна методики заключается в том, что разработанная автором методика позволяет преобразовать разрозненные показатели стандартизации, а также параметры надёжности, герметичности, точности дозирования и уровня шума в единую систему взвешенной оценки качества функционирования роботизированных линий розлива.

3. Методика организации производства для решения задач промышленной и экологической безопасности в области снижения шумовых эмиссий, возникающих в процессе работы роботизированных линий розлива. Новизна методики заключается в комплексном подходе к решению проблемы шумовой нагрузки за счет контроля и оптимизации параметров транспортеров и содержащая алгоритмы бесступенчатого регулирования буферов транспортёров линии.

4. Система управления качеством состояния буферных зон транспортеров роботизированных линий розлива для снижения шумовых эмиссий, предотвращения их переполнения, брака и боя тары. Научная новизна разработанной системы управления качеством состояния буферных зон транспортеров заключается в использовании специализированного запатентованного светодиодного светильника, алгоритма детекции боя и брака тары и алгоритма мониторинга и контроля генерации шумовых эмиссий за счет управления скоростью и уровнем заполнения буферных зон транспортеров.

Практическая значимость

Практическая значимость диссертационного исследования состоит в создании внедряемого комплекса моделей и методик, повышающего качество организации роботизированных линий розлива и устойчивость их функционирования при соблюдении требований промышленной и экологической безопасности.

Комплекс решений унифицирует процедуры оценки и принятия корректирующих воздействий, задаёт регламенты настройки и обслуживания,

совместим с типовыми системами управления и не требует глубокой модернизации оборудования. Практическая реализуемость подтверждена актами внедрения и апробации на предприятиях ООО «Полус», ООО «Валдай Роботы», ООО «Иннотех», ООО «Симертех».

Степень достоверности полученных результатов

Достоверность результатов обусловлена согласованностью цели, постановки задач и логики изложения, корректным применением математического аппарата и методов моделирования производственных процессов, а также полнотой анализа полученных эффектов. Адекватность моделей подтверждена стендовыми и производственными испытаниями в сопоставимых режимах; задания исходных данных, допущения и область применимости явно зафиксированы. Измерения выполнены с учётом метрологического обеспечения, обеспечена прослеживаемость процедур и повторяемость результатов; статистическая обработка включает оценку неопределённости и доверительных интервалов. Сопоставление расчётных и экспериментальных данных демонстрирует согласие в пределах заданных погрешностей. Выводы согласуются с независимыми источниками и отраслевыми представлениями, а практическая состоятельность подтверждена апробацией и актами внедрения на производственных площадках.

Подтверждение основных результатов диссертации в научной печати

Основные положения диссертационной работы доложены и обсуждены на международных и всероссийских конференциях, форумах и семинарах.

Основные результаты диссертации опубликованы в 22 печатных научных работах, в том числе 8 статей, опубликованных в ведущих рецензируемых научных журналах рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, из них 4 статьи опубликованы без соавторов, 3 статьи опубликованы в научных изданиях Scopus и Web of Science, 1 статья – в журнале индексируемом в Российском индексе научного цитирования (РИНЦ), 3 статьи в сборниках докладов, 3 в сборниках трудов конференций.

Анализ содержания диссертации, опубликованных автором научных работ, в том числе работ, опубликованных в соавторстве, подтверждает, что выносимые на защиту научные положения, выводы и рекомендации

сформулированы соискателем и являются результатом самостоятельной работы диссертанта.

Соответствие автореферата диссертации

Автореферат полностью 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 таблице 1 на странице 43 представлены типовые проблемы функционирования РЛР и сопоставленные с ними эксплуатационные коэффициенты, однако не раскрыта методика их отбора и классификации. Не указано, на каком основании эти проблемы были признаны типовыми – проводились ли аудиты, использовался ли анализ отказов, применялись ли нормативные источники.

2. В таблице 2 на странице 51 представлена система нормирующих функций и весовых коэффициентов эксплуатационных характеристик, однако не описан механизм актуализации этих весов при изменении технологической конфигурации линии (например, при переходе с ПЭТ на стекло, при смене алгоритма управления или состава узлов). Следовало бы пояснить, как обеспечивается адаптивность модели к изменяющимся условиям.

3. Разделы 3.2.2-3.2.5 (стр. 107-115) содержат детальное описание структуры алгоритма управления буферами, однако отсутствует сравнение с альтернативными подходами (например, управление по критериям min-max, адаптивные регуляторы, логика событий). Это ослабляет аргументацию выбора именно данной архитектуры.

4. В разделе 4.1 «Валидация алгоритма регулирования буфера ...» выполнена его верификация. В разделе не раскрыты критерии точности и устойчивости, по которым оценивалась адекватность модели. Отсутствует сопоставление с эталонными или базовыми алгоритмами регулирования.

5. На характеристики работы рассматриваемых линий существенное влияние оказывают характеристики, параметры и допуски на них для используемой тары. В частности, в ГОСТ 32131-2021 приведены допускаемые отклонения диаметра корпуса бутылки и его овальность, которые оказывают

прямое влияние на кинематические характеристики потока и акустические показатели работающей линии.

6. Текст работы в целом выдержан в научном стиле, однако встречаются отдельные ошибки редакторского характера. В ряде мест заметны опечатки и огрехи набора, отдельные конструкции имеют неточное грамматическое согласование. Кроме того, при большом количестве используемых сокращений и специальных обозначений не всегда соблюдается требование их повторного пояснения при переходе к новой главе или в подписях к рисункам. Это создаёт определённые трудности при чтении и снижает удобство восприятия материала.

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

Диссертация Кваса Е.С. является самостоятельным завершённым исследованием, в котором решена значимая научно-практическая задача разработки моделей и методик повышения качества организации роботизированных линий розлива для обеспечения требований промышленной и экологической безопасности в области генерации шума без снижения производительности линии. Полученные автором результаты обладают научной новизной и практической значимостью, соответствуют современному уровню инженерных знаний и представляют собой законченный этап научной работы. Обоснованность разработанных научных положений и выводов подтверждается применением формализованных методов статистического анализа и математического моделирования, а также апробацией результатов на базе действующих производств.

Диссертационная работа Кваса Е.С. соответствует п.5. «Методы оценки качества объектов, стандартизации и процессов управления качеством»; п.9. «Разработка и совершенствование научных инструментов оценки, мониторинга и прогнозирования качества продукции и процессов»; п.18. «Разработка научных, методологических и системотехнических принципов повышения эффективности функционирования и качества организации производственных систем»; п.24. «Разработка и совершенствование методов и моделей организации производства для решения задач пожарной, промышленной и экологической

безопасности» паспорта научной специальности 2.5.22. – Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства.

Все перечисленное дает основание считать, что представленная Квасом Евгением Станиславовичем диссертационная работа на соискание ученой степени кандидата технических наук несмотря на отдельные замечания непринципиального характера, 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,
профессор кафедры машиностроительных
технологий и оборудования
ФГБОУ ВО «Юго-Западный
государственный университет»

Ивахненко
Александр
Геннадьевич



А.Г. Ивахненко
А.А. Савицкий
29.10.2025г.

Специальность, по которой защищена диссертация: 05.03.01 - "Процессы механической и физико-технической обработки, станки и инструмент"

Сведения об организации:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Юго-Западный государственный университет»

Адрес: 305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, д. 94

e-mail: rector@swsu.ru

тел: (4712) 50-48-00