

ГУАП ОД	Документ зарегистрирован		
	« 17 »	11	2025 г.
	Вх. № 81-216/25		

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной
и инновационной деятельности
Санкт-Петербургского государ-
ственного электротехнического уни-
верситета «ЛЭТИ»

им. В.И. Ульянова (Ленина)

Семенов А.А.

2025 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования Санкт-Петербургский государственный
электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)
на диссертационную работу 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 качество продукции. Стандартизация.
Организация производства

Актуальность темы

В современных условиях перед отечественным машиностроением сто-
ит ключевая задача научно-практического совершенствования непрерывных
производственных процессов на высокоавтоматизированных участках. Осо-
бую значимость данная задача приобретает в контексте реализации нацио-
нального проекта технологического лидерства «Средства производства и ав-

томатизации», задающего новые требования к повышению роботизации производственных процессов, внедрению цифровых методов управления качеством, интеллектуальной диагностики и принципов повышения промышленной и экологической безопасности в среде роботизированных технологических комплексов.

Роботизированные линии розлива – критическая часть производственно-логистических контуров предприятий розлива жидких материальных потоков, где нарастает структурное напряжение между ростом производительности, повышением разнообразия ассортимента и обеспечением промышленной, экологической и акустической безопасности. Снижение совокупных затрат на контроль качества продукции, организацию производства роботизированного розлива, сокращение длительности производственного цикла, повышение устойчивости синхронизации агрегатов, а также минимизация потерь, вызванных простоями оборудования, браком, отклонениями дозирования, являются необходимыми предпосылками технологической независимости и повышения промышленной автоматизации. Эти цели напрямую согласуются с приоритетами национального проекта технологического лидерства «Средства производства и автоматизации».

Интеграция средств автоматизированного контроля и управления в действующие линии розлива сопряжена с высокими трудозатратами и рисками фрагментации данных. Дополнительную сложность вносит отсутствие унифицированного интегрального критерия, позволяющего сопоставимо оценивать качество организации процесса с учетом надежности узлов, точности дозирования, герметичности и акустических параметров. Актуальной становится разработка моделей и методик, обеспечивающих: квалитетическую нормировку ключевых показателей в едином интегральном индексе оценки качества; регламенты и методики контроля и снижения шумовых эмиссий без снижения производительности линий; управление состоянием буферных зон для стабилизации потоков и минимизации «микропростоев».

Таким образом, поставленная автором научно-практическая задача по разработке моделей и методик повышения качества организации роботизированных линий розлива является своевременной и значимой. Она соответству-

ет приоритетам национального проекта «Средства производства и автоматизации» и целям государственных программ цифровой трансформации промышленности, обеспечивая методическую основу для системного снижения потерь и повышения эффективности высокоавтоматизированных производственных комплексов розлива жидких материальных потоков.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

В диссертационном исследовании Кваса Е.С. сформулированы следующие научные положения:

1. Квалиметрическая модель оценки и управления качеством роботизированного розлива на основе контрольных функций и коэффициентов.

2. Методика оценки качества организации технологических процессов роботизированного розлива и эффективности функционирования линии на основе эксплуатационных коэффициентов.

3. Методика организации производства для решения задач промышленной и экологической безопасности в области снижения шумовых эмиссий, возникающих в процессе работы роботизированных линий розлива.

4. Система управления качеством состояния буферных зон транспортеров роботизированных линий розлива для снижения шумовых эмиссий, предотвращения их переполнения, брака и боя тары.

Обоснованность научных положений, выводов и практических рекомендаций, сформулированных в диссертационном исследовании, обеспечена достаточной опорой на системный анализ исходных материалов и нормативно-методической базы по управлению качеством и организации производства на роботизированных линиях розлива, включая актуальные требования отраслевых стандартов (в части промышленной и акустической безопасности), научные труды отечественных и зарубежных ученых по вопросам организации и управления производством роботизированного розлива, промышленной и экологической безопасности производства.

Степень обоснованности выдвигаемых положений достигается за счёт применения апробированных методов синтеза и моделирования производ-

ственных процессов, статистического анализа и имитационной валидации. При этом высокая сопоставимость результатов теоретических исследований, моделирования и экспериментальных данных, а также научные публикации по тематике исследования, подтверждают обоснованность и достоверность выводов диссертационной работы.

В своем диссертационном исследовании Квас Е.С. последовательно решает поставленные задачи, формулирует новые теоретические положения и разрабатывает методические рекомендации, направленные на повышение качества организации и организационно-технологической эффективности роботизированных линий розлива.

Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций

Теоретические разработки и практические рекомендации, представленные в диссертации Кваса Е.С., имеют убедительное обоснование; изложение построено последовательно и целостно – от анализа нормативно-методической базы и формулирования критериев качества организации роботизированных линий розлива до моделирования и экспериментальной проверки предложенных решений. Привлечение широкого круга отечественных и зарубежных источников по управлению качеством и организации производства, применение методов сравнительного анализа, имитационного моделирования и статистической обработки результатов измерений обеспечили достаточную глубину исследования и подтверждают достоверность полученных выводов и результатов.

Результаты исследований достаточно полно изложены в 22 печатных работах, из них: 8 статей в ведущих рецензируемых научных журналах, в том числе 4 – без соавторов, 3 в научных изданиях Scopus и Web of Science, 1 статья в журнале РИНЦ, 8 статей в сборниках докладов и трудов конференций, 3 свидетельства о государственной регистрации.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в разработке и теоретическом обосновании комплекса моделей и методик, направленных на повышение качества организации роботизированных линий роз-

лива и совершенствование их организационно-технологической эффективности; к наиболее значимым научным результатам, обладающим научной новизной и практической ценностью, можно отнести:

1. Квалиметрическая модель оценки и управления качеством роботизированного розлива на основе контрольных функций и коэффициентов. Новизна предложенной модели определяется тем, что модель учитывает показатели 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. Новизна предложенной методики определяется тем, что разработанная 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 предложенной методики определяется тем, что в разработанной методике реализован комплексный подход 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. Новизна предложенной

системы управления качеством состояния буферных зон определяется тем, что в системе используется специализированный светодиодный источник света, алгоритм детекции боя и брака тары и алгоритмы мониторинга и контроля генерации шумовых эмиссий за счет управления скоростью и уровнем заполнения буферных зон транспортеров.

Практическая значимость

Квалиметрическая модель оценки и управления качеством роботизированного розлива на основе контрольных функций и коэффициентов позволяет повысить эффективность подбора узлов линии и их технического обслуживания на 3-5%; методика оценки качества организации технологических процессов роботизированного розлива и эффективности функционирования линии, разработанная на основе предложенных эксплуатационных коэффициентов, позволяет выявлять отклонения и оперативно внедрять корректирующие меры, что позволяет сократить количество дефектов в производстве на 2-4%; методика организации производства для решения задач промышленной и экологической безопасности в области снижения шумовых эмиссий, возникающих в процессе работы роботизированных линий розлива позволяет снизить уровень шума на 6-8 дБ(А) и при этом способствует повышению уровня производительности труда операторов на 1-3% за счёт оптимизации скорости движения конвейеров и снижения воздействия шума; система управления качеством состояния буферных зон транспортеров роботизированных линий розлива для снижения шумовых эмиссий, предотвращения их переполнения, брака и боя тары позволяет снизить повреждение тары и повысить эффективность детекции брака и боя тары на 3-6%.

Сформулированные решения доведены до прикладных инструментов и внедрены в производственную практику предприятий (ООО «Полюс», ООО «Валдай Роботы», ООО «Иннотех», ООО «Симертех»), что подтверждено соответствующими актами внедрения.

Рекомендации по использованию результатов и выводов, проведённых в диссертации

Методические разработки и полученные результаты Кваса Е.С., целесообразно применять на предприятиях, эксплуатирующих роботизированные линии розлива и смежные упаковочные линии, для повышения организационно-технологической эффективности системы «оператор-оборудование-процесс», для автоматизированного мониторинга технологических операций, межоперационных переходов, а также для выявления и устранения производственных потерь. Интегральный квалиметрический показатель, разработанный в работе, рекомендуется включать в контуры QMS/MES/HSE как сквозной индикатор состояния линии и как основу для риск-ориентированных процедур (включая FMEA и расчёт KPI), что обеспечивает сопоставимость разнородных критериев и поддерживает управленческие решения по оптимизации режимов и модернизации узлов.

Практическая реализация может строиться на использовании зарегистрированных программных средств: «Программы для расчёта эксплуатационных коэффициентов контроля качества роботизированной линии розлива» и «Программы моделирования алгоритма бесступенчатого управления буферами роботизированных линий розлива». Их внедрение обеспечивает воспроизводимую настройку системы показателей и предварительную проверку сценариев регулирования буферов без риска для производственного контура.

Рекомендации по этапам внедрения включают: методическую интеграцию квалиметрической модели в действующие процедуры СМК и производственного диспетчирования; настройку нормирующих шкал показателей под конкретную конфигурацию линии; развертывание алгоритмов управления состоянием буферных зон транспортёров для стабилизации потоков и снижения шумовых эмиссий при сохранении пропускной способности; организацию регламентов инструментального контроля и статистической верификации эффектов.

Отдельные элементы методик целесообразно использовать и в учебном процессе для студентов технических направлений (дисциплины по автоматизации производства, организации производства, промышленной робототехнике), что позволит формировать компетенции по интеграции квалиметриче-

ских моделей в систему менеджмента качества и по проектированию процедур мониторинга в высокоавтоматизированных производственных системах.

Оценка структуры и содержания работы

Содержание диссертации полно и корректно отражает полученные результаты в прямой связи с заявленными целью и задачами исследования. Порядок изложения выстроен последовательно: от постановки проблемы и анализа нормативно-методической базы к формированию моделей и методик, их валидации и практическим рекомендациям; логика изложения выдержана на протяжении всех разделов. Используемая терминология единообразна и соответствует общепринятым представлениям области управления качеством и организации производства. Обзор научных источников охватывает отечественные и зарубежные публикации в объёме, достаточном для критического анализа существующих методов и моделей решения поставленных задач. Результаты и положения, заимствованные из работ других авторов, снабжены корректными библиографическими ссылками.

По поставленной цели, задачам, основному содержанию и полученным результатам исследования диссертационная работа 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.

Замечания по диссертации

1) В таблице 1 в левой колонке сведены «типовые проблемы» и их сопоставление с эксплуатационными коэффициентами, однако не указано, по

какой процедуре формировался перечень (аудиты, стандарты, анализ инцидентов) и является ли он исчерпывающим (стр. 43).

2) В таблице 2 приведены нормирующие функции и распределение весов эксплуатационных коэффициентов в квалитметрической модели. Требуется уточнить регламент актуализации весов при изменении конфигурации роботизированной линии розлива (тип тары – стекло/ПЭТ, форма линии, диапазоны скоростей, параметры буферов): в каких случаях и по каким критериям предполагается переоценка весов, чтобы обеспечить переносимость интегрального показателя.

3) Верификационные расчёты используют значения, «выбранные операторами и инженерами» (U , S , Q , ...); состав группы, численность, стаж и процедура согласования оценок не раскрыты (стр. 77-78).

4) В § 3.3.2 детально описаны узлы освещения и геометрия съёма (стр. 127-130, 135), но остаётся неявным, почему отвергнуты альтернативные сенсорные принципы (например, акустические/весовые) для тех же сценариев и как калибровались оптические параметры под вариативность тары/контейнеров.

5) Алгоритм распознавания ориентирован на круговые контуры горлышек и требует «открытой и чистой» тары; случаи дефектов корпуса/дна/боковой поверхности прямо не покрыты (стр. 135-136; также контекст схемы на стр. 129).

6) Подробная отработка работы системы контроля качества состояния буферных зон сделана для разделительного конвейера в зоне контейнеризации (стр. 129-136), тогда как сам автор отмечает многообразие конфигураций многорядных транспортеров (стр. 139). Дополнительно, в обзоре буферов сказано, что их задача – «защитить центральный блок» (стр. 24), но неявно, какой именно узел принят центральным в трактовке (филлер/укупорка/этикетка) и как это влияет на переносимость алгоритмов управления.

7) Требуется пояснения экономическая мотивация выбора стекла как основного объекта (доля/объёмы), а не других типов тары, например жестяная банка (ЖБ) или пластиковая бутылка (ПЭТ).

8) Имеется ряд замечаний редакционного характера, в том числе:

- избыточное количество вновь вводимых сокращений затрудняет чтение; даже при наличии списка (напр., «БСОТ», «ППЭМИ») часть аббревиатур встречается в тексте до их расшифровки и без повторного напоминания в подписи к рисункам/формулам;

- на ряде иллюстраций и формул отсутствуют локальные расшифровки обозначений (например, $V(t)$, $q_{вх}(t)$, $q_{вых}(t)$ на рис. 46 и в формулах раздела 3), тогда как определения вынесены в приложение; целесообразно дублировать ключевые обозначения возле соответствующих формул/рисунков.

- имеются опечатки в тексте 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

Диссертационная работа Кваса Е.С. представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, в которой изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения и разработки, имеющие существенное значение для развития страны, направленные на повышение организационно-технологической эффективности производственных линий роботизированного розлива отечественных предприятий, сочетающие инструменты оценки и управления качеством организации с цифровыми технологиями, соответствующие целям национального проекта технологического лидерства «Средства производства и автоматизации» и приоритетам государственных программ в области цифровой трансформации промышленности.

По поставленной цели и задачам исследования, основному содержанию и полученным результатам диссертационная работа Кваса Е.С. соответствует профилю научной специальности 2.5.22 - Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства.

Диссертационная работа соответствует критериям, установленным пп. 9-14 Положения «О порядке присуждения учёных степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 №842 (в редакции от 21.06.2023г.), предъявляемым к диссертациям на соискание

ученой степени кандидата наук. На основании вышеизложенного можно заключить, что автор диссертации Квас Евгений Станиславович заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.22. Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства.

Отзыв подготовлен профессором кафедры Робототехники и автоматизации производственных систем (РАПС) д.т.н., проф., Беловым Михаилом Петровичем. Диссертация и автореферат рассмотрены на заседании кафедры Робототехники и автоматизации производственных систем (РАПС) ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина) (протокол № 4 от «12» ноября 2025 г.).

Отзыв ведущей организации рассмотрен и утвержден на этом же заседании кафедры.

Профессор кафедры
Робототехники и автоматизации
производственных систем (РАПС),
д.т.н., проф.


/М.П. Белов/

И.о. заведующего кафедрой
Робототехники и автоматизации
производственных систем (РАПС)
к.т.н., доц.


/Д.М. Филатов/

Сведения об организации

Наименование: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)

Адрес: 197022, субъект Российской Федерации: Санкт-Петербург, город Санкт-Петербург, улица Профессора Попова, дом 5, литера Ф.

Контактные телефоны: +7(812) 234-46-51

Адреса электронной почты: info@etu.ru