

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО РЕЦЕНЗЕНТА
на диссертационную работу Тажибаева Адильбека Амирбековича
на тему «Исследование и разработка методов и средств построения
клиентоориентированной комплексной автоматизированной системы расчёта и
изготовления трансформаторов», представленную на соискание степени доктора
философии (PhD) по специальности 8D07103 – «Автоматизация и управление»

№п/п	Критерии	Соответствие критериям (необходимо отметить один из вариантов ответа)	Обоснование позиции официального рецензента
1.	Тема диссертации (на дату ее утверждения) соответствует направлениям развития науки и/или государственным программам	1.1 Соответствие приоритетным направлениям развития науки или государственным программам: 1) Диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемого (ой) из государственного бюджета (указать название и номер проекта или программы) 2) Диссертация выполнена в рамках другой государственной программы (указать название программы) 3) Диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшейнаучно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан (указать направление)	Тема диссертации соответствует приоритетным направлениям развития науки Республики Казахстан, утвержденным Высшей научно-технической комиссией по направлению «Передовое производство, цифровые и космические технологии», что подтверждается выполнением в рамках диссертационного исследования двух проектов ГФ МНВО РК, ИРН: AP14871951 (2022–2024 гг.) и AP09057919 (2021–2023 гг.), а также проекта ГСНС Фонда «Стимулирование продуктивных инноваций» МЦРИАП при поддержке Всемирного банка (2021–2024 гг.).
2.	Важность для науки	Работа вносит/не вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо раскрыта/не раскрыта	Научная значимость работы заключается в разработке и теоретическом обосновании методов и средств построения клиентоориентированных систем (ККАСУПРИТ), что вносит существенный вклад в развитие теории автоматизированного управления сложными промышленными объектами. Важность вклада хорошо раскрыта автором путем предложенного научно-методического подхода к сквозной автоматизации, который позволяет трансформировать традиционное производство в гибкую цифровую экосистему.
3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: 1) Высокий ; 2) Средний; 3) Низкий; 4) Самостоятельности нет	Соискатель проявил высокую степень самостоятельности на всех этапах исследования: от постановки цели и задач до промышленного внедрения результатов. Высокий уровень подтверждается тем, что соискатель является первым автором в серии публикаций в ведущих международных журналах (Q1, Q2), где им лично разработаны математические модели виброакустики и алгоритмы управления термовакуумной обработкой. Также при непосредственном участии автора разработаны программные модули системы «REng» и технические решения, защищенные авторскими свидетельствами и патентами.
4.	Принцип внутреннего единства	4.1 Обоснование актуальности диссертации: 1) Обоснована ; 2) Частично обоснована; 3) Не обоснована.	Актуальность темы обоснована необходимостью цифровой трансформации энергетического машиностроения Казахстана и перехода к концепции Индустрии 4.0. Автор аргументированно доказывает, что традиционные методы проектирования и «островная» автоматизация не позволяют

			современным предприятиям (таким как «Asia Trafo») оперативно адаптировать технические параметры трансформаторов под специфические требования заказчика, что делает разработку ККАСУПРИТ критически важной для отрасли.
		4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: 1) Отражает; 2) Частично отражает; 3) Не отражает	Содержание представленного исследования в форме серии статей полностью раскрывает тему разработки методов и средств построения автоматизированных систем. Статьи логически охватывают весь жизненный цикл изделия: от формирования заказа, компьютерного моделирования физических процессов (вибрация, шум), синтеза общей архитектуры и разработки функциональных модулей в системе расчета «REng» и до оптимизации технологии изготовления (вакуумная сушка).
		4.3 Цель и задачи соответствуют теме диссертации: 1) соответствуют 2) частично соответствуют; 3) не соответствуют	Сформулированная цель — повышение качества и сокращение сроков изготовления трансформаторов — прямо коррелирует с названием работы. Задачи исследования (анализ виброакустики, разработка алгоритмов управления термовакуумной обработкой и создание единого цифрового контура CAD/CAE/CAM) являются необходимыми этапами для достижения заявленной цели и полностью раскрывают научные гипотезы автора.
		4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны: 1) полностью взаимосвязаны; 2) взаимосвязь частичная; 3) взаимосвязь отсутствует	В работе соблюдена строгая логическая последовательность и внутренняя связь. Исследование выстроено по индуктивному принципу: результаты глубокого изучения частных технологических и конструкторских задач (представленные в статьях по виброакустике и сушке изоляции) служат фундаментом для разработки и обоснования архитектуры комплексной системы управления.
		4.5 Предложенные авторам новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями: 1) критический анализ есть; 2) анализ частичный; 3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов	Автор провел глубокий сравнительный анализ существующих систем автоматизации в зарубежном и отечественном трансформаторостроении (подробно изложено в статье 1, Q1). Новые решения, такие как метод сушки под изостатическим прессованием и алгоритмы интеграции требований клиента в производственный цикл, аргументированы результатами математического моделирования и сопоставлены с традиционными методиками, что доказывает их превосходство по точности и энергоэффективности. Также в соответствующей статье автором доказан предложенный метод оценки виброакустических характеристик шунтирующих реакторов, отличающийся учетом влияния конструктивных демпферов на резонансные частоты активной части.
5.	Принцип научной новизны	5.1 Научные результаты и положения являются новыми? 1) полностью новые;	Научные результаты являются полностью новыми и заключаются в теоретическом обосновании концепции ККАСУПРИТ для трансформаторостроения. Впервые

		2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	предложена и реализована модель «сквозной цифровизации», где технические параметры, заданные клиентом, автоматически трансформируются в управляющие команды для производственного оборудования (прессов и вакуумных печей). Результаты, опубликованные в журналах Q1 и Q2, подтверждают мировой уровень новизны разработанных методов интеграции CAD/CAE/CAM-систем.
		5.2 Выводы диссертации являются новыми? 1) полностью новые; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	Получены новые научные выводы о закономерностях кинетики термовакuumной обработки твердой изоляции под воздействием регулируемого механического давления. Автором теоретически доказана возможность интенсификации процесса сушки при одновременном сохранении геометрической стабильности обмоток. Также сформулированы новые положения о влиянии конструктивных параметров демпфирующих элементов на снижение резонансных частот шунтирующих реакторов, что позволило достичь снижения шума на 18%, по результатам опытно-промышленных испытаний.
		5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными: 1) полностью новые; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	Разработана и практически реализована оригинальная архитектура программного комплекса «REng», которая защищена свидетельством об авторском праве. Техническая новизна подтверждена 3 свидетельствами о государственной регистрации прав на объекты авторского права, 6 патентов на полезные модели и патент на изобретение, включая оригинальные технические решения для шунтирующих реакторов и систем хранения энергии. Предложенная технология изостатического прессования в вакуумной среде является уникальным инженерным решением, обеспечивающим значительное повышение ресурса оборудования, что ранее не применялось в аналогичных автоматизированных системах.
6.	Обоснованность основных выводов	Все основные выводы основаны/не основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах либо достаточно хорошо обоснованы (для qualitative research и направлений подготовки по искусству и гуманитарным наукам)	Обоснованность выводов, сформулированных в статьях, подтверждается комплексным подходом, сочетающим теоретические изыскания с экспериментальной проверкой. Автор использовал современные инструменты компьютерного моделирования (система TRDO/TDS) для анализа электромагнитных и виброакустических полей. Достоверность выводов верифицирована результатами опытно-промышленных испытаний на заводах «Asia Trafo» и «TRENCO R&D», а также успешным внедрением программного комплекса «REng». Высокая степень корреляции между расчетными данными и практическими замерами (снижение шума на 18%), подтвержденными актами внедрения.
7.	Основные положения, выносимые на защиту	Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности:	Все три положения, выносимые на защиту, описаны в опубликованных статьях и получили полное и

		<p>7.1 Доказано ли положение? 1) доказано; 2) скорее доказано; 3) скорее не доказано; 4) не доказано</p>	<p>всестороннее доказательство. Первое положение (концепция ККАСУПРИТ) обосновано синтезом архитектуры САПР. Второе (технология сушки) — результатами кинетических исследований. Третье (виброакустика) — конструкторскими решениями по демпфированию. Доказательная база представлена в виде математических моделей, актов внедрения и свидетельств о государственной регистрации интеллектуальной собственности.</p>
		<p>7.2 Является ли тривиальным? 1) да; 2) нет</p>	<p>Положения не являются тривиальными, так как они предлагают решение сложных междисциплинарных задач на стыке автоматизации, теплофизики и механики. Использование алгоритмов управления сушкой под изостатическим прессованием и разработка оригинальных цифровых узлов связи между проектированием и производством выходят за рамки стандартных отраслевых методик.</p>
		<p>7.3 Является ли новым? 1) да; 2) нет</p>	<p>Второе и третье положения, выносимые на защиту, являются новыми в трансформаторостроении. Положение 1 может быть адаптировано и других смежных сферах как новое решение.</p>
		<p>7.4 Уровень для применения: 1) узкий; 2) средний; 3) широкий</p>	<p>Разработанные положения имеют широкий потенциал применения. Методы построения клиентоориентированных систем могут быть адаптированы не только для производства силовых трансформаторов, но и для других отраслей энергетического машиностроения, выпускающих сложное электротехническое оборудование по индивидуальным заказам.</p>
		<p>7.5 Доказано ли в статье? 1) да; 2) нет</p>	<p>Следует отметить, что новизна каждого положения подтверждена публикациями соискателя не только в высокорейтинговых изданиях Q1 и Q2 (JCSE, Cogent Engineering и др.), но и в рекомендованных изданиях научных статьях: 1. Первое положение обосновано в статьях №1 и №5 (архитектура систем); 2. Второе положение доказано в статьях №2 и №6 (сушка и жизненный цикл); 3. Третье положение подтверждено в статьях №3 и №4 (вибрация и шум). Это соответствует всем требованиям Комитета по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования.</p>
8.	<p>Принцип достоверности Достоверность источников и предоставляемой информации</p>	<p>8.1 Выбор методологии – обоснован или методология достаточно подробно описана 1) да; 2) нет</p>	<p>Методология исследования базируется на системном подходе к автоматизации дискретных производств. Автор обоснованно сочетает методы математического моделирования физических полей (электромагнитных, тепловых, виброакустических) с методами системного анализа при проектировании архитектуры САПР. Подробно описан переход от теоретических моделей к программной реализации в среде «REng», что подтверждает корректность выбранного научного аппарата.</p>

		<p>8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий:</p> <p>1) да; 2) нет</p>	<p>В работе применены передовые методы компьютерного моделирования с использованием программных комплексов TRDO/TDS. Исследование кинетики сушки проводилось на современном вакуумном оборудовании с применением прецизионных датчиков контроля параметров. Обработка экспериментальных данных выполнялась с применением методов статистического анализа и численных методов оптимизации, что соответствует международным стандартам, подтвержденным публикациями в журналах Q1 и Q2.</p>
		<p>8.3 Теоретические выводы, модели, выявленные взаимосвязи и закономерности доказаны и подтверждены экспериментальным исследованием (для направлений подготовки по педагогическим наукам результаты доказаны на основе педагогического эксперимента):</p> <p>1) да; 2) нет</p>	<p>Достоверность теоретических положений подтверждена результатами натурных экспериментов и опытно-промышленной эксплуатации на заводах «Asia Trafo» и «TRENCO R&D». Выявленные закономерности влияния демпфирования на вибрацию реакторов и режимов сушки на усадку изоляции получили полное подтверждение в производственных условиях. Акты внедрения и достигнутые показатели (снижение брака, сокращение цикла сушки на 40%) служат объективным доказательством адекватности моделей.</p>
		<p>8.4 Важные утверждения подтверждены/частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достаточны для литературного обзора</p>	<p>Все ключевые научные утверждения автора сопоставлены с данными мировой литературы. В статьях соискателя представлен глубокий обзор современных исследований в области «Smart Manufacturing» и проектирования высоковольтного оборудования. Ссылки на работы ведущих зарубежных и отечественных ученых в области автоматизации подтверждают обоснованность авторской позиции и ее место в современной научной парадигме.</p>
		<p>8.5 Используемые источники литературы достаточны/не достаточны для литературного обзора</p>	<p>Список использованных источников репрезентативен и включает фундаментальные труды, патенты, а также статьи из баз Web of Science и Scopus в основном за последние 5–7 лет. Это позволило автору провести качественный сравнительный анализ и выделить собственную нишу исследования — клиентоориентированную автоматизацию технологических переделов трансформаторостроения.</p>
9	Принцип практической ценности	<p>9.1 Диссертация имеет теоретическое значение:</p> <p>1) да; 2) нет</p>	<p>Теоретическая ценность работы заключается в развитии научно-методических основ построения интегрированных систем управления в трансформаторостроении. Автором предложены новые математические модели взаимосвязи параметров проектирования с технологическими режимами изготовления (сушка, прессовка). Разработанные концептуальные подходы к созданию единого цифрового контура расширяют теоретическую базу автоматизации дискретных производств и могут быть использованы в учебном процессе при подготовке магистров и PhD-докторов.</p>

		<p>9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике:</p> <p>1) да; 2) нет</p>	<p>Практическая значимость диссертационной работы подтверждается успешным внедрением полученных научных и технических результатов на ведущих предприятиях энергетического машиностроения — «Asia Trafo» и «TRENCO R&D» в рамках успешной реализации следующих проектов грантового финансирования: 1) ГСНС/ГМНС № 5 (2021 г.); 2) АР14871951 «Разработка методов увеличения срока службы трансформаторного оборудования»; 3) АР09057919 «Исследование вибрационных процессов реакторного оборудования». Работа направлена на реализацию задач цифровизации промышленного сектора и свидетельствует о высокой практической ценности и технологической зрелости полученных результатов.</p>
		<p>9.3 Предложения для практики являются новыми?</p> <p>1) полностью новые; 2) частично новые (новыми являются 25-75%) 3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>	<p>Предложенные практические решения являются полностью новыми для отечественного машиностроения. Впервые внедрена система автоматизированного управления производственным циклом, которая напрямую интегрирует специфические требования заказчика (клиентоориентированность) в настройки оборудования. Новизна подтверждена 3 свидетельствами о государственной регистрации прав на объекты авторского права, 6 патентами на полезные модели и патентом на изобретение, включая оригинальные технические решения для шунтирующих реакторов и систем хранения энергии.</p>
10.	Качество написания и оформления	<p>Качество академического письма:</p> <p>1) высокое; 2) среднее; 3) ниже среднего 4) низкое.</p>	<p>Диссертационное исследование отличается высоким уровнем академического письма и профессионального технического языка. Несмотря на формат в виде серии статей, автору удалось сохранить логическую целостность изложения. Терминологический аппарат соответствует современным стандартам в области автоматизации и электроэнергетики. Текст характеризуется четкостью формулировок, аргументированностью выводов и отсутствием стилистических заимствований. Высокое качество подтверждается успешным прохождением рецензирования в ведущих международных журналах первого и второго квартилей (Q1, Q2).</p>

Замечания:

1. Представленные материалы диссертационного исследования характеризуются высокой степенью завершенности, однако в качестве пожелания автору можно рекомендовать в дальнейшем более детально раскрыть особенности интеграции разработанного ПО «REng» с существующими на предприятиях базами данных (ERP-системами) для оценки совокупного синергетического эффекта.

2. При описании архитектуры клиентоориентированной системы управления, в статьях следовало бы привести расшифровку некоторых узкоспециализированных англоязычных

аббревиатур, принятых в международной практике Индустрии 4.0, что сделало бы изложение еще более доступным для специалистов смежных областей автоматизации.

3. В графических материалах, иллюстрирующих распределение виброакустических полей, целесообразно было бы использовать дополнительную цветовую индикацию для более контрастного выделения зон минимальных колебаний, хотя это и не влияет на общую высокую достоверность полученных автором результатов.

Сделанные замечания носят уточняющий характер и не снижают общей положительной оценки работ Тажибаева А.А.

Заключение о возможности присуждения степени доктора философии (PhD)

На основании вышеизложенного считаю, что представленная к защите диссертационная работа Тажибаева Адильбека Амирбековича на тему: «Исследование и разработка методов и средств построения клиентоориентированной комплексной автоматизированной системы расчета и изготовления трансформаторов», представленная на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 8D07103 – «Автоматизация и управление», соответствует всем требованиям, предъявляемым к диссертационным работам (согласно п. 5-1.2 Правил присуждения степеней), а её автор Тажибаев Адильбек Амирбекович заслуживает присуждения степени доктора философии (PhD) по указанной специальности.

PhD, заведующий кафедрой
«Системный анализ и управление»,
НАО «Евразийский национальный
университет имени Л.Н. Гумилева»



Жай

Жамангарин Дусмат Саматұлы

