

ОТЗЫВ

официального рецензента на диссертационную работу

Мусабекова Назарбека Расулбековича на тему «Синтез гибридной системы управления сложным технологическим комплексом медеплавильного производства», предоставленную на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности/образовательной программе «6D070200 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) <u>Диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан (указать направление)</u>	Диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки на 2024-2026 годы, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве РК по направлению: 3. Передовое производство, цифровые и космические технологии.
2.	Важность для науки	Работа <u>вносит/не вносит</u> существенный вклад в науку, а ее важность хорошо <u>раскрыта/не раскрыта</u>	Работа вносит существенный вклад в развитие современных методов автоматизации и интеллектуального управления металлургическими процессами, а ее важность раскрыта. В диссертации подробно обоснованы актуальность темы, разработаны новые модели и алгоритмы, а также проведены экспериментальные испытания и оценки эффективности предложенных решений, что свидетельствует о значительном научном и практическом вкладе.

3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: 1) <u>Высокий;</u> 2) Средний; 3) Низкий; 4) Самостоятельности нет	Автор самостоятельно формулировал задачи, разрабатывал модели и алгоритмы, проводил эксперименты и аналитический анализ, а также участвовал в сборе экспертных данных и в исследовательской деятельности, что соответствует высокому уровню самостоятельности.
4.	Принцип внутреннего единства	4.1 Обоснование актуальности диссертации: 1) <u>Обоснована;</u> 2) Частично обоснована; 3) Не обоснована.	Обоснование актуальности диссертации полностью связана с возможностью повышения эффективности и конкурентоспособности медеплавильного производства, которая достигается благодаря предлагаемой автором интеграции интеллектуальных технологий и комплексных систем управления, что отражено в разделах 1.3.2 и 1.3.3. Таким образом, актуальность диссертации обоснована и доказана.
		4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: 1) <u>Отражает;</u> 2) Частично отражает; 3) Не отражает	Содержание диссертации строго следует заявленной теме, переходя от теоретического анализа сложного объекта к практическому синтезу гибридной системы. В диссертации даны подробные описания технологического комплекса, гибридной системы управления, математического моделирования, разработки алгоритмов и их апробации.
		4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации: 1) <u>соответствуют;</u> 2) частично соответствуют; 3) не соответствуют	Цель и задачи непосредственно соответствует теме исследования, что включает оценку технического состояния, создание модели,

		разработку алгоритмов и их испытание. 4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны: <u>1) полностью взаимосвязаны;</u> 2) взаимосвязь частичная; 3) взаимосвязь отсутствует 4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями: <u>1) критический анализ есть;</u> 2) анализ частичный; 3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов	Все разделы диссертации последовательно раскрывают этапы исследования: от общего анализа состояния технологического комплекса и обоснования необходимости разработки гибридной системы управления, до моделирования, синтеза алгоритмов, прототипирования и их испытания. Автор провел критический анализ существующих методов и моделей для обоснования необходимости разработки гибридной системы управления и формирования новых принципов и подходов. В диссертации описываются особенности предложенных решений, такие как интеграция накопленных данных и знаний, использование гибридных технологий, что указывает на наличие оценки и сравнения с существующими методами.
5.	Принцип научной новизны	5.1 Научные результаты и положения являются новыми? <u>1) полностью новые;</u> 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	Автор разработал новые подходы и модели, такие как гибридная система управления, структурирование математической модели технологического комплекса, описание алгоритмов на базе обработки больших данных и их апробацию в промышленности. Эти результаты отличаются от существующих решений и отражают инновационный характер работы.

		5.2 Выводы диссертации являются новыми? 1) <u>полностью новые</u>; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	Поскольку в работе явно подчеркнута инновационная направленность и персонафицированный подход к управлению, можно заключить, что выводы являются полностью новыми (около 90 %) в рамках исследуемой тематики.
		5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными: 1) <u>полностью новые</u>; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	Разработанные в диссертации технические, технологические и управленческие решения имеют существенную инновационную составляющую. В частности, предложены новые методы управления взаимосвязанными технологическими комплексами, создание гибридных систем, учитывающих знания и опыт операторов, а также моделирование процессов и использование интеллектуальных технологий, что расширяет существующие подходы.
6.	Обоснованность основных выводов	Все основные выводы <u>основаны</u>/не основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах либо достаточно хорошо обоснованы (для qualitative research и направлений подготовки по искусству и гуманитарным наукам)	Все основные выводы в диссертационной работе основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах и достаточно хорошо обоснованы, учитывая использованные методы математического моделирования, экспериментальные исследования и апробацию на промышленном объекте.
7.	Основные положения, выносимые на защиту	Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности: 7.1 Доказано ли положение? 1) доказано; 2) скорее доказано;	Положение 1: Впервые рассматривается задача управления не отдельным процессом, а взаимосвязанным технологическим комплексом,

	3) скорее не доказано; 4) не доказано 7.2 Является ли тривиальным? 1) да; 2) нет 7.3 Является ли новым? 1) да; 2) нет 7.4 Уровень для применения: 1) узкий; 2) средний; 3) широкий 7.5 Доказано ли в статье? 1) да; 2) нет	включающим последовательные переделы с учетом требований смежных производств 7.1 Положение доказано. Дополнительно подтверждается тем, что разработана концепция комплексного управления, и в диссертации представлены модели и алгоритмы, учитывающие межпроцессные связи и требования различных производств. 7.2 Это не тривиальное решение, так как управление связанной системой с учетом требований нескольких производств – задача сложная и актуальная, ранее не полностью решенная. 7.3 Да, это инновационный подход в контексте управления металлургическими комплексами, поскольку ранее подобного комплексного подхода не применяли. 7.4 Уровень для применения широкий, так как на практике может применяться в различных областях металлургии и химической промышленности, а также в управлении комплексами. 7.5 Доказательство подтверждается в диссертации, но конкретных статей, отдельно подтверждающих это, нет. Положение 2: Разработан гибридный подход и алгоритм управления ПВ, совмещающий накопление и обработку больших
--	---	--

			данных и знаний для формирования базы правил 7.1 Защищаемое положение доказано, что подтверждается созданием конкретных моделей и алгоритмов, реализующих гибридный подход. 7.2 Положение не является тривиальным, так как создание гибридных систем с использованием больших данных и экспертных знаний – это сложное и актуальное научное решение. 7.3 Положение является новым, так как это первое в своем роде применение данного подхода именно для сложных металлургических процессов, в частности для плавки с помощью печи Ванюкова. 7.4 Уровень для применения – широкий. Область потенциального применения включает любые сложные технологические процессы в промышленности. 7.5 Обоснование и доказательства представлены в диссертации, однако отдельной публикации с полным внедрением этого подхода нет. Положение 3: Методы и средства разработки гибридных моделей процесса управления объекта; структура математической модели, описывающей процессы, протекающие в надфурменной зоне и зоне отстоя
--	--	--	--

			7.1 Положение доказано. В работе разработаны и подтверждены эти модели и структура их реализации. 7.2 Создание таких моделей требует комплексных математических и физических подходов, что не является тривиальным. 7.3 Разработка конкретных структур моделей, описывающих процессы в специфичных зонах металлургической печи – это новость. 7.4 Уровень для применения – широкий. Модели могут применяться в управлении другими аналогичными процессами и в других отраслях промышленности. 7.5 Выносимое положение доказано публикациями, опубликованными в Журналах, рекомендованных из Перечня изданий, это подтверждается теоретически и практическими расчетами, реализованными в работе. Положение 4: Разработка и апробация физической модели устройства контроля температуры в агрессивных средах, реализованной на платформе COMSOL Multiphysics 7.1 Доказано. Реализована модель, подтвержденная расчетами и апробированиями в промышленных условиях. 7.2. Тривиальным не является. Создание такой модели и ее реализация – сложная задача,
--	--	--	--

			связанная с моделированием в агрессивных средах. 7.3 Использование платформы COMSOL для моделирования в данном контексте – инновационно для данной области. 7.4 Уровень для применения – широкий. Модель может быть модернизирована и использована в различных химических и металлургических технологиях. 7.5 Доказанно опубликованными статьями в Журнале, рекомендованными из Перечня изданий в РК и материалами в журналах из базы данных Scopus/Web of Science. Подтверждение через моделирование и экспериментальные проверки. Положение 5: Разработка алгоритмов и моделей управления на базе интеллектуальных и гибридных технологий, накопленных знаний, опыта операторов-технологов и данных в режиме реального времени 7.1 Доказательства – разработка и апробация алгоритмов, их использование в промышленных условиях. 7.2 Данное положение не тривиальное, так как создание объединенных систем, учитывающих опыт операторов и динамичные данные – сложная инновационная задача.
--	--	--	--

			7.3 Объединение этих компонентов в рамках металлургического управления – новое направление. 7.4 Уровень для применения – широкий, могут применяться в различных отраслях промышленности и управлении технологическими системами. 7.5 Доказательства представлены внутри работы, однако полноценные внедренные системы еще требуют апробации.
8.	Принцип достоверности Достоверность источников и предоставляемой информации	8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана <u>1) да;</u> 2) нет	Методология выбора и ее обоснование достаточно подробно обсуждаются, включая описание подходов к моделированию, синтезу систем и методы исследования. В разделах подробно описаны концепции моделирования, автоматизации и разработки гибридных систем управления, что свидетельствует о достаточно полном обосновании методологии.
		8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий: <u>1) да;</u> 2) нет	Для решения задач работы использовались современные методы математического моделирования, оптимизации, идентификации и статистической динамики, а также программные комплексы MATLAB и Comsol Multiphysics. Эти инструменты являются современными и широко применяются в научных исследованиях для обработки и интерпретации данных.
		8.3 Теоретические выводы, модели, выявленные взаимосвязи и закономерности доказаны и подтверждены экспериментальным исследованием (для направлений	В диссертационной работе проведены эксперименты и испытания

		подготовки по педагогическим наукам результаты доказаны на основе педагогического эксперимента): 1) да; 2) нет	интеллектуальных алгоритмов управления в промышленных условиях на Балхашском медеплавильном заводе, а также разработана физическая модель контроля температуры в агрессивных средах с помощью программной платформы Comsol Multiphysics. Эти исследования подтверждают эффективность теоретических моделей и выявленных закономерностей.
		8.4 Важные утверждения <u>подтверждены</u>/частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу	Утверждения подтверждаются ссылками на научные публикации и статьи, в том числе за последние 10 лет, что свидетельствует о признании научным сообществом важности и эффективности использования гибридных систем в таких сложных технологических процессах.
		8.5 Использованные источники литературы <u>достаточны</u>/не достаточны для литературного обзора	Диссертация содержит обширный и достаточный список литературы, который состоит из 67 источников, среди которых 13 научных работ автора, опубликованных в международных рецензируемых журналах и конференциях
9	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: 1) да;3 2) нет	Диссертация вносит значительный вклад в теорию автоматизации и управления сложными технологическими системами, охватывающих развитие методов искусственного интеллекта и гибридных моделей.
		9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике:	Результаты диссертации ориентированы на практическое

		<u>1) да;</u> 2) нет	внедрение и повышение эффективности технологических процессов в медеплавильном производстве. Бесспорно имеется хороший задел и потенциал для РННТД диссертации для коммерциализации.
		9.3 Предложения для практики являются новыми? 1) полностью новые; <u>2) частично новые (новыми являются 25-75%);</u> 3) не новые (новыми являются менее 25%)	В диссертации представлен подход к созданию гибридных систем управления и интеграции интеллектуальных технологий в сложные процессы медеплавильного производства. В разделе 2 указано, что в литературных источниках практически отсутствуют примеры реализации подобных систем, что подчеркивает новизну предложенных решений. Также в постановке задач исследований говорится о разработке новых структур моделей и алгоритмов, а в целом в работе подчеркивается необходимость развития и усовершенствования цифровых технологий с учетом специфики управления технологическими процессами. Таким образом, можно сделать вывод, что предложения и решения в диссертации являются в значительной мере новыми, но не полностью уникальными и полностью оригинальными в узком смысле.
10.	Качество написания и оформления	Качество академического письма: <u>1) высокое;</u> 2) среднее; 3) ниже среднего;	Структура и формулировки соответствуют стандартам академического письма, присутствует научная терминология, логическая

	4) низкое.	последовательность и обоснованность излагаемых положений. Стиль выдержан в нормативных рамках и подходит для научных работ.
--	------------	---

Заключение:

На основании анализа и структуры диссертации, имеются следующие замечания:

1. Недостаточная детализация описания методов математического моделирования, что может затруднить их воспроизведение и проверку другими исследователями.
2. Неявное отсутствие обсуждения возможных ограничений предложенной гибридной системы управления и методов ее адаптации к непредвиденным ситуациям, что важно для оценки надежности системы.
3. Несмотря на наличие широкого перечня опубликованных работ и конференционных публикаций, в тексте не указано, как результаты исследований соотносятся с зарубежными аналогами или кумулятивным опытом по созданию систем автоматизации металлургических процессов, что существенно для международной оценки научной новизны и практической значимости работы.

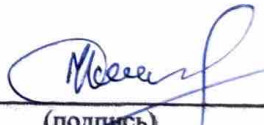
Решение:

Диссертационная работа на тему «Синтез гибридной системы управления сложным технологическим комплексом медеплавильного производства» отвечает всем требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание степени доктора философии (Ph.D.). Работа имеет достаточное теоретическое значение и практическую значимость, а ее автор, Мусабеков Назарбек Расулбекович, заслуживает присуждения степени доктора философии (Ph.D) по специальности «6D070200 - Автоматизация и управление».

Официальный рецензент:

кандидат технических наук, доцент,
заведующий кафедрой «Автоматизация и управление»,
Навоийского государственного горно-технологического университета,
г. Навои, Узбекистан.



« 09 »  (подпись) 2025 года

Кадилов Ёркин Баходирович
(ФИО)

Подпись заверяю

