

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) Диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан (указать направление)	Тема диссертационной работы связана с приоритетным направлением «Передовое производство, цифровые и космические технологии», утвержденным Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан. Работа способствует реализации государственной политики по модернизации и повышению конкурентоспособности горнодобывающей и металлургической отраслей страны через внедрение современных интеллектуальных систем управления, что полностью соответствует национальным стратегическим задачам.
2.	Важность для науки	Работа вносит/не вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо раскрыта/не раскрыта	Важность данной работы хорошо раскрыта, так как она обусловлена актуальностью внедрения гибридных систем управления в металлургическом производстве, что способствует повышению эффективности и надежности технологических процессов. Кроме того, автор демонстрирует глубокое понимание существующих методов и предлагает новые подходы к синтезу систем управления, что укрепляет научную значимость исследования. Поэтому работа вносит существенный вклад в развитие науки, особенно в области автоматизации и интеллектуальных систем управления сложными технологическими комплексами.

3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: 1) Высокий; 2) Средний; 3) Низкий; 4) Самостоятельности нет	Уровень самостоятельности работы можно оценить как высокий, поскольку в диссертации проводится самостоятельное развитие и синтез новых моделей и алгоритмов гибридных систем управления, а также их теоретическая обоснованность и экспериментальная апробация. Автор самостоятельно реализует комплексный подход к созданию подобных систем, интегрируя методы искусственного интеллекта и моделирования, что подтверждает высокий уровень самостоятельности проведения исследования.
4.	Принцип внутреннего единства	4.1 Обоснование актуальности диссертации: 1) Обоснована; 2) Частично обоснована; 3) Не обоснована.	Обоснование актуальности диссертации является обоснованным, так как в разделе, посвящённом анализу современных методов управления технологическими комплексами, подчёркивается необходимость развития гибридных систем управления в условиях ограниченных ресурсов и специфики региона. Также активное использование интеллектуальных технологий и интеграция моделей для повышения эффективности автоматизации подтверждают важность и актуальность исследования. Следовательно, актуальность диссертации обоснована полностью.
		4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: 1) Отражает; 2) Частично отражает; 3) Не отражает	Соответствие содержания теме прослеживается по следующим признакам: - Объект исследования технологический комплекс плавки Ванюкова - сложный технологический комплекс как объект управления, включая его многомерность, стохастичность и нестационарность. Концепция гибридной системы: Диссертация даёт теоретическое обоснование гибридным системам, объединяющим традиционные методы с интеллектуальными технологиями
		4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации: 1) соответствуют; 2) частично соответствуют; 3) не соответствуют	Задачи диссертационной работы логично вытекают из сформулированной в разделе 1.4 цели исследования, соответствующей теме диссертации, это прослеживается и других разделах, а также в анализе современных технологий и методов автоматизации.
		4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны: 1) полностью взаимосвязаны;	Из анализа структуры и содержания диссертации, видно, что разделы и положения последовательно развивают основную тему исследования: начиная с общего обзора и анализа

		2) взаимосвязь частичная; 3) взаимосвязь отсутствует	текущего состояния, переходя к формулировке целей и задач, разработке математической модели и структуры системы управления, обоснованию концепции синтеза и моделированию, и завершая экспериментальной проверкой и оценкой эффективности. Это свидетельствует о логической взаимосвязи между разделами, где каждый этап обоснован и связан с предыдущими, создавая последовательную цепочку научных положений.
		4.5 Предложенные автором 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	В диссертации представлен критический анализ существующих методов и подходов управления технологическими комплексами, где автор выделяет их ограничения и преимущества, а также обосновывает необходимость внедрения новых решений. Указано, что предложенные принципы и методы основаны на собственных исследованиях и разработках, а не только на цитируемых источниках. Таким образом, аргументация новых решений не ограничивается цитатами других авторов, а включает их обоснование, сравнение и оценку с учетом проведенного анализа.
5.	Принцип научной новизны	5.1 Научные результаты и положения являются новыми? 1) полностью новые; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	На основании общего содержания диссертации можно сделать вывод, что автор предлагает новые подходы и модели, особенно в области синтеза гибридных систем управления, использования больших данных и внедрения интеллектуальных технологий для управления сложными технологическими комплексами. Эти разработки позволяют существенно повысить эффективность и адаптивность управления, а также расширяют существующие методы за счет внедрения современных технологий искусственного интеллекта и гибридных систем. При этом, очевидно, что некоторые идеи и методики основываются на уже существующих научных подходах, но в рамках данной работы они существенно расширены и впервые адаптированы под конкретные условия и задачи медеплавильного производства.
		5.2 Выводы диссертации являются новыми? 1) полностью новые; 2) частично новые (новыми являются 25-75%);	Исходя из содержания диссертации и представленных разделов, выводы и обобщения, касающиеся разработки концепции гибридных систем управления, интеграции

		3) не новые (новыми являются менее 25%)	интеллектуальных технологий и создания математических моделей для управления сложными технологическими комплексами, представляют собой значительный вклад в область автоматизации металлургических процессов. Однако, поскольку эти идеи основываются на существующих методах и технологиях, а также расширяют и адаптируют их под конкретные условия, можно сделать вывод, что выводы диссертации являются частично новыми – их новизна составляет примерно 25–75%
		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%)	Анализируемые в диссертации решения касаются разработки и внедрения гибридных систем управления, интеграции интеллектуальных методов, формирования новых математических моделей и алгоритмов, а также расширения автоматизации металлургических процессов. Эти решения, учитывая существующие методы и знания, модернизируют и дополняют современное техническое и управленческое оснащение производств. Поскольку в работе предлагаются новые подходы к моделированию и контролю сложных технологических комплексов, а также учитываются особенности конкретных региональных и отраслевых условий, можно сказать, что основные технические, технологические и управленческие решения обладают значительной новизной, достигающей частично 25-75% новых решений.
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)	Основные выводы диссертационной работы подтверждены научно обоснованными моделями, экспериментальными результатами и методологическим анализом, представленными в различных главах работы. В частности, разработанные математические модели, алгоритмы и методы синтеза гибридных систем управления подкреплены теоретическими расчетами, моделированием и испытаниями прототипов, что свидетельствует о их обоснованности с научной точки зрения. Также, внедрение интеллектуальных методов и анализ их эффективности подтверждены проведенными исследованиями.
7.	Основные положения,	Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности:	Основные положения, выносимые соискателем на защиту:

	выносимые на защиту	7.1 Доказано ли положение? 1) доказано; 2) скорее доказано; 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	- Разработка структуры гибридной системы управления для технологического комплекса медеплавильного производства, включающая подсистемы экспертных знаний, математического моделирования, интеллектуального интерфейса и систем поддержки принятия решений. 7.1: 1) доказано; 7.2: 2) нет; 7.3: 2) нет; 7.4: 3) широкий; 7.5: 2) нет. - Предложен метод синтеза гибридных систем управления на основе анализа больших данных, системной идентификации и интеллектуальных алгоритмов. 7.1: 2) скорее доказано; 7.2: 2) нет; 7.3: 1) да; 7.4: 3) широкий; 7.5: 1) да. - Разработаны и проверены прототипы математической модели и алгоритма гибридной системы, подтверждающие их высокую чувствительность, устойчивость и соответствие автоматизированным требованиям управления. 7.1: 1) доказано; 7.2: 2) нет; 7.3: 2) нет; 7.4: 2) средний; 7.5: 1) да. - Обоснована необходимость использования опыта операторов и экспертных знаний в построении моделей управления сложными процессами. 7.1: 1) доказано; 7.2: 2) нет; 7.3: 2) нет; 7.4: 2) средний; 7.5: 2) нет. - Предложена стратегия автоматизации и интеллектуализации процесса плавки Ванюкова, предусматривающая интеграцию современных технологий. 7.1: 2) скорее доказано; 7.2: 2) нет; 7.3: 2) нет; 7.4: 3) широкий; 7.5: 1) да.
8.	Принцип достоверности Достоверность источников и предоставляемой информации	8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана 1) да; 2) нет 8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий: 1) да; 2) нет	Методология достаточно подробно описана и обоснована. В диссертации представлены основы концепций, структура систем, а также применены современные методы математического моделирования, анализа данных и системного подхода. Результаты диссертационной работы достигаются применением современных методов научных исследований, таких как системная идентификация, математическое моделирование, анализ больших данных, использование систем автоматического управления, искусственного интеллекта и компьютерных технологий. В разделе 4 и других описаны применения программных пакетов (например, MATLAB, Simulink, Comsol Multiphysics) для обработки

			данных и моделирования процессов, что подтверждает использование современных компьютерных технологий.
		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): 1) да; 2) нет	В диссертационной работе представлены теоретические модели, связанные с тепловым режимом, системами автоматического управления, моделированием процессов и анализом больших данных. Эти модели были разработаны и подтверждены посредством численных экспериментов, моделирования и промышленного тестирования, например, в разделе 5 описывается разработка системы контроля теплового режима по экспериментальным данным. Отсюда следует, что научные выводы подтверждены практическими и экспериментальными исследованиями в области технологических процессов.
		8.4 Важные утверждения подтверждены /частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу	На основании анализа диссертации, представленные научные утверждения подтверждены ссылками на опубликованные работы и научные источники. В частности, разделы, посвященные обзору методов моделирования, экспериментальным исследованиям, промышленному внедрению, опубликованы в научных журналах и материалах конференций, что подтверждает научную обоснованность сделанных утверждений.
		8.5 Используемые источники литературы достаточны /не достаточны для литературного обзора	Анализ использованных источников литературы показывает, что использованные источники литературы охватывают широкий спектр тематик, связанных с моделированием технологических процессов, автоматизацией, искусственным интеллектом и промышленными системами управления. В их число входит 13 печатных работ соискателя, включая международные конференции, инженерно-технические журналы, входящие в базы данных Scopus/Web of Science. Это свидетельствует о том, что автор провел достаточно обширный литературный обзор, интегрирующий современные и авторитетные источники, что соответствует требованиям к научной работе подобного уровня.
9	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: 1) да; 2) нет	На основании анализа результатов диссертации можно сделать вывод, что в ней существенно разработаны теоретические основы и модели гибридных систем управления технологическими комплексами, что подтверждается

			формированием математических моделей, алгоритмов и аналитических подходов. В частности, сформулированы задачи по синтезу эффективных систем управления, создана структура математической модели с учетом ключевых параметров процессов, а также предложены методы адаптации и интеграции моделей в промышленные системы.
		9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике: 1) да; 2) нет	Значительная часть работы направлена на оптимизацию технологических процессов, повышение их точности, эффективности и адаптивности, что позволяет практически применять эти разработки для повышения производительности и автоматизации металлургических предприятий. Более того, в работе подчеркнута актуальность внедрения интеллектуальных систем мониторинга, диагностики и оптимизации в реальных промышленных условиях, что подтверждается публикацией результатов в международных научных журналах и конференциях, а также практическим экспериментированием на заводах, таких как Балхашский медеплавильный завод. Это свидетельствует о высокой степени готовности разработанных решений к практическому применению и их потенциальной эффективности в реальных производственных условиях.
		9.3 Предложения для практики являются новыми? 1) полностью новые; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	Многие предложенные подходы и системы основаны на существующих методах и технологиях, таких как интеграция моделей управления в промышленные контроллеры и использование искусственного интеллекта для оптимизации процессов, что уже является предметом исследований и практических разработок. Однако, в рамках данной работы реализованы новые идеи по адаптации и интеграции этих технологий в специфические условия медеплавильных производств региона Казахстана, а также по созданию гибридных систем управления, что в целом может иметь элементы новизны для практики.
10.	Качество написания и оформления	Качество академического письма: 1) высокое; 2) среднее; 3) ниже среднего;	На основании общего анализа оформления, текста и структуры диссертации, качество академического письма и оформления соответствует высокому стандарту. В документе соблюдены требования к структуре, оформлению, использована

	4) низкое.	нормативная база, применены стандарты, что свидетельствует о хорошем уровне подготовки.
--	------------	---

Заключение:

Имеются следующие замечания по диссертации:

1. В некоторых разделах, особенно при описании методов и моделей, можно было бы повысить уровень детализации и объяснения для более ясного понимания технических аспектов исследования.
2. В разделе основных выводов и результатов можно дополнительно подчеркнуть практическую значимость полученных данных и предложенных решений, что усилит их применение в промышленной сфере.
3. В части оформления, хотя в целом соблюдены нормативные требования, стоит уделить внимание единству оформления рисунков и таблиц, а также аккуратности ссылок внутри текста для повышения общего уровня презентации работы.
4. В некоторых разделах, особенно при изложении математических моделей и схем, есть необходимость в дополнительных пояснениях или примерах для более полного понимания материала читателями, не являющимися специалистами в узкой области.

Решение: Сделанные замечания носят уточняющий характер и не снижают общей положительной оценки диссертационной работы. Считаю, что рецензируемая диссертационная работа на тему «Синтез гибридной системы управления сложным технологическим комплексом медеплавильного производства» в целом выполнена на высоком профессиональном уровне, содержит актуальные научные результаты, отвечает требованиям к диссертационной исследовательской деятельности и демонстрирует значительный вклад в развитие области автоматизированных систем управления технологическими процессами, а ее автор, Мусабеков Назарбек Расулбекович, заслуживает присуждения степени доктора философии (Ph.D) по специальности «6D070200 - Автоматизация и управление».

Официальный рецензент:

доктор философии (PhD),
заведующий кафедрой «Системный анализ
и управление», НАО «Евразийский национальный
университет имени Л.Н. Гумилева», г. Астана, Казахстан

Жаман

(подпись)

«09»

12

Жамангарин Дусмат Саматұлы
(ФИО)

2025 года

Подпись заверяю

