

**Письменный отзыв официального рецензента
на диссертационную работу
Самигулина Тимура Ильдусовича
на тему «Разработка Smart-технологии для систем управления сложными объектами
на основе подходов искусственного интеллекта»,
представленную на соискание степени доктора PhD
по специальности 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 диссертации соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденным Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан: «Информационные, коммуникационные 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>	Диссертационная работа вносит существенный вклад в развитие интеллектуальных систем управления, применяемых для управления сложными многомерными технологическими процессами. Кроме того, вклад диссертационной работы заключается в интеграции разработанной интеллектуальной системы управления на базе метаэвристических алгоритмов

			искусственного интеллекта в современное промышленное производство на оборудовании компании Honeywell.
3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: 1) <u>Высокий</u> ; 2) Средний; 3) Низкий; 4) Самостоятельности нет	Диссертация Самигулина Тимура Ильдусовича представляет работу с высоким уровнем самостоятельности, которая содержит как экспериментальные исследования, так и практическую реализацию. Каждый пункт диссертации содержит подробный анализ результатов исследований и выводы.
4.	Принцип внутреннего единства	4.1 Обоснование актуальности диссертации: 1) <u>Обоснована</u> ; 2) Частично обоснована; 3) Не обоснована.	Актуальность диссертации заключается в разработке новых подходов управления сложными технологическими процессами, имеющую многомерную и многосвязную структуру с помощью метаэвристических алгоритмов искусственного интеллекта. Использование полученных результатов исследования позволяет повысить уровень цифровизации производства, увеличить экономическую эффективность и безопасность работы сотрудников предприятия на предприятиях путём введения когнитивных операторских НМИ-панелей.
		4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: 1) <u>Отражает</u> ; 2) Частично отражает; 3) Не отражает	Содержание диссертационной работы полностью отражает тему диссертации, поставленные цели и задачи исследования.
		4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации: 1) <u>соответствуют</u> ; 2) частично соответствуют; 3) не соответствуют	Автором диссертационной работы поставлены цели разработки инновационной Smart-технологии для системы управления сложным объектом нефтегазовой отрасли на основе подходов искусственного интеллекта. Цели диссертационной работы и решение поставленных задач полностью соответствует теме диссертации.
		4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны: 1) <u>полностью взаимосвязаны</u> ;	Диссертационная работа Самигулина Тимура Ильдусовича состоит из введения, пяти основных разделов, заключения, списка используемой литературы и приложений, которые

		<p>2) взаимосвязь частичная; 3) взаимосвязь отсутствует</p>	<p>полностью логически взаимосвязаны.</p> <p>Первый раздел посвящен литературному обзору современных достижений в науке по таким перспективным направлениям искусственного интеллекта, как “Industrial Artificial Intelligence”, “Smart manufacturing”, “Industrial Big Data Analysis”. Рассмотрены: классификация, достоинства метаэвристических алгоритмов искусственного интеллекта при решении сложных оптимизационных задач.</p> <p>Во втором разделе автор рассматривает сложный технологический процесс очистки газа в дистилляционной колонне, варианты конфигураций колонн и основные элементы управления.</p> <p>Раздел три посвящён разработке подхода управления сложным объектом с помощью методов и алгоритмов искусственного интеллекта, развязывающего управления с целью уменьшения влияния взаимосвязей, негативно влияющий на процесс очистки газа в колонне. Разработаны модифицированные критерии качества для многомерного процесса очистки газа.</p> <p>В разделе четыре разрабатывается программное обеспечение для расчёта интеллектуальных регуляторов с помощью биоинспирированных алгоритмов искусственного интеллекта и полученных модифицированных критериев качества. Выполнен анализ результатов и сформулированы выводы по разделу.</p> <p>Пятый раздел диссертационной работы посвящён задаче интеграции разработанной интеллектуальной системы управления сложным процессом очистки газа в современное промышленное оборудование и программное обеспечение компании Honeywell, а именно в распределённую систему управления Experion Process Knowledge System. Рассматривается задача разработки когнитивных мнемосхем для улучшения эффективности работы оператора с HMI-интерфейсами.</p> <p>Диссертационная работа обладает внутренним единством</p>
--	--	---	--

			полученных результатов, все разделы которой логически взаимосвязаны.
		4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями: 1) <u>критический анализ есть</u> ; 2) анализ частичный; 3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов	Автором работы аргументированы новые принципы и методы. Так для повышения эффективности и надёжности управления сложным технологическим объектом дистилляционной колонны рассматривается вопрос синтеза интеллектуальных ПИ-регуляторов, создания когнитивных мнемосхем. Получены авторские свидетельства на разработки. Для проверки полученных результатов исследований создан цифровой двойник дистилляционной колонны в программном обеспечении Honeywell Unisim Design.
5.	Принцип научной новизны	5.1 Научные результаты и положения являются новыми? 1) <u>полностью новые</u> ; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	<p>Научной новизной и практической значимостью диссертационной работы Самигулина Тимура Ильдусовича являются</p> <ul style="list-style-type: none"> - Создание интеллектуального подхода для решения задачи SMART-управления сложными технологическими объектами. - Выполнена разработка модифицированных критериев качества для многомерного и многосвязного объекта управления. - Разработано программное обеспечение для интеллектуальной настройки промышленных регуляторов с учётом полученных модифицированных критериев качества. - Внедрение полученных результатов исследования в распределённую систему управления Honeywell Experion PKS. - Разработка когнитивных HMI-интерфейсов с учетом психофизических особенностей оператора-инженера предприятия с целью минимизации аварийных ситуаций, связанных с человеческих фактором.

		<p>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%)</p>	<p>Выводы диссертации и результаты научных исследований являются полностью новыми. Результаты моделирования экспериментальных исследований проверяются на разработанном цифровом двойнике дистилляционной колонны. Реализация на современной распределенной системе управления Honeywell Experion PKS подтверждает практические результаты исследований.</p>
		<p>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%)</p>	<p>В диссертационной работе исследования являются новыми и обоснованными. Биоинспирированные методы искусственного интеллекта (ИИ) в современной науке применяются в основном для одномерных технологических процессов. Автор работы решил задачу управления сложными технологическими процессами, характеризующимися многомерной и многосвязной структурой, где классические методы управления не могут применяться.</p>
6.	Обоснованность основных выводов	<p>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)</p>	<p>Все основные выводы полностью обоснованы и сформулированы, основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах. Анализ результатов исследования основан на проведенных теоретических, экспериментальных исследований с помощью компьютерного моделирования в программных продуктах MATLAB, Unisim Design. Практическая реализация выполнена на современном промышленном оборудовании компании Honeywell.</p>
7.	Основные положения, выносимые на защиту	<p>Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности: 7.1 Доказано ли положение? 1) <u>доказано</u>; 2) скорее доказано; 3) скорее не доказано; 4) не доказано 7.2 Является ли тривиальным?</p>	<p>Положения выносимые на защиту доказаны с помощью экспериментального исследования. Автором диссертационной работы опубликовано 18 статей, 2 из которых включены в базу SCOPUS с процентилем 82% Q2 и 25% Q3. Имеется 5 статей в изданиях, рекомендуемых ККСОН, получено два авторских свидетельства и два акта внедрения, что доказывает новизну исследований и практическую значимость.</p>

		<p>1) да; 2) <u>нет</u></p> <p>7.3 Является ли новым? 1) да; 2) нет</p> <p>7.4 Уровень для применения: 1) узкий; 2) средний; 3) <u>широкий</u></p> <p>7.5 Доказано ли в статье? 1) да; 2) нет</p>	
8.	Принцип достоверности Достоверность источников и предоставляемой информации	<p>8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана 1) да; 2) нет</p> <p>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</p>	<p>Выбор методологии достаточно подробно обоснован. Задача исследования заключается в реализации современных подходов ИИ для управления реальными технологическими процессами, характеризующиеся сложной ММО-структурой. Научные результаты биоинспирированных алгоритмов искусственного интеллекта успешно внедряются в современное промышленное производство позволяя увеличить эффективность управления, безопасность и надёжность.</p> <p>Для выполнения задачи синтеза коэффициентов промышленных ПИ-регуляторов использовалась среда Mathwork MATLAB с инструментами моделирования Simulink. Расчёт дистилляционной колонны с учетом полученных интеллектуальных регуляторов и динамическое моделирование выполнено в программном обеспечении Unisim Design от компании Honeywell, который является современным инструментом для создания цифровых двойников предприятий.</p> <p>Практическая реализация выполнена на базе современных программируемых логических контроллеров Honeywell C300 серии C. Интеграция SMART-системы выполнена в PCU Experion PKS R501, где использовались следующие</p>

			<p>инструменты:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Configuration Studio – для конфигурации оборудования и модели предприятия. - HMIWeb Display Builder – для разработки когнитивных мнемосхем. - Control Builder – для разработки стратегии управления контроллера С300.
		<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) <u>да</u>;</p> <p>2) <u>нет</u></p>	<p>В диссертационной работе теоретические выводы, модели, взаимосвязи/закономерности доказаны и подтверждены с помощью экспериментальных исследований на цифровом двойнике и проверены на реальном промышленном оборудовании компании Honeywell в режиме симулятора.</p>
		<p>8.4 Важные утверждения <u>подтверждены</u>/частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу</p>	<p>Важные утверждения подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу в достаточной мере, включающие Springer, Elsevier.</p>
		<p>8.5 Используемые источники литературы <u>достаточны</u>/не достаточны для литературного обзора</p>	<p>Автором диссертационной работы приведены 107 литературных источника, которых в полной мере достаточно для литературного обзора.</p>
9	Принцип практической ценности	<p>9.1 Диссертация имеет теоретическое значение:</p> <p>1) <u>да</u>;</p> <p>2) <u>нет</u></p>	<p>Теоретическое значение диссертационной работы обосновано актами внедрения и опубликованными работами в высокорейтинговых журналах SCOPUS и в издательствах, рекомендованных к публикации ККСОН.</p>
		<p>9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике:</p> <p>1) <u>да</u>;</p> <p>2) <u>нет</u></p>	<p>Постановка задачи сформулирована таким образом, что подразумевает внедрение интеллектуальной SMART-системы управления в реальное промышленное производство. Автором диссертационной работы получено два акта внедрения в ТОО «Ханиуэлл – Автоматические системы управления» и в АО</p>

			<p>«Казахстанско-Британский Технический Университет». Система интеллектуального управления выполнена с помощью современных средств автоматизации и программного обеспечения. Полученные результаты исследований имеют практическое значение и вероятность применения на промышленных предприятиях.</p>
		<p>9.3 Предложения для практики являются новыми? 1) <u>полностью новые</u>; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>	<p>Получено авторское свидетельство на программу для ЭВМ для синтеза интеллектуальных регуляторов. Разработаны модифицированные критерии качества для многомерного и многосвязного процесса очистки газа в дистилляционной колонне. Получены обширные результаты моделирования, позволяющие выбрать лучшую структуру управления в зависимости от выбранного алгоритма искусственного интеллекта. Создана цифровая модель дистилляционной колонны, которая может применяться как учебный тренажёр для инженеров, как для динамического моделирования, так и для моделирования в устойчивом состоянии системы. Разработаны когнитивные мнемосхемы, которые учитывают психофизические особенности инженера-оператора.</p>
10.	<p>Качество написания и оформления</p>	<p>Качество академического письма: 1) <u>высокое</u>; 2) среднее; 3) ниже среднего; 4) низкое.</p>	<p>Диссертационная работа имеет высокое качество академического письма, написана грамотным научно-техническим языком.</p> <p>В виде замечания к диссертационной работе можно выделить описание структурной схемы SMART-системы управления с оборудованием компании Honeywell (рисунок 5.1). Необходимо подробнее описать взаимодействие элементов схемы.</p>

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Указанные замечания не снижают положительной оценки диссертационной работы. Рецензируемая диссертационная работа Самигулина Тимура Ильдусовича на тему: «Разработка Smart-технологии для систем управления сложными объектами на основе искусственного интеллекта» по своей научной значимости, актуальности и объему исследований соответствует требованиям, которые предъявляются к диссертациям на соискание степени PhD Комитетом по контролю в сфере образования и науки МОН РК, а ее автор Самигулин Тимур Ильдусович заслуживает присуждения степени доктора философии (PhD) по специальности 6D070200 - «Автоматизация и управление».

Рецензент, кандидат технических наук,
ассоциированный профессор,
АО «Алматинский университет
энергетики и связи им. Г. Даукеева»



Федоренко Игорь Анатольевич