

ПИСЬМЕННЫЙ ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО РЕЦЕНЗЕНТА

Куатовой Молдир Жангелдиевны, доктора PhD, ведущего научного сотрудника РГП на ПХВ «Институт механики и машиноведения имени академика У.А.Джолдасбекова» Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан, на диссертационную работу Наурушева Батыра Кабировича, на тему: «Разработка параллельных манипуляторов с двумя рабочими органами», представленную на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D071200 – «Машиностроение».

№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: <u>1) Диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемого(ой) из государственного бюджета (указать название и номер проекта или программы)</u> 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 приоритетным направлениям, утверждённым ВНТК Республики Казахстан, в частности Информационно-коммуникационные и космические технологии, в соответствии Концепцией развития высшего образования и науки в Республике Казахстан на 2023-2029 годы. Диссертация выполнена в рамках грантового проекта AP05135493 «Структурно-параметрический синтез исполнительных механизмов машин и манипуляторов» (2018-2020 гг.)
2.	Важность для науки	Работа <u>вносит</u> /не вносит существенный вклад в науку, а ее важность <u>хорошо раскрыта</u> /не раскрыта	Работа вносит существенный вклад в науку, поскольку предлагает новые кинематические и структурные решения параллельных манипуляторов с двумя рабочими органами. Важность темы обоснована через анализ современных ограничений в области автоматизации штамповочных процессов и предложением эффективных конструктивных решений, обладающих высокой степенью новизны и практической применимости.

3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: 1) Высокий; 2) Средний; 3) Низкий; 4) Самостоятельности нет.	Основные этапы исследования, включающие постановку задач, разработку конструкций манипуляторов, проведение кинематического и кинестатического анализа, численное моделирование – выполнены автором самостоятельно. Это подтверждается содержанием диссертации и представленными результатами, где видно, что автор лично выполнял как теоретический синтез, так и практические расчёты и моделирование.
4.	Принцип внутреннего единства	4.1 Обоснование актуальности диссертации: 1) Обоснована; 2) Частично обоснована; 3) Не обоснована. 4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: 1) Отражает; 2) Частично отражает; 3) Не отражает 4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации: 1) Соответствуют; 2) Частично соответствует; 3) Не соответствует. 4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны: 1) Полностью взаимосвязаны; 2) Взаимосвязь частичная; 3) Взаимосвязь отсутствует.	В работе подчёркнута насущная необходимость развития теоретических основ структурного синтеза и анализа параллельных манипуляторов с двумя рабочими органами. Такая постановка соответствует современным тенденциям в робототехнике и теории механизмов и машин, расширяя прикладной потенциал этих областей. Содержание работы полностью отражает заявленную тему. Все главы и разделы диссертации соответствуют тематике разработки параллельных манипуляторов с двумя рабочими органами, отклонений от темы не наблюдается. Цель и задачи исследования соответствуют теме диссертации. Они сформулированы корректно, обоснованно и напрямую вытекают из названия и актуальности работы. Цель диссертации четко направлена на разработку параллельных манипуляторов с двумя рабочими органами, а поставленные задачи охватывают все аспекты, необходимые для достижения этой цели. Разделы и научные положения и выводы частично логически взаимосвязаны. Теоретические главы переходят к практической части. Научные положения и заключения связаны общей идеей разработки и исследования новых манипуляторов. Однако выводы

			экспериментальной части слабо связаны с аналитической частью. В заключении необходимо дать ответы на все задачи, заявленные во введении.
		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 с собой не собственные мнения, а цитаты других авторов; 4) Анализ отсутствует.	Критический анализ известных решений проведен. Автор сопоставил предложенные им новые конструктивные и кинематические схемы параллельных манипуляторов с двумя рабочими органами с существующими аналогами, выявил их отличия и преимущества. В частности, обоснована целесообразность использования сразу двух рабочих органов в одной системе для повышения эффективности технологических операций, что подтверждает аргументированность новых методов и принципов проектирования.
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%)	В работе предложены оригинальные структурные схемы параллельных манипуляторов с двумя рабочими органами, а также новые подходы к их структурному синтезу и кинематическому анализу. Существенным научным результатом является разработка манипуляторов III и V классов с двумя рабочими органами. Отдельные используемые методы базируются на известных принципах теории механизмов и машин, однако совокупность решений является оригинальной.
		5.2 Выводы диссертации являются новыми? <u>1) Полностью новые;</u> 2) Частично новые (новыми являются 25-75%); 3) Не новые (новыми являются менее 25%)	Выводы, касающиеся особенностей движения и взаимодействия рабочих органов в рамках параллельных структур, являются новыми и дополняют существующие представления в теории многозвенных механизмов. Некоторые выводы основаны на развитии и уточнении известных теоретических положений, и их интерпретация в контексте двух рабочих органов является новым знанием. В целом же выводы диссертации существенно расширяют научное понимание рассматриваемой проблемы. Рекомендуется добавить

			выводы по практическому применению, с указанием преимуществ использования разработанного автором манипулятора с указанием конкретных улучшенных параметров.
		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%)	Предложенные технические решения для параллельных манипуляторов имеют теоретическую и практическую обоснованность. Основной научно-технический вклад работы связан с оригинальными кинематическими моделями и алгоритмами синтеза, которые применимы для проектирования таких манипуляторов.
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)	Основные выводы диссертации обоснованы и подкреплены весомыми доказательствами с научной точки зрения. Каждый вывод опирается на результаты, полученные в работе. Достоверность выводов подтверждается также сопоставлением полученных результатов с уже известными техническими решениями: автор показывает согласованность своих выводов с фундаментальными законами механики и одновременно их преимущество перед аналогами. Представленные доказательства обладают научной состоятельностью и логически вытекают из содержания исследования. Рекомендуется некоторые общие фразы в выводах переформулировать со ссылкой на конкретные данные. Например, в выводах, где утверждается, что кинематическая архитектура с замкнутым контуром позволяет распределять полезную нагрузку от рабочего органа между цепями, что приводит к более высокой производительности, было бы желательно видеть количественное подтверждение либо значения параметров, по которым делается такой вывод.

7.	Основные положения, выносимые на защиту	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; 5) в текущей формулировке проверить доказанность положения невозможно.	Основные положения диссертационной работы касаются теории механизмов и машин и включают: разработку новых структурных и кинематических схем параллельных манипуляторов III и V классов с двумя рабочими органами; методы их синтеза и анализа на основе принципов теории механизмов, в том числе с использованием уравнений равновесия для различных звеньев механизмов; конструктивные решения параллельных манипуляторов, пригодные для реализации в системах автоматизации штамповки; разработанные математические модели, описывающие кинематические и кинетостатические характеристики манипуляторов; экспериментальные результаты, подтверждающие работоспособность предложенных решений в проектировании механизмов для автоматизации прессов. Каждое из положений доказано автором в диссертации посредством теоретических расчётов, моделирования и аргументированного анализа.
		7.2 Является ли тривиальным? 1) да; 2) <u>нет;</u> 3) в текущей формулировке проверить тривиальность положения невозможно.	Положения представляют собой нетривиальные решения. Основные положения диссертационной работы охватывают разработку и исследование новых типов параллельных манипуляторов с двумя рабочими органами.
		7.3 Является ли новым? 1) <u>да;</u> 2) нет; 3) в текущей формулировке проверить новизну положения невозможно.	Выдвинутые положения обладают новизной, что подтверждается сравнением с существующими аналогами.
		7.4 Уровень для применения: 1) узкий; 2) <u>средний;</u> 3) широкий; 4) в текущей формулировке проверить уровень применения положения невозможно.	Применимость результатов выше среднего, предложенные решения могут быть использованы в различных областях автоматизации технологических процессов и их внедрение возможно в широком спектре задач в области проектирования механических систем.

		7.5 Доказано ли в статье? <u>1) да;</u> 2) нет; 3) в текущей формулировке проверить доказанность положения в статье невозможно.	Ключевые положения диссертации прошли апробацию, опубликованы в научных изданиях. Результаты диссертационного исследования: опубликованы в 15 научных трудах, из них 3 статьи в зарубежных рецензируемых изданиях, 3 статьи в журналах, включенных в перечень изданий, рекомендованным уполномоченным органом, 7 статей на международных научно-практических конференциях и 1 охранных РК.
8.	Принцип достоверности и Достоверность источников предоставляемой информации	8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана <u>1) да;</u> 2) нет	В диссертации четко обоснован выбор как классических, так и современных методов исследования: для структурного синтеза и кинематического анализа механизмов использованы известные подходы теории механизмов и машин, а также современные компьютерные методы моделирования. В работе подробно приведены пояснения, почему именно эти методы были необходимы и достаточны для решения поставленных задач.
		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	Расчёты и моделирование выполнены с использованием компьютерных систем проектирования и анализа, что позволило обеспечить точность построения кинематических и кинетостатических моделей.
		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): <u>1) да;</u> 2) нет	Достоверность полученных моделей обеспечена аналитическими выводами и верифицированными методами расчёта, характерными для теории механизмов и машин. Рекомендуется добавить в прикладной части выводы, подтверждающие взаимосвязь с аналитическими результатами. Также добавить выводы анализа полученных графиков (выводы из зависимостей, влияние подхода на эффективность работы системы в целом). Особенно было бы ценно увидеть сравнительный анализ до и

			после автоматизации, который демонстрирует улучшение параметров за счет применения разработанного манипулятора.
		8.4 Важные утверждения <u>подтверждены</u> /частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу	В диссертации использованы современные и классические источники в области робототехники, теории механизмов, синтеза и анализа параллельных механизмов, включая авторитетные публикации и монографии, что подтверждает научную обоснованность утверждений.
		8.5 Использованные источники литературы <u>достаточны</u> /не достаточны для литературного обзора	Библиографический список диссертации включает достаточное количество источников, которые охватывают как фундаментальные теоретические основы рассматриваемой проблемы, так и новейшие инженерные разработки в области параллельных манипуляторов. В обзоре литературы отражены труды отечественных и зарубежных исследователей, что свидетельствует о полноте проведённого анализа предыдущих исследований. Для усиления раздела актуальности рекомендуется привести примеры производственных задач (например, в штамповочном производстве), где существующие манипуляторы с одним рабочим органом не удовлетворяют требованиям по скорости или точности, и показать, как двухорганные манипуляторы могут решить эту проблему. Более чёткое количественное описание практического запроса на подобные решения подчеркнёт необходимость проведения данного исследования.
9	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: <u>1) да;</u> 2) нет	Работа имеет как теоретическое, так и практическое значение. На теоретическом уровне диссертация расширяет подходы к структурному и кинематическому синтезу параллельных механизмов с несколькими рабочими органами, что важно для дальнейшего развития теории механизмов и машин.

			Теоретическая значимость исследования заявлена через расширение методов проектирования параллельных механизмов с несколькими рабочими органами.
		9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике: <u>1) да;</u> 2) нет	Практическая ценность заключается в возможности применения предложенных решений в реальных системах автоматизации. Предложенные решения могут быть внедрены в реальные системы автоматизации технологических процессов, повышая их производительность, точность и надёжность. Для повышения прикладной ценности работы автору следует продемонстрировать, как именно результаты могут быть внедрены. Так как в работе сравнительный анализ проведен с учетом стоимости аналогов, стоило бы также оценить экономический эффект.
		9.3 Предложения для практики являются новыми? <u>1) полностью новые;</u> 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	Предложения автора обладают новизной и подтверждены примерами 3D-моделирования разработанных устройств, а также численными расчетами, демонстрирующими работоспособность систем. Новизна практических предложений подтверждается полученным патентом на техническое решение. Разработки, представленные в диссертации, обладают высоким прикладным потенциалом. Рекомендуется добавить в заключение рекомендации по практическому применению.
10.	Качество написания и оформления	Качество академического письма: <u>1) высокое;</u> 2) среднее; 3) ниже среднего; 4) низкое.	Качество академического письма оценивается как высокое. Автор грамотно и ясно излагает сложные теоретические положения, связанные с анализом, синтезом и моделированием механизмов. Стиль научной подачи соответствует требованиям диссертационных работ в области теории механизмов и машин, с точной терминологией и логической структурой изложения. Рекомендуется добавить наименование таблиц. В тексте диссертации приведены численные таблицы, однако в ряде случаев

