



DIPARTIMENTO DI
INGEGNERIA INDUSTRIALE

Via del Politecnico 1, 00133 Roma
<http://ingegneriaindustriale.uniroma2.it>

Re: Naurushev Batyr
Dissertation Research

Review of the Dissertation

Review Report on the PhD thesis of Naurushev Batyr entitled:
"Development of parallel manipulators with two end-effectors"
to the Degree Committee of KazNRTU named after K.I. Satbayev

The presented dissertation is devoted to the relevant topic of developing and analyzing parallel manipulators for handling operations in stamping production within the mechanical engineering industry.

In the first chapter, the author thoroughly examines the current state of parallel manipulator design, analyzing existing approaches and technologies. The conducted review demonstrates a deep understanding of the subject area and the relevance of the research objectives.

The second chapter focuses on the structural and kinematic synthesis of planar parallel-structure manipulators with two end-effectors. The author systematically conducts the structural and kinematic synthesis of various types of manipulators, including anthropomorphic mechanisms and rotational kinematic pairs.

The third and fourth chapters are dedicated to the kinematic and kinetostatic analysis of the designed mechanisms. The author provides a detailed examination of calculation methods, formulates equilibrium equations, and analyzes the dynamic characteristics of the manipulators, confirming a high level of theoretical depth in the study.

The fifth chapter addresses the modeling and fabrication of 3D models of parallel manipulators. It describes design examples of mechanisms for automating stamping production, demonstrating the practical significance of the research and its applied value.

The dissertation is conducted at a high scientific and technical level, presenting well-founded theoretical principles and practical recommendations. The research contributes significantly to the advancement of manipulator mechanics. The work is characterized by logical structure, clear problem formulation, and in-depth analysis.



LARM: Laboratorio di Robotica e Meccatronica
<http://larmlaboratory.net>

prof. Marco Ceccarelli
Phone +39-06-72597177 E-mail: marco.ceccarelli@uniroma2.it



DIPARTIMENTO DI
INGEGNERIA INDUSTRIALE

Via del Politecnico 1, 00133 Roma
<http://ingegneriaindustriale.uniroma2.it>

The dissertation can be recommended for defense, and Naurushev Batyr is author deserves the awarded of PhD degree.

Rome, 25 March 2025

prof. Marco Ceccarelli
(IFTToMM President 2016-19, ASME fellow, Dr Honoris Causa)



LARM: Laboratorio di Robotica e Meccatronica
<http://larmlaboratory.net>

prof. Marco Ceccarelli
Phone +39-06-72597177 E-mail: marco.ceccarelli@uniroma2.it

Re: Диссертация Наурушева Батыра

Отзыв

на диссертацию Наурушева Батыра на тему: «Разработка параллельных манипуляторов с двумя рабочими органами» для аттестационного совета
КазНИТУ им. К.И. Сатпаева

Представленная диссертация посвящена актуальной теме разработки и анализа параллельных манипуляторов для погрузочно-разгрузочных операций в штамповочном производстве машиностроения.

В первой главе автор подробно рассматривает современное состояние проектирования параллельных манипуляторов, анализируя существующие подходы и технологии. Проведенный обзор демонстрирует глубокое понимание предметной области и актуальность поставленных задач исследования.

Во второй главе основное внимание уделено структурно-кинематическому синтезу плоских манипуляторов параллельной структуры с двумя рабочими органами. Автор систематически проводит структурно-кинематический синтез различных типов манипуляторов, включая антропоморфные механизмы и вращательные кинематические пары.

Третья и четвертая главы посвящены кинематическому и кинетостатическому анализу проектируемых механизмов. Автор подробно рассматривает методы расчета, формулирует уравнения равновесия и анализирует динамические характеристики манипуляторов, подтверждая высокий уровень теоретической глубины исследования.

В пятой главе рассматривается моделирование и изготовление 3D-моделей параллельных манипуляторов. Описываются примеры проектирования механизмов для автоматизации штамповочного производства, демонстрируется практическая значимость исследования и его прикладное значение.

Диссертация выполнена на высоком научно-техническом уровне, представлены обоснованные теоретические положения и практические рекомендации. Исследование вносит значительный вклад в развитие механики манипуляторов. Работа характеризуется логичной структурой, четкой постановкой задач и глубоким анализом.

Диссертация может быть рекомендована к защите, а ее автор Наурушев Батыр заслуживает присуждения ученой степени доктора философии (PhD).

Рим, 25 марта 2025 г.

Подпись профессора Чеккарелли Марко

(IFToMM President 2016-19, ASME fellow, Dr Honoris Causa).



PhD Dissertation Research by Naurushev Batyr

Review of the Dissertation

Review Report on the PhD thesis of Naurushev Batyr entitled:
"Development of parallel manipulators with two end-effectors"
to the Degree Committee of KazNRTU named after K.I. Satbayev

The presented dissertation is devoted to the relevant topic of developing and analyzing parallel manipulators for handling operations in stamping production within the mechanical engineering industry.

In the first chapter, the author thoroughly examines the current state of parallel manipulator design, analyzing existing approaches and technologies. The conducted review demonstrates a deep understanding of the subject area and the relevance of the research objectives.

The second chapter focuses on the structural and kinematic synthesis of planar parallel-structure manipulators with two end-effectors. The author systematically conducts the structural and kinematic synthesis of various types of manipulators, including anthropomorphic mechanisms and rotational kinematic pairs.

The third and fourth chapters are dedicated to the kinematic and kinetostatic analysis of the designed mechanisms. The author provides a detailed examination of calculation methods, formulates equilibrium equations, and analyzes the dynamic characteristics of the manipulators, confirming a high level of theoretical depth in the study.

The fifth chapter addresses the modeling and fabrication of 3D models of parallel manipulators. It describes design examples of mechanisms for automating stamping production, demonstrating the practical significance of the research and its applied value.

Of particular scientific interest is the idea of utilizing two end-effectors within a single parallel structure. This approach enables cooperative scenarios of part transportation, gripping, and handover between stations of a technological cycle, which is especially relevant in the automation of stamping processes.

Among the undoubted strengths of the dissertation are the following:

A systematic approach to the classification and structural synthesis of parallel mechanisms with two output links;

The development of original structures of third- and fifth-class executive mechanisms meeting the requirements of multi-tasking manipulators;

A comprehensive kinematic analysis covering both direct and inverse kinematics, assessment of singular configurations, and evaluation of kinematic mobility;

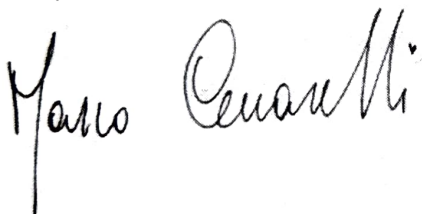
A detailed kinetostatic study applying principles of analytical mechanics;
The use of 3D modeling tools and numerical analysis software for verifying theoretical results.

The author effectively employs tools from the theory of multibody systems, analytical mechanics, and numerical modeling. The implementation of advanced design techniques using CAD/CAE environments demonstrates a high level of proficiency with modern engineering technologies. Furthermore, the dissertation provides examples of integrating the developed mechanisms into specific industrial tasks, thereby extending their applicability from theoretical models to engineering solutions.

The presented work is performed at a high scientific and methodological level, is characterized by novelty, a systematic approach and theoretical depth. The obtained results in the field of structural-kinematic synthesis and analysis of parallel manipulators with two working bodies enrich the fundamental knowledge base on the theory of mechanisms and machines, and also have applied significance for robotics.

Based on the above, I believe that the dissertation work Naurushev Batyr meets the requirements for dissertations for the degree of Doctor of Philosophy (PhD) in the direction 6D071200 - Mechanical Engineering, and its author is worthy of being awarded the said degree.

Rome, 25 March 2025



Prof. Marco Ceccarelli
(IFTToMM President 2016-19, ASME fellow,
Dr Honoris Causa)



LARM: Laboratorio di Robotica e Meccatronica
<http://larmlaboratory.net>

prof. Marco Ceccarelli
Phone +39-06-72597177 E-mail: marco.ceccarelli@uniroma2.it

Департамент

Промышленного Машиностроения

via del Politecnico 1, 00133 Рим

<http://ingegneriaindustriale.uniroma2.it>

Докторская диссертация Наурушева Батыра

Отзыв

на диссертацию Наурушева Батыра на тему:
«Разработка параллельных манипуляторов с двумя рабочими органами»
для аттестационного совета КазННТУ им. К.И. Сатпаева

Представленная диссертация посвящена актуальной теме разработки и анализа параллельных манипуляторов для погрузочно-разгрузочных операций в штамповочном производстве в машиностроительной отрасли.

В первой главе автор подробно рассматривает современное состояние проектирования параллельных манипуляторов, анализируя существующие подходы и технологии. Проведенный обзор демонстрирует глубокое понимание предметной области и актуальность поставленных задач исследования.

Вторая глава посвящена структурно-кинематическому синтезу плоских манипуляторов параллельной структуры с двумя рабочими органами. Автор систематически проводит структурно-кинематический синтез различных типов манипуляторов, включая антропоморфные механизмы и вращательные кинематические пары.

Третья и четвертая главы посвящены кинематическому и кинетостатическому анализу проектируемых механизмов. Автор подробно рассматривает методы расчета, формулирует уравнения равновесия и анализирует динамические характеристики манипуляторов, подтверждая высокий уровень теоретической глубины исследования.

Пятая глава посвящена моделированию и изготовлению SD-моделей параллельных манипуляторов. Описаны примеры конструкций механизмов для автоматизации штамповочного производства, демонстрирующие практическую значимость исследования и его прикладную ценность.

Особый научный интерес представляет идея использования двух рабочих органов в рамках одной параллельной структуры. Такой подход позволяет реализовать кооперативные сценарии транспортировки, захвата и передачи деталей между станциями технологического цикла, что особенно актуально при автоматизации штамповочных процессов.

К несомненным достоинствам диссертации можно отнести:

Системный подход к классификации и структурному синтезу параллельных механизмов с двумя выходными звеньями;

Разработка оригинальных структур исполнительных механизмов третьего и пятого классов, отвечающих требованиям многозадачных манипуляторов;

Комплексный кинематический анализ, охватывающий как прямую, так и обратную кинематику, оценку особых конфигураций и оценку кинематической подвижности;

Подробное кинетостатическое исследование с применением принципов аналитической механики;

Использование инструментов трехмерного моделирования и программного обеспечения численного анализа для проверки теоретических результатов.

Автор эффективно использует инструменты теории аналитической механики и численного моделирования. Реализация методов проектирования с использованием сред CAD/CAE демонстрирует высокий уровень владения современными инженерными технологиями. Кроме того, в диссертации приведены примеры интеграции разработанных механизмов в конкретные промышленные задачи, тем самым расширяя их применимость от теоретических моделей до инженерных решений. Представленная работа выполнена на высоком научно-методическом уровне, характеризуется новизной, системным подходом и теоретической глубиной. Полученные результаты в области структурно-кинематического синтеза и анализа параллельных манипуляторов с двумя рабочими органами обогащают фундаментальную базу знаний по теории механизмов и машин, а также имеют прикладное значение для робототехники в машиностроении.

На основании вышеизложенного, полагаю, что диссертационная работа Наурушева Батыра соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание степени доктора философии (PhD) по направлению 6D071200 - Машиностроение, а её автор достоин присуждения указанной степени.

Рим, 25 марта 2025 г.

/подпись/

Профессор Чекарелли Марко

(IFTOMM President 2016-19, ASME fellow, Dr Honoris Causa)

LARM: Лаборатория робототехники и мехатроники

<http://larmlaboratory.net>

Профессор Чекарелли Марко

Телефон +39-06-72597177 E-mail: marco.ceccarelli@uniroma2.it

Удостоверительная надпись
о засвидетельствовании подлинности подписи переводчика

Перевод с английского языка на русский язык выполнен переводчиком **Шелеповой Ксенией Евгеньевной**



Четырнадцатое апреля, две тысячи двадцать пятого года.
Республика Казахстан, город Алматы.

14.04.2025 г. Я, Бекешбаева Бану Пернебековна, нотариус города Алматы Республики Казахстан, государственная лицензия № 14018240 выдана Министерством Юстиции Республики Казахстан 05.12.2014 года, свидетельствую подлинность подписи переводчика Шелеповой Ксении Евгеньевны. Личность переводчика установлена, дееспособность и полномочия проверены.

Зарегистрировано в реестре №

1848

Взыскано:

Нотариус







ZZ8204980250414123950Q157619

Нотариаттық іс-әрекеттің бірегей нөмірі / Уникальный номер нотариального действия



Нотариус

параграф/страницах

Немірленген және баулықталған
Пронумеровано и прошнуровано на