



СТ А Н О В И Щ Е

върху дисертационен труд за придобиване на образователна и
научна степен „доктор на науките”

Област на висше образование: 5. Технически науки

Професионално направление 5.1. Машинно инженерство

Научна специалност: „Теория на механизмите, машините и автоматичните
линии”

Автор на дисертационния труд: проф. д-р инж. **Тодор Стоилов Тодоров**

Тема на дисертационния труд: **Динамика на мехатронни системи,
базирани на умни материали**

Член на научното жури: проф. д-р, инж. **Иван Николов Чавдаров**

1. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем в научно и научноприложно отношение.

Темата на дисертацията е свързана с изследване динамиката на мехатронни системи, базирани на умни материали и по-специално сплави с памет на формата. Това е съвременна, развиваща се, актуална и полезна област, която намира практически приложения в механиката, мехатрониката и роботиката.

Дисертацията изследва приложни, мултифизични, теоретични модели на устройства с осцилационно действие, базирани на умни материали като сплави с памет на формата и пиезоелектрици, с фокус върху влиянието на хистерезисите. Предлагат се проекти и прототипи на реални устройства, чрез които да се валидират теоретичните изводи.

Поради тези причини смятам, че темата на дисертацията е актуална в научно, научно-приложно и приложно отношение.

2. Степен на познаване състоянието на проблема и творческа интерпретация на литературния материал.

Авторът е използвал и цитирал общо 148 литературни източници, като по-голямата част от тях са на английски език. Статиите обхващат голям период от време (1963-2023г.) и съществена част от тях са публикувани в реномирани, реферирани, международни списания и конференции.

Направен е литературен преглед и анализ на съвременното научно ниво в областта на мехатронните, енергодобивни и енергоефективни системи. Той включва анализ на голям брой основни видовете мехатронни системи, подлежаща на моделиране, свързани с ефекти на памет на формата като се ползват различни материали. Представени са основните методи за моделиране на сплави с памет на формата като: еднопосочен, двупосочен и супер еластичен ефект. Описани са методите за термодинамично моделиране на сплави с памет на формата. В литературния обзор и анализ докторанта се е запознал с огромно количество материали по темата. Резултатите от тази дейност са систематизирани и онагледени с адекватни фигури и таблици.

3. Съответствие на избраната методика на изследване и поставената цел и задачи на дисертационния труд с постигнатите приноси.

В дисертацията се ползват адекватни известни методи за създаване на концептуални модели на термо-електро-механичен резонатор (TEMP). Моделирането е базирано на уравненията на Лагранж-Максуел от втори род. Избрани са механични, електрически и топлинни степени на свобода, определени са кинетичната и потенциалната енергии на системата като към тях са добавени еквивалентните кинетични и потенциални, електромагнитни и топлинни енергии. В резултат е съставена система от нелинейни диференциални уравнения, за която се търсят числени решения. Приложен е неявен метод на Ойлер, като са използвани адекватни начални условия и числени данни.

Извършени са симулации в средата на софтуерния пакет SolidWorks Simulation, като са моделирани различни варианти на греди. Проведени са експерименти с конзолни греди като еластични елементи и източници на пиезоелектрични заряди, при което е сведено до минимум демпферирането от страна на проводниците на пиезоелектричните слоеве. При провеждане на експериментите е ползван специализиран софтуер LabVIEW.

Изследванията свързани с бистабилно управление на клапани използват класически теоретични методи за кинематичен и силов анализ на механизми. Резултатите са валидирани с правилно построена експериментална установка, която включва специализирани измервателни уреди.

Методите са адекватни и съответстват на поставената цел. Извършени са експерименти при които е ползвана адекватна измервателна апаратура и техника за събиране на данни.

4. Научни и/или научноприложни приноси на дисертационния труд:

В дисертационния труд са дефинирани две хипотези, които се представят за научен принос. Добре е да се посочат цитати на автора в кои статии са апробирани хипотезите и какви са основанията за формулирането им. В работата са представени теореми с доказателствата което според мен е част от тези приноси.

В дисертацията има постигнати важни научно-приложни приноси като:

- Доказано е теоретично и валидирано експериментално, че при наличие на топлинно поле с монотонно променлив пространствен температурен градиент е възможно да се създаде осцилираща механична система чрез нишка от сплав с памет на формата (СПФ).
- Създадена е нова теория за моделиране на хистерезиси в СПФ чрез коефициенти на пропорционалност, позволяващи една аналитична форма да се прилага многократно както за основен мажорен хистерезис, така и за минорни и субминорни хистерезиси.
- Създадени са оригинални математически модели за описване на динамичното поведение на термоеластични елементи от СПФ в осцилиращи режими.

Експерименталното потвърждаване на теоретичните резултати и създаване на нови конструкции, смятам, че са важни приложни приноси.

Приносите в дисертацията се отнасят до формулиране и обосновка на нови хипотези; доказване с нови средства на съществени нови страни в съществуващи научни проблеми и теории и получаване на потвърдителни факти. Приносите са значими за науката и практиката.

5. Преценка на публикациите по дисертационния труд:

За участие в конкурса кандидатът проф. Тодор Тодоров е представил списък от общо 13 заглавия реферирани в SCOPUS, в т.ч. 7 статии в международни научни списания, 6 публикации в научни издания на международни научни форуми. Една статия има квантил Q1 (IF = 7.3 за 2024г.) според Web of Science; 3 статии са с квантил Q2 според Web of Science.

Представен е списък с 3 патента и две заявки за патент. Издадените патентите са по един: съответно Европейски, Британски и Български.

Цитиранията от статии реферирани в SCOPUS на статиите по дисертацията са 64 на брой.

Статиите и цитатите покриват необходимия брой точки спрямо Правилника за прилагане на закона за развитието на академичния състав в Република България, за образователна и научна степен Доктор на науките.

6. Мнения, препоръки и бележки.

Прави впечатление, че дисертационния труд е плод на дългогодишен целенасочен труд, вследствие на което има постигнати значителни научно-приложни резултати. Работата е добре структурирана и подредена. Мисля, че приносите могат да се дефинират по-кратко и ясно, като се номерират самите приноси а не категории. Освен това добре би било след всеки принос да има цитати на рецензирани и реферирани статии които го подкрепят.

Дисертацията представя не само теоретични и експериментални резултати но е подкрепена с няколко патента, както и създадени функциониращи прототипи.

7. Заключение

Дисертационния труд засяга актуална научно-приложна проблематика. В него има постигнати оригинални научно-приложни приноси. След подробен прегледа на представените в процедурата документи и научни материали, въз основа на анализа на тяхната значимост и съдържащите се научни приноси, съм убеден, че научните постижения отговарят на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ), реда за неговото прилагане и съответните правила на Техническия университет - София, за академичната длъжност „доктор на науките“ в научната област на процедурата. Освен това не са открити доказателства за плагиатство в представените научни трудове.

Тези мотиви ми дават основание да препоръчам на Научното жури да присъди на **проф. Тодор Тодоров**, образователна и научна степен **ДОКТОР НА НАУКИТЕ**.

Дата: 07.01.2025г.

София

ЧЛЕН НА ЖУРИТО:

/Проф. Иван Чавдаров/



STATEMENT
considering the procedure for
higher doctoral degree “Doctor of Sciences”
in the field of 5. Technical Sciences
5.1. Mechanical Engineering
(Theory of Mechanisms, Machines, and Automatic Lines)
for the needs of Technical University of Sofia (TU)

The statement is written by: prof. Ivan Nikolov Chavdarov, PhD, Sofia University, Faculty of Mathematics and informatics, 4.6. Informatics and computer sciences / Robotics, as a member of the Scientific Committee on the procedure, in accordance with Order No. ОЖ-5.1-96/13.11.2025 of the dean of Technical University of Sofia.

The only candidate in the procedure who submitted documents is **Prof. Dr. Todor Stoilov Todorov, PhD, Faculty of Industrial Technology. Title of the Dissertation: Dynamics of Mechatronic Systems Based on Smart Materials.**

I. GENERAL DESCRIPTION OF THE SUBMITTED DOCUMENTS

1. Information on the application

All the documents presented by the applicant are in accordance with the requirements of required laws in republic of Bulgaria, namely: ЗРАСРБ, ППЗРАСРБ; as well with the requirements of Technical University of Sofia.

In his application Prof. Todor Todorov has presented a list of 13 publications, indexed in SCOPUS, including 7 articles in international scientific journals and 6 publications in proceedings of international scientific forums. One article is ranked in Q1 (Impact Factor 7.3 for 2024) according to Web of Science, and three articles are ranked in Q2. A list of three granted patents and two patent applications is also presented. The granted patents include one European, one British, and one Bulgarian patent. The total number of citations of the dissertation-related publications indexed in SCOPUS is 64.

Notes and comments on the documents.

All submitted documents are in agreement with requirements and rules of TU.

2. Relevance of the research problem in scientific and applied aspects

The topic of the dissertation is devoted to the study of the dynamics of mechatronic systems based on smart materials, with particular emphasis on shape memory alloys. This is a modern,

rapidly developing, relevant, and practically significant research area, finding wide application in mechanics, mechatronics, and robotics.

The dissertation investigates applied multiphysical theoretical models of oscillatory devices based on smart materials such as shape memory alloys and piezoelectric materials, with a focus on hysteresis effects. Designs and prototypes of real devices are proposed to validate the theoretical conclusions.

For these reasons, the dissertation topic can be regarded as highly relevant from scientific, applied scientific, and practical perspectives.

3. Degree of familiarity with the state of the art and creative interpretation of the existing scientific literature

The author has used and cited a total of 148 literature sources, the majority of which are in English. The publications span a long period (1963–2023), and a substantial portion has appeared in reputable, peer-reviewed international journals and conference proceedings.

A comprehensive literature review and analysis of the contemporary state of the art in mechatronic, energy harvesting, and energy-efficient systems has been conducted. It includes an analysis of a large number of fundamental types of mechatronic systems subject to modeling and related to shape memory effects using various materials. The main modeling approaches for shape memory alloys—one-way effect, two-way effect, and superelastic behavior—are presented. Thermodynamic modeling methods for shape memory alloys are also described.

Through the literature review and analysis, the doctoral candidate has demonstrated familiarity with an extensive body of research on the topic. The results of this work are systematically organized and illustrated with appropriate figures and tables.

4. Adequacy of the research methodology to the objectives and tasks of the dissertation and the achieved contributions

The dissertation employs appropriate established methods for the development of conceptual models of a thermo-electro-mechanical resonator (TEMR). The modeling is based on the second-kind Lagrange–Maxwell equations. Mechanical, electrical, and thermal degrees of freedom are selected, and the kinetic and potential energies of the system are determined, supplemented by equivalent kinetic and potential electromagnetic and thermal energies.

As a result, a system of nonlinear differential equations is formulated and solved numerically. An implicit Euler method is applied, using appropriate initial conditions and numerical parameters.

Simulations are carried out using the SolidWorks Simulation software environment, modeling various beam configurations. Experimental investigations are conducted on cantilever beams

serving as elastic elements and sources of piezoelectric charges, with damping effects from the piezoelectric layer wiring minimized. The experiments utilize specialized LabVIEW software.

Studies related to bistable valve control employ classical theoretical methods for kinematic and force analysis of mechanisms. The results are validated using a properly designed experimental setup equipped with specialized measurement instruments.

The applied methods are appropriate and fully consistent with the stated objectives. The experiments are conducted using suitable measurement equipment and data acquisition techniques.

5. Scientific and/or applied scientific contributions of the dissertation

Two hypotheses are defined in the dissertation and presented as scientific contributions. It would be advisable to specify the author's publications in which these hypotheses have been validated and to clarify the grounds for their formulation. The dissertation also presents theorems with proofs, which I consider part of the stated contributions.

- The dissertation achieves important applied scientific contributions, including:
- Theoretical proof and experimental validation that, in the presence of a thermal field with a monotonically varying spatial temperature gradient, it is possible to create an oscillatory mechanical system using a shape memory alloy (SMA) wire.
- Development of a new theory for modeling hysteresis in shape memory alloys using proportionality coefficients, allowing a single analytical form to be applied repeatedly to major, minor, and sub-minor hysteresis loops.
- Development of original mathematical models describing the dynamic behavior of thermoelastic SMA elements operating in oscillatory regimes.

The experimental validation of the theoretical results and the development of new structural designs are considered significant practical contributions.

Overall, the contributions relate to the formulation and justification of new hypotheses, the demonstration of new essential aspects of existing scientific problems and theories using novel approaches, and the acquisition of confirmatory evidence. The contributions are significant for both science and engineering practice.

6. Critical notes and recommendations

It is evident that the dissertation is the result of long-term, focused research work, leading to substantial applied scientific outcomes. The dissertation is well structured and well organized. The contributions could be presented more concisely and clearly by numbering individual contributions rather than grouping them by category. It would also be beneficial to include references to peer-reviewed publications supporting each contribution.

The dissertation presents not only theoretical and experimental results but is also supported by several patents and the development of functioning prototypes.

7. Conclusions about the application

The dissertation addresses a topical applied scientific problem and presents significant applied scientific contributions. After reviewing the documents and scientific materials presented in the procedure, based on the analysis of their importance and the contained scientific contributions, I concur that the scientific achievements fulfill the requirements of the Law for Development of the Academic Staff in the Republic of Bulgaria (3PACPB), the order of its application, and the corresponding rules of Technical University of Sofia, for the academic position of “Doctor of Sciences” in the scientific field of the procedure. In particular, the candidate fulfills the minimal national requirements in that field and no evidence for plagiarism has been found in the presented scientific works.

I give my **positive** evaluation of the candidate.

II. GENERAL CONCLUSIONS

Based on the above considerations, I recommend that the Scientific Jury award Prof. Todor Todorov the higher doctoral degree “Doctor of Sciences.” in the scientific field 5. Technical Sciences; 5.1. Mechanical Engineering.

Sofia, 07.01. 2026 г.

Written by: Professor Ivan Chavdarov, PhD