

ВИК 88-НС 2-098
10.07.2026

РЕЦЕНЗИЯ

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

Автор на дисертационния труд: доц. д-р инж. Росен [REDACTED] Милетиев

Тема на дисертационния труд: Методи, алгоритми и системи за определяне на ориентация и състояние на подвижни обекти на базата на MEMS инерциални сензори

Професионално направление: 5.3 Комуникационна и компютърна техника

Научна специалност: Автоматизирани системи за обработка на информация и управление (в комуникациите)

Рецензент: Илия [REDACTED] Илиев, д-р инж., професор, Технически Университет – София, Факултет по Телекомуникации, катедра Радиокомуникации и видеотехнологии

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

Дефинираната цел и поставените задачи на дисертационния са свързани с: анализа и синтеза на нови подходи, методи и алгоритми за подобряване параметрите на MEMS инерциални сензори, повишаване на качеството на данните от сензорни системи и разработване на системи за определяне на ориентацията и състоянието на подвижни обекти.

Нарастващото приложение на MEMS инерциалните сензори в интелигентните транспортни системи, роботиката, автономните превозни средства и системите за мониторинг на техническо състояние е безспорен факт. Съвременните нискобюджетни MEMS сензори се характеризират с редица ограничения, което обуславя необходимостта от разработване на нови методи за компенсация и обработка на данните от измерване. Актуалността на решаваните проблеми в дисертационния труд се демонстрира на две нива – фундаментално, чрез усъвършенстване на методите за обработка на сигнали и моделиране на сензорни системи, и приложно, чрез разработване на практически алгоритми за определяне на ориентация, динамично състояние и диагностика на подвижни обекти. Решените задачи в дисертацията и получените резултати допринасят за повишаване на надеждността, точността и приложимостта на MEMS-базираните системи в реални условия.

Така дефинираната област и проблематика на изследване безспорно е актуална както в научно, така и в научно-приложно отношение.

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

Дисертационният труд е с обем 327 страници и се състои от увод, 5 глави, приноси, списък на използвана литература, включващ 197 цитирани източника, списък на публикациите, списък на научните и научно – приложните приноси и 1 приложение. Работата съдържа общо 236 фигури, 21 таблици и списък на използваните означения и съкращения.

Дисертационният труд демонстрира висока степен на познаване на състоянието на изследвания проблем, което проличава от приложения подход на изследване: систематичен анализ на MEMS инерциалните сензори и техните характеристики, източници на грешки, методи за компенсация и съвременни подходи за обработка на сигналите.

Структурата на дисертацията показва задълбочено познаване на съществуващите научни и научно приложни достижения. Литературният обзор не е използван само описателно, а е подложен на критичен анализ и последваща творческа интерпретация. Това се доказва чрез разработването на собствени подходи за подобряване характеристиките на MEMS сензори, включително четирисензорна структура, алгоритми за обработка на сигнали чрез Уейвлет преобразуване, адаптивни и комплементарни филтри, както и методи за определяне на пространствена ориентация и динамични параметри. Творческата интерпретация на проблематиката е позволила създаването на практически приложими решения, валидирани чрез симулационни и експериментални изследвания в реални условия. Това свидетелства не само за добро познаване на научното състояние на проблема, но и за способност за критична оценка, синтез и надграждане на съществуващите знания с оригинални научни и научно-приложни резултати.

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

Избраната методика на изследване в дисертационния труд е в пълно съответствие с поставената цел и дефинираните изследователски задачи. Методиката е логически структурирана и последователно следва изпълнението на поставените задачи. В първите етапи е приложен аналитичен подход за изследване на архитектурата, характеристиките и шумовите параметри на MEMS сензорите, включително използване на дисперсия на Алън и методи за компенсиране на нулевото отместване. Следващите етапи включват разработване и оценка на хардуерни и софтуерни методи за подобряване на характеристиките чрез четирисензорна структура, уейвлет обработка, адаптивни и комплементарни филтри, както и Калманови алгоритми.

Особено важно предимство на методиката е съчетаването на теоретични, симулационни и експериментални изследвания, което позволява надеждна проверка на разработените модели и алгоритми в реални условия. Използваната методика е адекватна, обоснована и напълно съответства на научните цели и научно-приложния характер на дисертационния труд.

4. Кратка аналитична характеристика на естеството и оценка на достоверността на материала, върху който се градят приносите на дисертационния труд.

Приносите на дисертационния труд са постигнати благодарение на факта, че изложеният материал има комплексен, интердисциплинарен и експериментално обоснован характер. Изследването е базирано на съвременни научни постановки в областта на MEMS инерциалните сензори, обработката на сигнали, навигационните и диагностичните системи, като съчетава теоретични модели, математически зависимости, симулационни изследвания и практически експерименти. Получените резултати са изследвани не само аналитично, но и чрез реални измервания и експериментално пробиране.

Обобщено може да се заключи, че приносите на дисертационния труд се основават на надежден, достатъчно представителен и експериментално потвърден материал, което обуславя висока степен на доверие в получените резултати и тяхната приложимост в практиката.

5. Научни и/или научно-приложни приноси на дисертационния труд

Научните и научно-приложните приноси на дисертационния труд могат да бъдат класифицирани по следния начин:

1. **Формулиране и обосновка на нов научен проблем (област).** Не е формулиран изцяло нов фундаментален научен проблем, но е развита специфична научно-приложна област, свързана с подобряване характеристиките на нискобюджетни MEMS инерциални сензори, повишаване точността на измервателната информация и разширяване на приложението им в системи за определяне на ориентацията на обекти, диагностиката и мониторинга в автомобилния и железопътния транспорт.
2. **Формулиране и обосновка на нова теория (хипотеза).** Обосновани и експериментално потвърдени са редица инженерни хипотези, свързани с: динамичното компенсиране на нулевото отместване на инерциалните сензори (принос №1); използването на нова четирисензорна структура за подобряване на шумовите характеристики и честотните параметри (приноси №4 и №5); повишаване на точността чрез цифрова обработка на сигналите и усилвателно преобразуване (принос №6); използването на Калманов и комплементарен филтър за определяне на пространственото положение на обектите (приноси №10 и №11).
3. **Създаване на нови методи, конструкции и системи.** Основната част от приносите попада в тази категория: нови методи за компенсация, филтрация и обработка на сигнали (приноси №1, №4, №5, №6, №10, №11, №14, №15 и №20); нови конструкции и архитектури – четирисензорна структура и мултипротоколна мрежа от инерциални сензори (приноси №4, №5 и №13); нови диагностични, измервателни и мониторингови системи за автомобилния и железопътния транспорт (приноси №15–23).
4. **Получаване и доказване на нови факти.** Експериментално са доказани: значително намаляване на грешката от нулевото отместване – от 10^1 до 10^4 пъти (принос №1); подобряване на шумовите характеристики и честотните параметри на MEMS сензорите чрез четирисензорна структура (приноси №4 и №5); възможност за определяне на относителни премествания в субмилиметровия диапазон с грешка до $\pm 0,1$ mm (принос №15); възможности за мониторинг и диагностика на транспортни системи и железопътна инфраструктура в реално време (приноси №20–23).
5. **Получаване на потвърдителни факти.** Потвърдена е приложимостта на известни методи и подходи, като: анализ на шумовите характеристики чрез дисперсията на Алън; статистически методи за оценка на параметрите на MEMS сензори; използването на Калманови и комплементарни филтри за определяне на пространственото положение; приложението на времево-честотни методи за диагностика на динамични системи.

Характер на приносите за внедряване

Приносите имат ясно изразен научно-приложен и внедрителски характер. Разработените решения намират приложение в интелигентните транспортни системи, автомобилния и железопътния транспорт, системите за мониторинг и диагностика, навигационните системи и оценката на комфорта и безопасността на движение, като част от резултатите са внедрени чрез разработени прототипи и са защитени със Свидетелство за полезен модел №5143/27.10.2020 г.

6. Оценка за степента на личното участие на дисертанта в приносите.

На базата на прегледа на публикациите, включени в дисертационния труд, може да се направи извод, че личното участие на дисертанта в реализирането на научните и научно-приложните приноси е съществено и определящо. Въпреки наличието на

съавторство в част от публикациите, тематичната последователност, логическата свързаност между отделните глави и прякото съответствие между публикациите и формулираните приноси показват водеща роля на дисертанта в разработването на основните идеи, методи и експериментални постановки.

Представените публикации и направените разработки дават достатъчно основание да се приеме, че авторът има висока степен на лично участие в реализирането на приносите на дисертационния труд.

7. Преценка на публикациите по дисертационния труд: брой, характер на изданията, в които са отпечатани. Отражение в науката – използване и цитиране от други автори, в други лаборатории, страни и пр.

Общият брой публикации по дисертационния труд е 38, като те се разпределят по следния начин:

1. По характер на изданията:

1.1. Публикации в международни научни списания – 10 бр. (A6, A21, A22, A23, A26, A27, A28, A29, A31, A36). От тях: **индексирани в Scopus/WoS – 5 бр.** (A6, A26, A27, A28, A29), а останалите са в международни реферирани издания.

1.2. Публикации в български научни списания – 6 бр. (A5, A9, A12, A14, A16, A17).

1.3. Доклади на научни форуми в България – 3 бр. (A7, A10, A25). От тях: **национална конференция – 1 бр.** (A10), **международни конференции в България – 2 бр.** (A7, A25).

1.4. Доклади на международни конференции – 19 бр. (A1, A2, A3, A4, A8, A11, A13, A15, A18, A19, A20, A24, A30, A32, A34, A35, A37, A7, A25) - 5 индексирани в Scopus.

2. По кватилност (Scopus/CiteScore)

Разпределението на публикациите от дисертационния труд, индексирани в Scopus, разпределени по кватилност са: **Q1 – 5 публикации** (A6, A27, A28, A29, A26), **Q2 – 0 публикации**, **Q3 – 3 публикации**, съгласно справката от SciVal/Scopus, **Q4 – 4 публикации**, съгласно справката от SciVal/Scopus. Общо публикациите, индексирани в Scopus са 12 бр., от които **42% са в Q1**, което може да се оцени като много добър показател за качество и международна разпознаваемост на научните резултати.

Съгласно изискванията на ЗРАСРБ, ППЗРАСРБ, *Правилник за условията и реда за придобиване на научни степени в Технически университет – София:*

1. **По група показатели А:** дисертационен труд за „доктор“ - налични **50 точки**;
2. **По група показатели Б:** Дисертационен труд за присъждане на НС „доктор на науките“ налични **100 точки**;
3. **По група показатели Г,** необходими общо **100 точки, постигнати 252.2 точки**:
 7. Научна публикация в издания, които са реферирани и индексирани в световноизвестни бази данни с научна информация – постигнати **109.5 точки**;
 8. Научна публикация в не реферирани списания с научно рецензиране или в редактирани колективни трудове- постигнати **142.7 точки**;
4. **По група показатели Д,** необходими общо 100 точки, постигнати **210 точки**:
 12. Цитирания или рецензии в научни издания, реферирани и индексирани в световноизвестни бази данни с научна информация или в монографии и колективни томове – **210 точки**;

Общо според предоставените данни от Scopus/SciVal, авторът има **55 публикации, 127 цитирания (в 109 документа) и h-index = 5**, което показва устойчива научна активност и наличие на публикации с международна видимост.

От 38 статии и доклади, свързани с дисертационния труд до този момент има **43 цитирания от други автори.**

Отражението на труда в науката може да се оцени като добро и нарастващо, тъй като публикациите са цитирани от други автори и са включени в международни научни бази данни като Scopus и Web of Science, което предполага използване на резултатите и извън националната научна среда. Наличието на цитирания в международни източници, публикации в Q1 издания и участие в международни форуми е доказателство за научна разпознаваемост и потенциал за развитието на изследванията на автора.

Особено положителна оценка заслужава фактът, че резултатите от дисертацията са свързани с 5 научноизследователски проекта, което потвърждава тяхната практическа насоченост и приложимост. Следва да се подчертае, че в два от проектите дисертантът е ръководител.

8. Използване на резултатите от дисертационния труд в научната и социалната практика. Наличие на постигнат пряк икономически ефект и пр. Документи, на които се основава твърдението.

Резултатите от дисертационния труд имат ясно изразена и научно-приложна насоченост. Разработените методи, алгоритми и системи имат потенциал за внедряване в транспортната инфраструктура, интелигентните транспортни системи, роботиката, навигацията и системите за техническа диагностика.

Практическата приложимост на резултатите се потвърждава от участието на дисертанта в 5 научноизследователски проекта. Налице са доказателства за използване на резултатите в научната практика, изразяващи се в публикации в международни издания, наличие на цитирания от други автори. Авторът има свидетелство за Полезен модел със № 5143/27.10.2020, публикувано в бюлетин № 202105.2 на 31.05.2021.

По отношение на социалната практика, разработките имат потенциален принос за повишаване безопасността на транспорта, ранна диагностика на повреди, подобряване на мониторинга на железопътната инфраструктура и оптимизиране на техническата експлоатация на транспортни средства. Това има индиректен обществен ефект, свързан с намаляване на риска от аварии, повишаване безопасността и надеждността на транспортните системи и подобряване на условията за експлоатация.

Пряк икономически ефект, Налице са обосновани предпоставки за потенциален икономически ефект, свързан с намаляване на разходите за диагностика, профилактика и поддръжка с използването на нискобюджетни MEMS решения вместо по-скъпи измервателни системи.

9. Оценка на съответствието на автореферата с изискванията за изготвянето му, както и на адекватността на отразяване на основните положения и приносите на дисертационния труд.

Представеният автореферат адекватно представя най-важните моменти и достижения от дисертационния труд. Изготвен е съгласно нормативните изисквания на Технически Университет-София.

10. Мнения, препоръки и бележки.

Редакционни забележки:

1. Номерациите на Табл.4.4 и Таблица 4.3 са разменени. Липсва таблица с номер 4.2;
2. В списъка на публикациите към дисертационния труд позиции A29 и A30 се дублират. След проверка на авторските публикации по глави и приложените им пълни текстове се установи, че те са две различни научни публикации. Поради

това при рецензирането е прието, че публикациите, свързани с дисертационния труд, са общо 38.

11. Заключение с оценка на дисертационния труд.

Дисертационният труд е разработен на високо научно и научно-приложно ниво, отличава се с добра структура, логическа последователност и значителен обем експериментални изследвания. Особено положително впечатление правят: комплексният подход при анализа на MEMS инерциалните сензори, разработването на собствени методи и алгоритми за подобряване на техните характеристиките, както и експерименталната верификация на резултатите в реални условия. Силна страна на труда е и ясната връзка между теоретичните изследвания и реалните приложения не само в автомобилния и железопътния транспорт, но с потенциал за развитие и в други области.

Представеният дисертационен труд отговаря на всички изисквания на ЗРАСРБ, ППЗРАСРБ, както и на Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени в Технически университет – София. **Предлагам на уважаемото научно жури да присъди на доц. д-р инж. Росен [REDACTED] Милетиев научната степен „доктор на науките“.**

Дата: 10.07.2026

Рецензент:

проф. Илия Илиев

0128-HE-2-098
10.08.2008

REVIEW

of the dissertation for the degree of Doctor of Science

Author of the dissertation: **Assoc. Prof. Dr. Eng. Rosen [REDACTED] Miletiev**
Topic of the dissertation: **Methods, algorithms and systems for determining the orientation and state of moving objects based on MEMS inertial sensors**
Professional field: **5.3 Communication and computer technology**
Scientific specialty: **Automated information processing and control systems (in communications)**

Reviewer: **Iliya [REDACTED] Iliev**, Dr. Eng., Professor, Technical University - Sofia, Faculty of Telecommunications, Department of Radio Communications and Video Technologies

1. Relevance of the problem developed in the dissertation work in scientific and applied terms

The defined goal and the tasks set for the dissertation are related to: the analysis and synthesis of new approaches, methods and algorithms for improving the parameters of MEMS inertial sensors, improving the quality of data from sensor systems and developing systems for determining the orientation and state of moving objects.

The growing use of MEMS inertial sensors in intelligent transport systems, robotics, autonomous vehicles, and technical condition monitoring systems is indisputable. Modern low-cost MEMS sensors are characterized by several limitations that necessitate new methods for compensation and data processing. The relevance of the problems solved in the dissertation is demonstrated at two levels – fundamentally, by improving the methods for signal processing and modeling of sensor systems, and applied, by developing practical algorithms for determining the orientation, dynamic state and diagnostics of moving objects. The tasks addressed in the dissertation and the obtained results demonstrate improved reliability, accuracy, and applicability of MEMS-based systems under real operating conditions.

The research area and the research problems addressed in the dissertation are undoubtedly highly relevant from both scientific and applied perspectives.

2. Degree of knowledge of the problem and creative interpretation of the literary material.

The dissertation comprises 327 pages and consists of an introduction, five chapters, a statement of the contributions, a bibliography containing 197 references, a list of publications, a list of scientific and scientific-applied contributions, and one appendix. The dissertation includes a total of 236 figures, 21 tables, and a list of abbreviations and symbols.

The dissertation demonstrates a high level of familiarity with the current state of research in the field. This is evidenced by the comprehensive review and systematic analysis of MEMS inertial sensors and their characteristics, sources of errors, methods for performance evaluation, and signal processing approaches.

The structure of the dissertation demonstrates a thorough understanding of the existing scientific knowledge and scientific-applied achievements in the field. The literature review is not merely descriptive but is subjected to critical analysis and creative interpretation. This is evidenced by the author's original approaches to improving the performance of MEMS

inertial sensors, including the development of a four-sensor structure, signal processing algorithms based on wavelet transforms, Kalman and complementary filters, as well as methods for determining spatial orientation and dynamic parameters. The creative interpretation of the research problem has led to the development of practically applicable solutions, validated through both simulation and experimental investigations under real operating conditions. This demonstrates not only a comprehensive understanding of the current state of the art but also the ability to critically evaluate, synthesize, and extend existing knowledge through original scientific and scientific-applied contributions.

3. Compliance of the Selected Research Methodology with the Goals and Objectives of the Dissertation.

The research methodology adopted in the dissertation is fully consistent with the stated goal and the defined research objectives. It is logically structured and systematically supports the achievement of the dissertation's objectives. The initial stage employs analytical methods to investigate the architecture, characteristics, and noise behavior of MEMS inertial sensors, including Allan variance analysis and zero-bias compensation methods. The subsequent stages involve the development and evaluation of hardware and software approaches to improve sensor performance with a four-sensor configuration, wavelet-based signal processing, and the application of Kalman and complementary filtering algorithms.

A major strength of the proposed methodology is the integration of theoretical analysis, numerical simulations, and experimental investigations, enabling comprehensive validation of the developed models, methods, and algorithms under real operating conditions. This integrated approach ensures the reliability of the obtained results and confirms their practical applicability.

4. Brief analytical description of the nature and assessment of the reliability of the material on which the contributions of the dissertation are built.

The contributions of the dissertation are achieved because the presented material is complex, interdisciplinary, and experimentally substantiated. The research is based on international scientific data in the field of MEMS inertial sensors, signal processing, navigation, and diagnostic systems, combining theoretical models, mathematical dependencies, simulation studies, and practical experiments.

In conclusion, the dissertation's contributions are grounded in reliable, highly representative, and experimentally validated material, ensuring a high degree of confidence in the results and their practical applicability.

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

Scientific and scientific-applied materials can be attached to the dissertation work to be classified as follows:

1. Formulation and justification of a new scientific problem (area). Although the dissertation does not formulate an entirely new fundamental scientific problem, it significantly develops a specific scientific and applied domain. This advancement is recognized through: the enhanced performance characteristics of low-cost MEMS inertial sensors; elevated measurement data quality; and the expanded deployment of these technologies within orientation determination, diagnostics, and monitoring systems for road and rail transport.
2. Formulation and justification of a new theory (hypothesis). Substantiated and experimentally confirmed are by several engineering hypotheses related to: the dynamic compensation of the zero offset of inertial sensors (contribution No. 1); composition of a new four-sensor structure to improve noise characteristics and

frequency parameters (contributions No. 4 and No. 5); growing the accuracy through digital signal processing and wavelet transformation (contribution No. 6); composition of Kalman and complementary filters for determining the spatial position of objects (contributions No. 10 and No. 11).

3. Creation of new methods, structures and systems. The main part of the contributions falls into this category: new methods for compensation, filtering and signal processing (contributions No. 1, No. 4, No. 5, No. 6, No. 10, No. 11, No. 14, No. 15 and No. 20); new structures and architectures – four-sensor structure and multi-protocol network of inertial sensors (contributions No. 4, No. 5 and No. 13); new diagnostic, measuring and monitoring systems for road and rail transport (contributions No. 15–23).
4. Obtaining and proving new facts. The following facts have been experimentally proven: a significant reduction in the error from zero offset – from 10^1 to 10^4 times (contribution No. 1); improvement of the noise characteristics and frequency parameters of MEMS sensors through a four-sensor structure (contributions No. 4 and No. 5); the ability to determine relative displacements in the submillimeter range with an error of up to ± 0.1 mm (contribution No. 15); capabilities for monitoring and diagnosing transport systems and railway infrastructure in real time (contributions No. 20–23).
5. Obtaining confirmatory facts. The applicability of known methods and approaches has been confirmed as: analysis of noise characteristics using the Allen dispersion; statistical methods for estimating the parameters of MEMS sensors; composition of Kalman and complementary filters for determining the spatial position; application of time-frequency methods for diagnosing dynamic systems.

Nature of the contributions for implementation: The contributions have a clearly expressed scientific-applied and implementation nature. The developed solutions are used in intelligent transport systems, road and rail transport, monitoring and diagnostic systems, navigation systems, and the assessment of traffic comfort and safety, with part of the results being implemented through developed prototypes and protected by a Certificate of Utility Model No. 5143/27.10.2020.

6. Assessment of the degree of personal participation of the dissertation candidate in the contributions.

Based on the review of the publications included in the dissertation, it can be concluded that the personal participation of the dissertation candidate in the realization of the scientific and applied scientific contributions is essential and decisive. Despite co-authorship in some publications, the thematic coherence and logical continuity between the individual chapters, together with the direct correspondence between the publications and the formulated contributions, indicate the candidate's leading role in the development of the main ideas, methods, and experimental methodologies.

The publications and developments provide sufficient reason to assume that the author has a high degree of personal participation in the realization of the dissertation contributions.

7. Assessment of publications on the dissertation: number, nature of the editions in which they were printed. Reflection in science – use and citation by other authors, in other laboratories, countries, etc.

The total number of publications on the dissertation is 38, and they are distributed as follows:

1. By nature of publications:

1.1. Publications in international scientific journals – 10 issues (A6, A21, A22, A23, A26, A27, A28, A29, A31, A36). Of which: indexed in Scopus/WoS – 5 issues (A6, A26, A27, A28, A29), and the rest are in international refereed publications.

1.2. Publications in Bulgarian scientific journals – 6 issues (A5, A9, A12, A14, A16, A17).

1.3. Reports at scientific forums in Bulgaria – 3 issues (A7, A10, A25). Of which: national conference – 1 issue (A10), international conferences in Bulgaria – 2 issues (A7, A25).

1.4. Reports at international conferences – 19 issues (A1, A2, A3, A4, A8, A11, A13, A15, A18, A19, A20, A24, A30, A32, A34, A35, A37, A7, A25) - 5 indexed in Scopus.

2. By quartiles (Scopus/CiteScore)

The distribution of publications from the dissertation work, indexed in Scopus, by quartiles is: Q1 – 5 publications (A6, A27, A28, A29, A26), Q2 – 0 publications, Q3 – 3 publications, according to the SciVal/Scopus reference, Q4 – 4 publications, according to the SciVal/Scopus reference. In total, the publications indexed in Scopus are 12, of which 42% are in Q1, which can be assessed as a very good indicator of quality and international recognition of scientific results.

According to the requirements of the Academic Staff Development Act of the Republic of Bulgaria (ASDARB), the Regulations for the Implementation of the ASDARB, and the Regulations on the Conditions and Procedures for Awarding Academic Degrees at the Technical University of Sofia:

1. Indicator Group A: Doctoral dissertation – 50 points (required and achieved).
2. Indicator Group B: Dissertation for the award of the degree Doctor of Science (D.Sc.) – 100 points.
3. Indicator Group G: A minimum of 100 points is required; the candidate has achieved 252.2 points, including:
 - G7. Scientific publications in journals indexed in internationally recognized scientific databases – 109.5 points;
 - G8. Scientific publications in peer-reviewed journals not indexed in international databases or in edited collective volumes – 142.7 points.
4. Indicator Group D: A minimum of 100 points is required; the candidate has achieved 210 points, including:
 - D12. Citations or reviews in scientific publications indexed in internationally recognized scientific databases, as well as citations in monographs and edited collective volumes – 210 points.

In total, according to the specified data from Scopus/SciVal, the author has 55 publications, 127 citations (in 109 documents), and h-index = 5, which indicates sustainable scientific activity and the presence of publications with international visibility. Out of 38 articles and reports related to the dissertation work, there are currently 43 citations by other authors.

The impact of the work in science can be assessed as good and growing. The publications are cited by other authors and are included in international scientific databases such as Scopus and Web of Science. The presence of citations in international sources, publications in Q1 editions, and participation in international forums is evidence of scientific recognition and potential for further impact on the development of the author's research.

The dissertation results are from 5 research projects. This confirms the practical focus and applicability of the work. It should be noted that in two of the projects, the doctoral candidate is the coordinator.

8. Use of the results of the dissertation work in scientific and social practice. Presence of achieving a direct economic effect, etc.

The findings of this dissertation have a pronounced scientific and applied orientation. The developed methods, algorithms, and systems possess strong potential for implementation within transport infrastructure, intelligent transportation systems, robotics, navigation, and technical diagnostic systems.

The practical applicability of these results is validated by the candidate's participation in 5 research projects. Evidence of implementation in scientific practice is further demonstrated by publications in international journals and subsequent citations by other authors. Additionally, the author holds a Utility Model Patent No. 5143/27.10.2020, published in Bulletin No. 202105.2 on May 31, 2021.

Regarding societal practice, the developments offer a potential contribution to enhancing transport safety, enabling early fault diagnosis, improving railway infrastructure monitoring, and optimizing the technical operation of vehicles. This yields an indirect public impact by reducing the risk of accidents, increasing the safety and reliability of transport systems, and improving overall operational conditions.

9. Assessment of the compliance of the abstract with the requirements for its preparation, as well as in terms of reflecting the main points and contributions of the dissertation work adequately.

The presented dissertation abstract adequately reflects the most critical aspects and achievements of the dissertation research. It has been prepared in strict accordance with the regulatory requirements of the Technical University of Sofia.

10. Opinions, words and notes.

Editorial notes:

1. The numbering of Table 4.4 and Table 4.3 has been inverted. Additionally, Table 4.2 is missing from the sequence.
2. In the list of publications related to the dissertation, entries A29 and A30 are duplicated. However, following a verification of the author's publications by chapter and their attached full texts, it was established that these represent two distinct scientific papers. Consequently, for this review, the total number of publications related to the dissertation is accepted to be 38.

11. Conclusion with an assessment of the dissertation work.

The dissertation work has been developed at a high scientific and scientific-applied level, distinguished by a good structure, logical consistency, and a significant volume of experimental research. A positive impression is made by the complex approach to analysis of MEMS inertial sensors, the development of its own methods and algorithms to improve their characteristics, as well as the experimental verification of the results. The strength of the work lies in the clear connection between theoretical research and real applications not only in road and rail transport, but also in the potential for development in other areas.

The presented dissertation meets all the requirements of the Development of Academic Staff in the Republic of Bulgaria Act, the Regulations for its Application, and the Regulations

on the Terms and Procedure for Acquiring Scientific Degrees at the Technical University of Sofia. I propose to the esteemed scientific jury to award assoc. prof. dr. eng. Rosen ([REDACTED]) Miletiiev the scientific degree "Doctor of Sciences".

Date:10.07.2026

Reviewer: [REDACTED]

Sofia