



Получена на
10.06.2026г.

РЕЦЕНЗИЯ

Върху дисертационния труд за придобиване на образователната и научна степен „доктор”

Област на Висше образование 5. *Технически науки.*

Професионално направление 5.5. *Транспорт, корабоплаване и авиация*

Научна специалност *Подвижен железопътен състав и теглителна сила на влаковете*

Автор на дисертационния труд: маг. инж. Стефан Кирилов Кръстев

Тема на дисертационния труд: **ИЗСЛЕДВАНЕ ХАРАКТЕРА НА ИЗМЕНЕНИЕ НА НАДЛЪЖНИТЕ УСИЛИЯ ВЪВ ВЛАКОВ СЪСТАВ В РЕЖИМ НА СПИРАНЕ**

Научни ръководители:

доц. д-р инж. Кирил Велков

доц. д-р инж. Светослав Славчев

Рецензент:

доц. д.н. инж. Добринка Борисова Атнаджова – ВТУ „Тодор Каблешков” – София

Настоящата рецензия е написана в изпълнение на заповед № ОЖ-5.5-06/12.03.2026 на Ректора на ТУ-София.

1. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем

Възникващите надлъжни усилия във влаков състав в режим на спиране са динамични натоварвания възникващи при намаляване на скоростта на движение. Тези сили са от съществено значение за безопасността на движението на подвижния железопътен състав (ПЖПС). Разработваният проблем в дисертационния труд е именно изследване характера на изменение на надлъжните усилия във влаков състав в режим на спиране. Разработваният проблем в дисертационния труд е актуален и поради това, че за получаване на разрешение за въвеждането в експлоатация на нови, модернизирани и обновени обекти на железопътната инфраструктура и подвижния състав е необходимо освен теоретично, но и експериментално определяне параметрите на съответните обекти и взаимодействието на ПЖПС и релсов път. Научно-изследователския институт по транспорт, където се извършваха тези

експериментални изследвания от 2013 година на практика не функционира. В настоящия дисертационен труд се извършват стендови лабораторни експерименти чрез модернизиран за целта стенд за установяване не само параметрите на спирачната система. С разработения математически модел на програмен продукт: „SIMULINK” се изследват различни възможни експериментални ситуации. Актуално е медалирането не само на вида спирачна система, но и на междувагонните връзки във влаковия състав.

Дисертационният труд е в обем на 130 страници, като включва увод, 5 глави за решаване на формулираните основни задачи, списък на приносите, списък на публикациите по дисертацията и използвана литература. Цитирани са общо 142 литературни източника, като 90 са на латиница и 52 на кирилица. Работата включва общо 51 фигури и 3 таблици.

Анализът показва, че дисертанта оценява творчески различните аспекти при изследванията върху надлъжна динамика на железопътен състав при режим на спиране.

Дисертантът си е поставил за цел създаване на единен подход за теоретично и експериментално изследване движението на влаков състав в режим на спиране, който да съответства максимално на международни нормативни документи, като Euro Norms (БДС EN), фишове на UIC, Наредби на Министерство на транспорта и други изисквания и на методите за реално тестване на железопътни возила.

За постигане на целта са формулирани 5 конкретни задачи, чрез които:

- да се уточни избора на динамичен модел за изследване надлъжните усилия при действие на спирачната система;
- да се проведат лабораторни изследвания при симулиране на параметри на влаков състав, релсов път и скорости на движение;
- да се извърши числов експеримент с разработен математически модел и използване на резултатите от лабораторните изпитвания;
- да се извършат анализи на получените резултати, като се направят необходимите изводи за приложение.

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

Проведено е обстойно проучване и оценка на спирачните системи; фазите на спирачния процес и методите за изследване на надлъжните усилия при движение на влаков състав.

Дисертантът творчески интерпретира литературния материал от редица теоретични и експериментални изследвания на влаков състав и ясно определя

основните режими на натоварване съобразно техническите параметри на типове спирачни системи. Установява се, че създаването на изчислителни модели в достъпния литературен материал също е итуитивно. Високата степен на познаване състоянието на проблема и творческата интерпретация на литературния материал дават основание за изследване на основни въпроси свързани със изследване характера на изменение на надлъжните сили във влаков състав в режим на спиране.

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

Чрез задълбочен анализ на посочените литературни източници се установява, че различните автори правят различни тълкования на нормативната база, което повдига въпроси касаещи адекватността на тези изследвания.

Дисертантът правилно се насочва към разглеждане и анализиране на представени в литературните източници разработки свързани с изследване надлъжната динамика на железопътни возила. Посочват се модели за теоретично определяне стойностите на надлъжните усилия на железопътните возила във влаков състав при различни скорости на движение, но експериментално лабораторно изследване, не е налично. Докторантът показва висока степен на познаване на материала, касаещ разглеждания проблем в дисертационния труд. Избраната методика за изследване по поставения в дисертационния труд за разрешаване проблем – създаването на комплексен подход за теоретично и експериментално определяне на параметрите на спирачната система напълно съответства на поставената цел и задачи. Това се постига чрез модернизирани стенд в ТУ-София, катедра Железопътна техника и използване на числени методи в разработен динамичен модел.

4. Аналитична характеристика на естеството и достоверността на материала

Чрез разработения комплексен подход за лабораторно и теоретично изследване при използване на числени методи се осигурява оценка на изследваните величини за всички възли и елементи по препоръчаните в нормативните документи критерии за въвеждане в експлоатация на железопътни возила. Разработеният модел е намерил приложение в учебния материал на ОКС Бакалавър и ОКС Магистър на ТУ-София.

5. Научни и научно-приложни приноси на дисертационния труд

Дисертационният труд е с научно-приложни и приложни приноси.

Научно-приложните приноси се свеждат до:

- Анализ на нормативните документи и достъпните литературни източници относно влаковите спирачни системи, методите за тяхното симулиране и изпитване и начините за изследване на големината на надлъжните сили, които възникват в междувагонните връзки;
- Разработване на методика за изследване на процесите на развитие на надлъжните сили във функция на времето и развитието на спирачните процеси по дължината на влаковия състав;
- Разработване на динамичен модел на влаков състав, състоящ се от 44 вагона, който представя максимално точно поведението му под действието на различни скорости на движение, различни характеристики на железния път и стратегии за управление на спирачните системи.

Приложните приноси се свеждат до:

- Извършена е модернизация на стенд за газо-динамично изследване на спирачните процеси, съобразно изисквания на UIC;
- Внедрена е измервателна система за регистриране и обработка на данните;
- Установени са силите в междувагонните връзки за всички вагони от зададения състав на влака;
- Модернизираният стенд, измервателната система, методиката за снемане на надлъжните сили и симулационния модел, относно развитието на спирачните процеси във функция на времето са приложими в бъдещи разработки при решаването на спирачни задачи с различни по тип подвижен състав и спирачна система, включително и на вагони с товарозависимо спиране.
- Модернизираният стенд, измервателната система, методиката за снемане на надлъжните сили и симулационния модел успешно са приложени в учебния процес по дисциплините „Технология и системи за управление влаковете“ и „Тягови и спирачни изчисления“, изучавани от студентите в специалности „Транспортна техника и технологии“ и „Технология и управление на транспорта“ към Факултета на транспорта на Технически университет - София.

6. Оценка на степента на лично участие на дисертанта

Дисертационният труд е разработен в ТУ-София, катедра „Железопътна техника“.

Основните раздели от дисертацията са докладвани и обсъждани на научен съвет на катедра „Железопътна техника“ към Факултет на транспорта при ТУ-София на 18.02.2026 г.

Нямам сведения за използване, или цитиране на данни от изследванията в дисертационния труд от други автори у нас и навън. Това ми дава основание да смятам, че получените резултати и приносите в представения труд са лично дело на дисертанта.

7. Преценка на публикациите по дисертационния труд

Резултатите от дисертационния труд са публикувани в 5 броя научни статии, от които 1 самостоятелна, 3 броя от публикациите са в български сборници на международни конференции BulTrans-2021, 2023 и 2025 години.

Две от публикациите са в международни научни списания с импакт фактори:

- Krastev, S., Velkov, K., Krastev, O., Analysis of the influence of freight trains length on their braking distance. *AIP Conf. Proc.* 10 April 2024. <https://doi.org/10.1063/5.0199253>, списанието има SJR 0.153;
- Krastev, S., Slavchev, S., Maznichki, V., Sinapov, P., Velev, M. Investigation of the Influence of Distributor Valve Position on Longitudinal Train Dynamics During Braking. *Eng. Proc.* 2026, 121, 13. <https://doi.org/10.3390/engproc2025121013>. списанието има SJR 0.205.

8. Използване на резултатите от дисертационния труд в практиката

Нямам представен документ за използване на резултатите от дисертационния труд в практиката у нас и навън.

9. Оценка на съответствието на автореферата

За оценка съответствието на автореферата съм представила отделна рецензия. Автореферата на дисертационния труд, представен на български и английски език е в обем от 63 страници. Той е оформен съгласно изискванията и отразява пълно поставената цел, решените задачи, достигнатите резултати и научно-приложните и приложни приноси, както и публикациите на автора свързани с дисертацията. Номерата на фигурите и таблиците в автореферата съответстват на тези в дисертационния труд.

10. Мнения, препоръки и бележки

Мнения:

Дисертацията е добре структурирана.

Отлично са въведени множество съкращения в дисертацията, които се използват многократно в текста.

Относно автореферата в него са забелязани някои синтактични пропуски, които не намаляват стойността на представения дисертационен труд от гледна точка на постигнатите резултати от кандидата. След представяне на рецензията на автореферата тези неточности са премахнати.

Препоръки:

- Всяка глава в дисертационния труд да започва с формулираната задача и завършва с изводи;
- Да се представи като приложение резултати от числените експерименти по разработения математичен модел;
- Желателно е наименованието на учените да бъде в оригинален език.

Бележки:

Като цяло задачите в представения за рецензиране дисертационен труд са решени, целта е изпълнена и критичните бележки не намаляват неговите приноси. Препоръчвам на автора да продължи изследванията, като разработи ръководство за използване на разработения математичен модел в определяне техническите параметри на железопътните возила при тяхното верифициране.

11. Заключение

Направените бележки и препоръки не оспорват приносите на дисертационния труд, тъйкато в извършената и представена изследователска работа успешно са решени поставените цел и задачи.

Считам, че така представеният труд отговаря на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България и на Правилника за неговото приложение и давам положителна оценка.

Постигнатите резултати ми дават основание да предложа на членовете на Научното жури да бъде придобита образователната и научна степен „доктор” на маг. инж. Стефан Кирилов Кръстев в област на Висшето образование 5. Технически науки, Професионално направление 5.5. Транспорт, корабоплаване и авиация, Научна специалност Подвижен железопътен състав и теглителна сила на влаковете.

Дата 20.05.2026

РЕЦЕНЗЕНТ:

/доц. д.н. инж. Добринка Борисова Ахмаджова/



Вярно с оригинала.





REVIEW

On the dissertation work for the acquisition of the educational and scientific degree "PhD"

Field of Higher Education 5. *Technical Sciences*.

Professional Field 5.5. *Transport, Shipping and Aviation*

Scientific Specialty *Railway Rolling Stock and Train Traction*

Author of the dissertation: Eng. Stefan Kirilov Krastev, MSc

Topic of the dissertation: INVESTIGATION OF THE VARIATION IN LONGITUDINAL TRAIN FORCES DURING BRAKING

Supervisors:

Assoc. Prof. Eng. Kiril Velkov, PhD

Assoc. Prof. Eng. Svetoslav Slavchev, PhD

Reviewer:

Assoc. Prof. DSc Eng. Dobrinka Borisova Atmadzhova – VTU “Todor Kableshkov” – Sofia

This review was written in compliance with order No OЖ-5.5-06/12.03.2026 of the Rector of TU-Sofia.

1. Relevance of the problem developed in the dissertation

The longitudinal forces arising in a train set in braking mode are dynamic loads arising when the speed of movement is reduced. These forces are of essential importance for the safety of the movement of Railway Rolling Stock (RRS). The problem being developed in the dissertation is precisely the study of the nature of the change in longitudinal forces in a train set in braking mode. The problem being developed in the dissertation is also relevant because in order to obtain a permit for the commissioning of new, modernized and renovated objects of the railway infrastructure and rolling stock, it is necessary not only to theoretically but also to experimentally determine the parameters of the relevant objects and the interaction of the RRS and the track. The Scientific Research Institute of Transport, where these experimental studies were carried out since 2013, has practically not functioned. In the present dissertation, bench laboratory experiments are carried out using a bench modernized for this purpose to establish not only the parameters of the braking system. With the developed mathematical model of the software product:

"SIMULINK", various possible experimental situations are investigated. The modeling of not only the type of braking system, but also the inter-car connections in the train set is relevant.

The dissertation is 130 pages long and includes an introduction, 5 chapters to address the formulated main tasks, a list of contributions, a list of publications on the dissertation and references. A total of 142 literary sources are cited, 90 of which are in Latin and 52 in Cyrillic. The work includes a total of 51 figures and 3 tables.

The analysis shows that the dissertation creatively evaluates the different aspects of research on the longitudinal dynamics of a railway train in a braking mode.

The dissertation has set itself the goal of creating a unified approach for theoretical and experimental research on the movement of a train in a braking mode, which corresponds as much as possible to international regulatory documents, such as Euro Norms (BDS EN), UIC sheets, Regulations of the Ministry of Transport and other requirements and methods for real testing of railway vehicles.

To achieve the goal, 5 specific tasks have been formulated, through which:

- to specify the choice of a dynamic model for studying the longitudinal forces during the operation of the braking system;
- to conduct laboratory tests by simulating parameters of the train set, track and speed of movement;
- to perform a numerical experiment with a developed mathematical model and use the results of the laboratory tests;
- to perform analyses of the obtained results, drawing the necessary conclusions for application.

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

A comprehensive study and evaluation of the braking systems, the phases of the braking process and the methods for studying the longitudinal forces during the movement of a train set have been carried out.

The dissertation author creatively interprets the literature material from a number of theoretical and experimental studies of a train set and clearly defines the main load regimes in accordance with the technical parameters of types of braking systems. It is established that the creation of computational models in the available literature is also intuitive. The high degree of knowledge of the state of the problem and the creative interpretation of the literature material provide grounds for studying the main issues related to studying the nature of the change in longitudinal forces in a train set in braking mode.

3. Compliance of the chosen research methodology with the set goal and objectives of the dissertation work

Through a thorough analysis of the mentioned literary sources, it is established that different authors make different interpretations of the regulatory framework, which raises questions regarding the adequacy of these studies. The dissertation is correctly directed towards examining and analyzing the works presented in the literary sources related to the study of the longitudinal dynamics of railway vehicles. Models for theoretical determination of the values of the longitudinal forces of railway vehicles in a train set at different speeds are indicated, but experimental laboratory research is not available. The doctoral student demonstrates a high degree of knowledge of the material concerning the problem considered in the dissertation work. The chosen methodology for research on the problem set in the dissertation work for solving - the creation of a complex approach for theoretical and experimental determination of the parameters of the braking system fully corresponds to the set goal and tasks. This is achieved through a modernized stand at TU-Sofia, Department of Railway Engineering and the use of numerical methods in a developed dynamic model.

4. Analytical characterization of the nature and credibility of the material

The developed complex approach for laboratory and theoretical research using numerical methods provides an assessment of the studied quantities for all nodes and elements according to the criteria recommended in the normative documents for putting railway vehicles into operation. The developed model has found application in the teaching material of the Bachelor's and Master's degree programs of the Technical University of Sofia.

5. Scientific and applied scientific contributions of the dissertation work

The dissertation work has scientific and applied contributions.

The scientific and applied contributions are reduced to:

- Analysis of regulatory documents and available literature sources regarding train braking systems, methods for their simulation and testing and ways to study the magnitude of longitudinal forces that arise in inter-car connections;
- Development of a methodology for studying the processes of development of longitudinal forces as a function of time and the development of braking processes along the length of the train set;
- Development of a dynamic model of a train set consisting of 44 wagons, which represents its behavior as accurately as possible under the influence of different

speeds, different characteristics of the railway track and strategies for controlling the braking systems.

The applied contributions are as follows:

- A bench for gas-dynamic research of braking processes has been modernized, in accordance with UIC requirements;
- A measuring system for data recording and processing has been implemented;
- The forces in the inter-car connections have been determined for all cars of the given train set;
- The modernized bench, the measuring system, the methodology for measuring longitudinal forces and the simulation model regarding the development of braking processes as a function of time are applicable in future developments in solving braking problems with different types of rolling stock and braking systems, including cars with load-dependent braking.
- The modernized stand, the measuring system, the methodology for measuring longitudinal forces and the simulation model have been successfully applied in the educational process in the disciplines "Technology and Train Control Systems" and "Traction and Braking Calculations", studied by students in the specialties "Transport Equipment and Technologies" and "Transport Technology and Management" at the Faculty of Transport of the Technical University - Sofia.

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

The dissertation was developed at the Technical University of Sofia, Department of Railway Engineering.

The main sections of the dissertation were reported and discussed at the scientific judges of the Department of Railway Engineering at the Faculty of Transport at the Technical University of Sofia on 18.02.2026.

I have no information about the use or citation of research data in the dissertation by other authors in our country or abroad. This gives me reason to believe that the results obtained and the contributions in the presented work are the personal work of the dissertation author.

7. Assessment of dissertation publications

The results of the dissertation work have been published in 5 scientific articles, of which 1 is independent, 3 of the publications are in Bulgarian proceedings of international conferences BulTrans-2021, 2023 and 2025.

Two of the publications are in international scientific journals with impact factors:

- Krastev, S., Velkov, K., Krastev, O., Analysis of the influence of freight trains length on their braking distance. *AIP Conf. Proc.* 10 April 2024. <https://doi.org/10.1063/5.0199253>, списанието има SJR 0.153;
- Krastev, S., Slavchev, S., Maznichki, V., Sinapov, P., Velev, M. Investigation of the Influence of Distributor Valve Position on Longitudinal Train Dynamics During Braking. *Eng. Proc.* 2026, 121, 13. <https://doi.org/10.3390/engproc2025121013>. списанието има SJR 0.205.

8. Using the results of the dissertation in practice

There is no document presented on the use of the results of the dissertation work in practice in our country and abroad.

9. Assessment of the compliance of the abstract

To assess the compliance of the abstract, I have submitted a separate review. The abstract of the dissertation, presented in Bulgarian and English, is 32 pages long. It is formatted according to the requirements and fully reflects the goal set, the tasks solved, the results achieved and the scientific and applied contributions, as well as the author's publications related to the dissertation. The numbers of the figures and tables in the abstract correspond to those in the dissertation.

10. Opinions, recommendations and notes

Opinions:

The dissertation is well structured. Numerous abbreviations have been introduced in the dissertation, which are used repeatedly in the text, in an excellent manner. Regarding the abstract, some syntactic errors have been noticed in it, which do not reduce the value of the presented dissertation work from the point of view of the results achieved by the candidate. After the review of the abstract was submitted, these inaccuracies were removed.

Recommendations:

- Each chapter in the dissertation should begin with the formulated task and end with conclusions;
- Results of numerical experiments on the developed mathematical model should be presented as an appendix;
- It is desirable that the names of the scientists be in the original language.

Notes:

Overall, the tasks in the dissertation submitted for review have been solved, the goal has been achieved, and the critical notes do not diminish its contributions. I recommend that the author continue his research by developing a manual for using the developed mathematical model in determining the technical parameters of railway vehicles during their verification.

11. Conclusion

The notes and recommendations made do not dispute the contributions of the dissertation work, since the research work carried out and presented has successfully solved the set goals and tasks.

I believe that the work presented in this way meets the requirements of the Act on the Development of Academic Staff in the Republic of Bulgaria and the Regulations for its implementation, and I give a positive assessment.

The achieved results give me reason to propose to the members of the Scientific Jury that the educational and scientific degree "PhD" be acquired by Eng. Stefan Kirilov Krastev in the Field of Higher Education 5. Technical Sciences, Professional Direction 5.5. Transport, Shipping and Aviation, Scientific Specialty Rolling Stock and Traction Force of Trains.

Date 20.05.2026

REVIEWER:

/Assoc. Prof. DSc Eng. Dobrinka Borisova Atmadzhova/

Вярно с оригинала

