

## РЕЦЕНЗИЯ

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

Автор на дисертационния труд: **маг. инж. Ангел Христов Кръстев**

Тема на дисертационния труд: **ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИЗСЛЕДВАНЕ НА ВРЕМЕТО ЗА РЕАКЦИЯ НА ВОДАЧА НА МПС И ВЛИЯНИЕТО МУ ВЪРХУ ОПАСНАТА ЗОНА ЗА СПИРАНЕ**

Рецензент: **проф. д-р инж. Велизара Пенчева, Русенски университет "Ангел Кънчев"**

### **1. Характеристика на дисертационния труд**

Дисертационният труд е с общ обем от 145 страници. Той е структуриран в увод, четири глави, заключение и списък с използваната литература. В дисертацията са включени 18 таблици и 30 фигури.

### **2. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем**

Дисертационния труд е посветен на актуална научноизследователска и приложна тематика. С нарастването на броя на автомобилите и увеличаването на интензивността на трафика, въпросът за подобряване на безопасността на пътищата става все по-актуален. В този контекст, изследването на времето за реакция на водачите на моторни превозни средства и влиянието му върху пълния спиращ път, който в съдебната практика се нарича опасната зона на спиране е от решаващо значение за предотвратяване на инциденти и минимизиране на рисковете. Изследванията в тази област имат съществено значение за автотехническата експертиза, която играе важна роля в разследването на пътнотранспортни произшествия. Данните за времето за реакция на водачите позволяват на експертите да правят по-точни симулации на произшествията, чрез които да се определят причините за произшествията и да се оцени поведението на участниците в тях.

Експерименталната оценка на времето за реакция на водачите на моторни превозни средства и влиянието му върху опасната зона на спиране може значително да обогати практиката на автотехническата експертиза. В този смисъл считам, че разработвания в дисертационния труд проблем е много актуален.

Поставените задачи в дисертационния труд съответстват на поставената цел за изследване. Получените резултати в дисертационния труд могат да служат за следващи научни разработки.

### **3. Цел на разработвания проблем**

Целта на дисертационния труд е да се извърши експериментално изследване за определяне на времето за реакция на водач на моторно превозно средство в реални условия и неговото влияние върху пълния спирачен път (опасната зона за спиране).

#### **4. Използвани литературни източници**

При разработването на дисертационния труд са анализирани 126 заглавия от които: 12 са на кирилица; 114 на латиница. Прегледът на литературните източници показва, че докторантът познава добре специализираната литература, като повечето от литературните източници са от последните 10 години.

#### **5. Аналитична характеристика на дисертационния труд**

При въведението в дисертацията докторантът представя темата на изследването и доказва нейната актуалност. Дисертацията е разработена в четири основни глави. Текстът е с достатъчно табличен и графичен материал, което помага за неговия анализ и онагледяване.

В Глава 1 озаглавена «Литературен обзор» е напарвен преглед на използваните методи за анализ на поведението на водачи на превозни средства и съвременни устройства за събиране на данни, времето за реакция на водача и процеса на спиране на авомобила (спирачен път и характерните времена при процеса на спиране). В резултат са посочени целта и задачите на изследване.

Глава 2 разглежда въпросите свързани с аварийното спиране при различни видове предварителни движения на авомобила, т.е. процесът на спиране на МПС при непрекъснато максимално натиснат спирачен педал. В работата се определят параметрите на спиране при три възможни ситуации: предварително закъснително движение със задействана и без задействана спирачна уредба и предварително ускорително движение.

В Глава 3 е представена разработената експериментална система с подходящ избор на оборудване и методиката за провеждане на експеримента. Резултатите от теста на системата отговарят на очакванията и изпълняват целите на експеримента. Система е в състояние да записва данни за поведението на водача. Анализът на данните, който се осъществява със специализирания софтуер също отговаря на очакванията, освен това, той позволява извличането на важна информация за времето за реакция на водача. Описана е методиката за провеждане на експерименталните изследвания. Изследванията са проведени на два етапа. В изследването са участвали 72 правоспособни водачи разделени в четири групи по 18 човека: I група: Определяне времето за реакция на водачите при предварително закъснително движение със задействана спирачна уредба; II група: Определяне времето за реакция на водач при предварително закъснително движение без задействана спирачна уредба; III група: Определяне времето за реакция при

предварително ускорително движение и IV група: Определяне времето за реакция на водачите при предварително равномерно движение на МПС. Вторият етап на експеримента е извършен с 72 водачи, които са различни от тези участвали в първия етап, разделени в четири групи. Определено е времето за реакция на участниците в четирите групи.

В глава 4 се разглеждат резултатите от проведените експериментални изследвания. За обработка на резултатите се използват подходящи зависимости, модели и програмни продукти.

#### **6. Степен на познаване на състоянието на проблема и творческа интерпретация на литературния материал**

Авторът на дисертацията добре познава проблематиката и адекватно интерпретира разглежданата научна литература по въпроса. Това личи от направените реферирания. Анализът на литературните източници е построен логически правилно и по удачна схема, използвайки системния подход, завършвайки с кратки изводи и аргументирана позиция по отделните нерешени въпроси. Всичко това е позволило на докторанта да анализира състоянието на проблема, относно безопасността на движението и експертната дейност при изследване на ПТП и да формулира правилно целта и задачите на изследването, отчитайки състоянието и актуалността на проблема.

#### **7. Съответствие на избраната методика на изследване с поставената цел и задачи на дисертационния труд**

Разработената и използвана от докторанта методика позволява да се решат успешно задачите на изследването и да се постигне поставената цел.

#### **8. Оценка на достоверността на материала, върху който се основават приносите**

Достоверността на материала, върху който докторантът прави своите изводи и претендира за приноси се основа на цялостния му задълбочен научен подход при провеждане на изследването. Основните изследвания са проведени в реални условия. Използвана е прецизна апаратура. Всичко това и разработената от докторанта методика е позволило да се получат достоверни резултати.

#### **9. Приноси на дисертационния труд**

Дисертационният труд представлява комплексно научно изследване с цел подобряване експертното изследване на ПТП, чрез експериментални изследвания, получените резултати и направените изводи съдържат приноси, които може да се обединят в групи научно-приложни и приложни приноси както следва:

#### **Научно-приложни приноси**

- Разработена е методика за провеждане на експериментални изследвания с цел определяне на времето за реакция на водача на МПС при различни предварителни движения на автомобила преди възникване на опасността (закъснително движение със задействана спирачна система; закъснително движение без задействана спирачна система; ускорително движение; равномерно движение), която включва иновативен подход, базиран на метода за определяне на времето до сблъсък (ТТС);
- Доказана е зависимост между времето за реакция и разстоянието от автомобила до обекта, създал опасността – с увеличаване на разстоянието времето за реакция нараства по линейна зависимост;
- Разработен е алгоритъм за определяне на кинематичните параметри на всички участъци при „аварийно спиране“ (реакция на водача, задействане на спирачния механизъм, нарастване на спирачното закъснение и ефективно спиране) при различни предварителни движения на автомобила. Изведени са изрази за определяне на опасната зона за спиране при посочените по-горе предварителни движения на автомобила преди възникване на опасността.

#### **Приложни приноси**

- Създадена е експериментална уредба, включваща куполни камери с моторизирани вариофокални обективи и цифров видеорекодер с вграден софтуер, който осигурява запис и възможност за последващ анализ на поведението на водачи на МПС в реални пътни условия;
- Получени са данни за времето за реакция на водачите на МПС от експериментални изследвания в реални условия при следните предварителни движения на автомобила преди възникване на опасността: предварително закъснително движение със задействана спирачна система; предварително закъснително движение без задействана спирачна система; предварително ускорително движение; предварително равномерно движение;
- В диалоговата програмна система MATLAB е създадена собствена програма и са направени инженерни изчисления за определяне на параметрите на спирачната динамика на всички участъци при аварийно спиране на база на известни уравнения.

#### **10. Оценка за степента на личното участие на дисертанта в приносите**

Смятам, че дисертационния труд и неговите приноси са лично дело на докторанта под вещото ръководство на научния му ръководител. Научните обобщения в дисертационния труд, приложените инженерни методики за изследване, направените експерименти и изведените резултати са безспорно доказателство за това.

#### **11. Претенция на публикациите по дисертационния труд**

Докторантът има три научни публикации по тематиката на дисертацията. Една от работите е самостоятелна и е публикувана в Известия на ТУ-Сливен, а другите две – в съавторство с научния ръководител публикувани в Известия на Съюза на учените в Сливен и Механика на машините. Приемам, че публикациите отразяват значителна част от научното изследване и заявените приноси. Не ми е известно да са цитирани от други автори или реферирани в специализирани печатни или електронни издания. Броят на публикациите дава основание да се счита, че основните резултати от дисертационната разработка са значими за науката и практиката и са направени достояние на научната общност.

### **12. Използване на получените резултати в практиката**

В изпратените ми материали няма документи доказващи защита на интелектуална собственост. Получените резултати могат успешно да се използват от експертите на ПТП в съдебната практика, както и в учебния процес при обучение на студенти по Безопасност на автомобилното движение.

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

Авторефератът е изготвен в съответствия с изискванията и адекватно отразява основните положения и приносите на дисертационния труд.

### **14. Мнения, бележки и препоръки към дисертационни труд**

Считам, че предложената дисертационна работа е завършен научен труд, значим за теорията и практиката на транспорта, а и на обществото като цяло. Представеното в работата свидетелства за познанията на автора в предметната област и дава възможност за развитие на постигнатите резултати и тяхното практическо приложение.

Като рецензент на дисертационния труд, представен на предварителната защита пред разширен катедрен съвет, бях направила няколко предложения за корекции. Авторът напълно се е съобразил с направените бележки, с което е подобрил съществено текста на дисертационния труд.

Допълнително бих искала да направя някои бележки и препоръки:

- В дисертационния труд има някои стилкови неточности и неправилно използвани термини;
- На стр. 116 вместо «корелция» по-коректно е да се запише «корелационен анализ». За пълнота на обяснението, допълнително следваше да се разгледа и възможността коефициента на линейна корелация на Пирсон да е равен на нула;

- Бих препоръчала на докторанта да работи за разпространение на научните си резултати в публикации в чужбина, което ще доведе до по-широка публичност, а оттам и цитиране на научната продукция.

Забележките и препоръката по никакъв начин не засягат значимостта на резултатите и приноса, постигнати в дисертационния труд. Общото ми мнение за дисертационния труд е положително – актуална тематика, оригинален подход, добре структурирана работа с високо качество на илюстративния материал.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Като имам предвид актуалността на разглеждания проблем, извършените теоретични анализи, експериментални изследвания в дисертационния труд, като оценявам като самостоятелно творческото постижение на докторанта, осъществено в съответствие със законовата база, смятам, че процедурата отговаря на изискванията на ЗРАС, Правилника за неговото приложение и Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени в ТУ–София.

Имайки предвид гореизложеното, изразявам своята положителна оценка на дисертационния труд и предлагам на уважаемото научно жури да присъди образователната и научна степен „доктор” на **маг. инж. Ангел Христов Кръстев** в област 5. Технически науки, Професионално направление 5.5. Транспорт, корабоплаване и авиация, научна специалност „Автомобили, трактори и кари”.

Русе, 03.10.2024 г.

Изготвил: .....

/проф. д-р инж. В. Пенчева/

## **REVIEW**

on a dissertation for the attainment of an educational and scientific degree of "Doctor"

Dissertation Author: **M.Sc. Eng. Angel Hristov Krastev**

Dissertation Topic: **EXPERIMENTAL ANALYSIS OF VEHICLE DRIVER REACTION TIME AND ITS IMPACT ON DANGEROUS STOPPING ZONES**

Reviewer: **Prof. Dr. Eng. Velizara Pencheva, University of Ruse "Angel Kanchev"**

### **1. Attributes of the dissertation research**

The dissertation comprises 145 pages in total. The document is organized into an introduction, four chapters, a conclusion, and a bibliography. The dissertation has 18 tables and 30 illustrations.

### **2. Significance of the issue addressed in the dissertation**

The dissertation focuses on contemporary research and practical subjects. With the rise in the number of vehicles and the escalation of traffic density, the enhancement of road safety becomes increasingly relevant. The examination of motor vehicle drivers' response times and their impact on total stopping distance, referred to in legal terminology as the hazardous stopping zone, is essential for accident prevention and risk mitigation. Research in this domain is crucial for automobile proficiency, significantly contributing to the analysis of traffic accidents. Information on driver reaction times enables specialists to create more precise accident simulations to identify the causes of collisions and evaluate the conduct of the individuals involved.

The experimental assessment of motor vehicle drivers' response times and their impact on hazardous braking zones can substantially enhance automotive expertise practice. I contend that the issue addressed in the dissertation is highly pertinent.

The tasks outlined in the dissertation align with the established research objective. The findings derived from the dissertation can facilitate subsequent scientific advancements.

### **3. Objective of the formulated issue**

The objective of the dissertation is to conduct an experimental investigation to ascertain the response time of a motor vehicle operator under real situations and its impact on the total braking distance (hazardous stopping zone).

### **4. Utilized literary references**

Throughout the dissertation's development, 126 titles were examined, comprising 12 in Cyrillic and 114 in Latin. The examination of the literary sources indicates that the doctoral candidate possesses a comprehensive understanding of the specialized literature, with the majority of the materials being published within the previous decade.

## **5. Analytical Attributes of Dissertation Research**

In the dissertation's opening, the doctorate candidate delineates the study issue and substantiates its significance. The dissertation has four major chapters. The document has sufficient tabular and graphical content, facilitating analysis and visualization.

Chapter 1, titled "Literature Review," provides an overview of the methodologies employed to examine vehicle driver behavior, contemporary data collection devices, driver reaction time, and the vehicle stopping process, including braking distance and characteristic times during suspension dynamics. The objectives and duties of the research are delineated.

Chapter 2 analyzes the challenges associated with emergency braking during different preparatory vehicle maneuvers, namely the act of halting a motor vehicle with the brake pedal fully depressed. The study establishes the brake parameters in three scenarios: pre-deceleration movement with both enabled and deactivated braking systems, and pre-acceleration movement.

Chapter 3 delineates the constructed experimental system, including the appropriate selection of apparatus and the technique employed for executing the experiment. The system test outcomes align with expectations and achieve the experiment's aims. The system can document information on the driver's conduct. The data analysis conducted using the specialist software meets expectations and facilitates the extraction of critical information on the driver's reaction time. The approach for doing the experimental research is described. The study was executed in two phases. Seventy-two legally competent drivers participated in the study, categorized into four groups of eighteen individuals each: Group I: Assessment of driver reaction time during pre-delayed movement with an activated braking system; Group II: Assessment of driver reaction time during pre-delayed movement without an activated braking system; Group III: Assessment of driver reaction time during pre-accelerating movement; Group IV: Assessment of driver reaction time during pre-uniform movement of the motor vehicle. The second phase of the experiment involved 72 drivers distinct from those in the initial phase, categorized into four groups. The response times of participants in the four groups were assessed.

Chapter 4 examines the findings of the experimental experiments done. Relevant dependencies, models, and software applications are utilized to analyze the outcomes.

## **6. Level of comprehension about the problem's status and innovative analysis of the literary content**

The dissertation author is cognizant of the problem and proficiently analyzes the relevant scientific literature. This is apparent from the cited references. The examination of the literary sources is methodically structured and adheres to an appropriate framework, employing a systematic approach, culminating in concise findings and a well-reasoned stance on specific unsolved matters. The doctorate student has been enabled to assess the issue of traffic safety and



expert involvement in road accident research, so accurately articulating the research's objectives and tasks in light of the problem's status and significance.

#### **7. Alignment of the selected research approach with the established objectives and duties of the dissertation**

The approach devised and employed by the doctorate candidate effectively addresses the research tasks and attains the established objective.

#### **8. Evaluation of the reliability of the sources behind the contributions**

The reliability of the material from which the PhD student derives his findings and asserts contributions is founded on his comprehensive scientific methodology in executing the study. The primary research was done under genuine conditions. Precision instruments are utilized. The approach devised by the PhD student facilitated the acquisition of dependable results.

#### **9. Dissertation Contributions**

The dissertation is a sophisticated scientific investigation aimed at enhancing the expert analysis of traffic accidents. Through experimental research, the results and conclusions yield contributions that can be categorized into groups of theoretical and practical applications as follows:

##### **Contributions to science and application**

- A methodology has been established for executing experimental studies to ascertain the reaction time of motor vehicle drivers during various preliminary maneuvers prior to the onset of danger (delayed movement with an activated braking system; delayed movement without an activated braking system; accelerating movement; uniform movement), incorporating an innovative approach grounded in the time-to-collision (TTC) method.
- A correlation between response time and the distance from the vehicle to the hazardous item has been established; as the distance rises, reaction time increases linearly.
- An algorithm was created to ascertain the kinematic characteristics of all segments during "emergency braking" (driver's response, activation of the braking mechanism, augmentation of braking delay, and effective braking) across various pre-movements of the vehicle. Formulas have been established to ascertain the danger zone for halting during the aforementioned preparatory maneuvers of the vehicle before to the onset of peril.

##### **Implemented Contributions**

- An experimental apparatus was developed, comprising dome cameras equipped with motorized varifocal lenses and a digital video recorder featuring integrated software, enabling recording and subsequent analysis of motor vehicle driver behavior under actual road circumstances.

- Data about the reaction times of motor vehicle operators were collected from experimental studies conducted under real-world settings during the initial maneuvers of the vehicle prior to the emergence of a hazard: initially delayed motion with the brake system engaged; pre-delayed motion without brake application; pre-accelerating movement; pre-uniform motion;
- In the MATLAB dialog program system, a custom application was developed, and engineering calculations were conducted to ascertain the characteristics of brake dynamics across all portions during emergency braking, utilizing established equations.

#### **10. Assessment of the extent of the dissertation student's personal involvement in the contributions**

I assert that the dissertation and its contributions represent the individual efforts of the doctorate candidate, facilitated by the expert mentorship of their supervisor. The scientific summaries inside the dissertation, the used engineering research methodologies, the executed experiments, and the resultant findings provide as unequivocal evidence of this assertion.

#### **11. Assessment of publications related to the dissertation research**

The doctorate candidate possesses three scholarly papers pertaining to the dissertation topic. One study is autonomous and was published in the Journals of TU-Sliven, while the other two are co-authored with the scientific supervisor and published in the Journals of the Union of Scientists in Sliven and Mechanics of Machines. I acknowledge that the papers represent a significant corpus of scientific inquiry and asserted contributions. I am unaware of any citations or references to them by other authors in specialist print or electronic journals. The volume of publications suggests that the primary outcomes of the dissertation are substantial for both research and practice, and have been disseminated to the scientific community.

#### **12. Application of the acquired results in practice**

The papers provided to me lack documentation evidencing the safeguarding of intellectual property. The results gained can be effectively utilized by traffic accident specialists in legal proceedings and in the educational framework for instructing pupils in Road Traffic Safety.

#### **13. Evaluation of the abstract's adherence to preparation standards and its effectiveness in encapsulating the principal themes and contributions of the dissertation.**

The abstract is produced in compliance with the stipulated standards and accurately encapsulates the principal themes and contributions of the dissertation.

#### **14. Assessments, observations, and suggestions for theses**

I contend that the proposed dissertation is a comprehensive scientific endeavor, of considerable importance to both the theory and practice of transportation, as well as to society at

large. The work demonstrates the author's expertise in the subject matter and offers a chance to advance the attained findings and their practical implementation.

As a reviewer of the thesis submitted at the preliminary defense before a comprehensive departmental board, I provided several recommendations for revisions. The author has thoroughly adhered to the provided feedback, resulting in a substantial enhancement of the dissertation text.

Furthermore, I like to provide other observations and suggestions:

- The dissertation has several stylistic flaws and misapplied terminology;
- On page 116, it is more accurate to state "correlation analysis" instead of "correlation." To ensure a comprehensive explanation, the potential for Pearson's linear correlation coefficient to equal 0 should also be addressed;
- I urge that the PhD student disseminate his scientific findings through international publications, which will enhance visibility and hence increase citations of his work.

The comments and suggestions do not diminish the importance of the results and contributions attained in the dissertation. My overall assessment of the dissertation is favorable—contemporary subject matter, innovative methodology, well-organized structure, and high-quality illustrative content.

## CONCLUSION

Considering the relevance of the issue at hand, the conducted theoretical analyses and experimental research in the dissertation, which independently assess the doctoral candidate's creative contributions and adhere to the legal framework, I assert that the procedure complies with the stipulations of the ZRAS, its application regulations, and the terms and conditions for obtaining scientific degrees at TU-Sofia.

Given the aforementioned, I express my positive assessment of the dissertation and suggest to the prestigious scientific jury the conferral of the educational and scientific degree "doctor" to **M.Sc. Eng. Angel Hristov Krastev** in the field of Technical Sciences, Professional Direction 5.5. Transport, Shipping, and Aviation, with a scientific specialty in "Cars, Tractors, and Trucks".

Ruse, 03.10.2024

Compiled by: .....

/prof. Dr. Eng. V. Pencheva/