

РЕЦЕНЗИЯ

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

Автор на дисертационния труд: **Маг. инж. Хрисимир Христов Дочев**

Тема на дисертационния труд: **Динамика на горските пожари**

Член на научното жури: **проф. д-р инж. Милчо Стоянов Ангелов**

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

Последните години настъпи рязка промяна на климата, която доведе до изключително увеличаване на възможностите за възникване и развитие на горските пожари. Изучаването на механизма за възникване на горските пожари е актуална задача, която може да доведе до предотвратяване и ограничаване на развитието им. Актуалността на работата се определя от много голямата опасност от горски пожари за България, поради естеството на горите. Анализирани и изследвани на пожарната обстановка в горските масиви в България води до повишаване на превенцията от горските пожари и организацията на тяхното гасене.

Целта на дисертацията и решаване на отделни задачи отговарят на високото ниво на актуалността на проблема относно комплексното изучаване и анализ на съвременното състояние на пожарната обстановка и на системата за управление на пожарите, включваща превенция и гасене.

2. Степен на познаване състоянието на проблема.

Дисертационният труд се състои от увод, анализ на съвременното състояние на проблема, пет глави, научно-приложни и приложни приноси и пет приложения. Текстът на дисертацията е изложен в 225 стр. и включва 41 фигури и 120 фигури в приложенията, 18 таблици, 11 формули и 123 литературни източника на български, английски и интернет страници.

В направения преглед и анализ на известната литература по задачите на работата, докторантът показва дълбоки знания в областта на проблемите относно причините за възникване и динамиката на горските пожари.

Проучването на горските пожари, тяхната цикличност по месеци и часове на деня е извършено за период от 1980 до 2023 г. включително. Дефинирани са пиковите моменти за възникване на пожарите по месеци и часове.

Докторантът прави сравнителен анализ на данни за период от 43 години от различни източници, като Годишен доклад на ИАГ-2023, Изпълнителна агенция на

горите, Националният статистически институт и други институции, включително неправителствени такива.

Докторантът познава и използва методика за отчитане на горските пожари в България и на Европейската информационна система за горски пожари (EEFFS) с цел хармонизиране на резултатите.

Докторантът показва висока степен на познаване на проблема, като прави критичен анализ на литературните източници, посочва конкретните мероприятия за подобряване на превенцията на пожарната обстановка в горите на България. Всичко това показва, че докторантът познава добре съвременните изследвания в европейската и българска нормативна база, свързана с разработваната дисертация.

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

Методиката на изследване е изяснена добре, като включва както статистическа обработка на данни за голям период от време, оценка и прогноза, така и експериментални изследвания, математическа обработка на получените резултати, инженерно моделиране и нормативен анализ. Методиката отговаря на класическата структура на дисертационно изследване в областта на техническите науки.

Докторантът анализира налични данни за възникнали горски пожари по години, като представя резултатите графично и таблично. Според мен методиката за изследване съответства на поставените задачи и дава ясна представа за измененията на горските пожари по години и месеци. Дефинирани са отделни периоди и подпериоди с цел сравнителен анализ за времето и интензивността на горските пожари преди и след влизане в сила на Закона за горите през март 2011. Данните за опожарените площи по видове гори и периоди за времето от 1995-2023 г. дават възможност за количествено сравнение на средноопожарената площ от един пожар.

Експерименталните изследвания допълват липсващите данни относно възникването и развитието на горските пожари. Избраната методика е правилна и съответства на целта и изпълнение на задачите на дисертационния труд. Извършени са голям брой измервания за определяне на параметрите на горене в изпитвателния калориметър, като данните са подавани и записвани на съответните устройства.

Оценявам, че методите, избрани от автора дават верен отговор на поставените задачи в дисертационния труд. **Задачите, които са решени успешно в дисертационния труд са:**

1. Чрез провеждане на изследвания в лабораторни условия, да се определи поведението при запалване и горене на иглолистна и широколистна горска постилка;

2. След извършване анализ на резултатите от проведения експеримент, да се предложи метод за обемно (масово) експериментално определяне на линейната скорост на разпространение на горски пожар от различен по вид горски постилки;

3. Да се извърши анализ на пожарната обстановка в горите на България в края на 20 и началото на 21 век и се оцени състоянието и ефективността на системата за превенция и реакция при възникването на горски пожари;

4. Да се извърши анализ на нормативната уредба, регламентираща превенцията и гасенето на горски пожари в България и се предложат мерки за нейното подобряване.

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

Наличните данни за брой, вид и причини за възникване на пожарите може да се считат за достоверни, т.к. са взети от официално съществуващите официалната база данни на Автоматизирана информационна система (БД АИС) „Произшествия“ на ГДПБЗН-МВР, Агенцията по горите и Националния статистически институт.

Основната част от разработката са експерименталните изследвания. С цел изучаване на възникване на горските пожари са проведени серия от експериментални изследвания относно запалването на еднородни и нееднородни горски горивни пластове. За целта е проектиран, изработен и апаратно оборудван стенд за изследване. Експериментите са планирани и проведени правилно. Проведени са при спазване на всички изисквания за точност на измерванията и брой измервания. Получените резултати са използвани за изучаване на поведението на пожарите при различни случаи на мъртва горска постилка. Този вид изследвания са оригинални за България. Предложеният обемен (масов) метод за определяне на скоростта на разпространение на пожар в изследваните различни видове горски постилки също е новост за България и допълва съществуващите експериментални подходи за анализ на процесите на горене.

Методът е използван от докторанта за практическо, експериментално определяне на линейните скорости на горене на широколистни и иглолистни постилки. Получени са количествени зависимости на линейните скорости на горене на иглолистни и широколистни постилки в зависимост от влагосъдържанието и началната им температура.

Дефинирането на пожарния риск в горските масиви чрез използване на наличните метеоданни е с широка област на приложение. Определянето на индексите на месечната и денонощна сезонност на възникване на горски пожари в България е

много добър резултат. Получените резултати са ръководни за практическо планиране на превантивни мероприятия и ресурсно осигуряване на противопожарните служби.

Извършен е сравнителен анализ на динамиката на горенето и едновременните измервания на обратното разсейване с UHF радар както за широколистна, така и за иглолистна мъртва горска постилка при контролирани лабораторни условия.

Като краен резултат от изследването е предложена многослойна комуникационна архитектура, която е валидирана чрез мрежова симулация. Симулацията е конфигурирана на терен на планината Рила и проведена при определен оперативен сценарий, предназначен за тестване. Като резултат на мрежовите симулации следва да се отчете значителното намаление на средното време за реакция до 14 минути, спрямо 32 минути на настоящите системи (56% намаление.)

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

Приемам претенциите на дисертанта посочени като **научно-приложни и приложни приноси**. В края на отделните глави от дисертацията авторът обобщава представените материали и прави изводи. Намирам, че направените изводи са вярни и отговарят на полученото в дисертацията. Основните научно приложни и приложни приноси, съдържащи се в разработката могат да се категоризират по следния начин: **Създаване на нови методи на изследване; Доказване с нови средства на съществени нови страни в съществуващи научни проблеми и теории.**

НАУЧНО-ПРИЛОЖНИ ПРИНОСИ

1. Разработена и експериментално апробирана е методика за изследване на процесите на горене при различни видове горска постилка, позволяваща количествено определяне влиянието на влагосъдържанието, температурата и други фактори върху скоростта на разпространение на горенето.

2. Предложен е обемен (масов) метод за определяне скоростта на разпространение на пожар в горска постилка, който представлява оригинално инженерно решение и разширява използваните експериментални подходи при изследване на горските пожари.

3. Установени са зависимости между диелектричните характеристики на горимия материал и вероятността за възникване и развитие на горски пожар, което създава предпоставки за използването им при оценка на пожарната опасност.

4. Демонстрирана е възможността за използване на дистанционни методи, включително SAR технологии, при идентифициране на различни типове горими материали и оценка на риска от възникване на горски пожари.

ПРИЛОЖНИ ПРИНОСИ

1. Извършен е статистически анализ на динамиката на възникване на горските

пожари в България и са определени индексите на месечна и денонощна сезонност, които представляват полезен инструмент за планиране на превантивните дейности и ресурсното осигуряване на противопожарните служби.

2. Разработена е концепция за многослойна архитектура за реагиране при горски пожари, интегрираща безпилотни летателни системи, LTE мрежи, TETRA комуникации и сателитни канали.

3. Предложено е усъвършенстване на организацията по разследване на причините за възникване на горски пожари в България и за актуализиране на нормативната уредба в тази област.

4. Предложено е използването на дистанционни средства за мониторинг на горски пожари.

5. Предложено е организационно усъвършенстване на взаимодействието между отделните институции, имащи отговорности в процеса на управление на горски пожари в България.

Като резултат на разработката е **създадена база данни** от експериментални и статистически резултати, които намират директно приложение при проектиране и реализиране на превенция и гасене на горски пожари.

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

Смятам, че дисертационният труд е лично дело на автора под ръководството на научния ръководител проф. д-р инж. Иван Антонов.

7. Преценка на публикациите по дисертационния труд:

Основни постижения и резултати от дисертационния труд са публикувани в 4 броя научни статии, от които 1 брой е самостоятелна. Всички публикации са по тематиката на докторския труд и са докладвани на международни научни форуми – 18 и 19 International Conference on 'Communications, Electromagnetics and Medical Applications' (CEMA'24) и (CEMA'25). Отпечатани са в Сборник трудове на конференциите и са индексирани в Scopus.

По съдържание, качество и количество съответстват на изискванията на ЗРАСРБ.

8. Използване на резултатите от дисертационния труд в научната и социалната практика.

Като съществен практически резултат от проведените изследвания, чрез прилагане на разработения масов (обемен) метод е експериментално определяне на линейните скорости на горене на широколистни и иглолистни горски постилки.

Получените данни могат да намерят практическо приложение при оценка на пожарния риск в горските масиви, чрез използване на налични метеоданни.

Като практически резултат от дисертационния труд е определянето на индексите на месечната и денонощната сезонност на възникналите в България горски пожари. Получените резултати имат значителна практическа стойност за планиране на превантивните мероприятия и ресурсното осигуряване на противопожарните служби.

9. Оценка на съответствието на автореферата

Авторефератът отразява напълно основните положения от дисертационния труд. Приносите са дефинирани точно и отразени правилно в автореферата. Материалът е богато илюстриран с подходящи фигури и таблица, като номерацията им е запазена от тази в основния текст на дисертацията. Спазени са всички изисквания за съставяне на автореферата.

10. Мнения, препоръки и бележки.

Работата е изложена логично и прецизно. Богато илюстрирана с подходящ графичен и табличен материал. Докторантът се е справил много добре с двете съставни части на докторската работа. Образователната част се демонстрира чрез изучаване и приложение на статистическа обработка, теория на управлението и оптимизационни задачи. Научната част е изпълнена с публикуваните четири научни трудове по дисертацията.

Към работата имам някои **препоръки и бележки**:

- а. Наблюдава се непълно библиографско описание на някои от литературните източници.
- б. Източниците на кирилица не са поставени на точното място по действащия стандарт.
- в. Електронните източници не са цитирани пълно, съгласно действащите стандарти.

11. Заключение

Считам, че представеният дисертационен труд **отговаря** на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България и Правилника на ТУ София. Постигнатите резултати ми дават основание да предложа **да бъде придобита** образователната и научна степен “Доктор”

от маг. инж. Хрисимир Христов Дочев

област на висше образование 5. Технически науки,
професионално направление 5.1. Машинно инженерство
по докторска програма „Механика на флуидите“

Дата: 18.09.2026

ЧЛЕН НА ЖУРИТО:

/проф. д-р инж. Милчо Ангелов/

REVIEW

on the dissertation for the acquisition of the educational and scientific degree "Doctor"

Author of the dissertation: **Mag. Eng. Hrisimir Hristov Dochev**

Topic of the dissertation: **Dynamics of forest fires**

Member of the scientific jury: **Prof. Dr. Eng. Milcho Stoyanov Angelov**

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

In recent years, there has been a sharp change in the climate, which has led to an exceptional increase in the possibilities for the occurrence and development of forest fires. Studying the mechanism for the occurrence of forest fires is a topical task that can lead to the prevention and limitation of their development. The relevance of the work is determined by the very high danger of forest fires for Bulgaria, due to the nature of the forests. Analyzing and studying the fire situation in forest areas in Bulgaria leads to an increase in the prevention of forest fires and the organization of their extinguishing. The purpose of the dissertation and the solution of individual tasks correspond to the high level of relevance of the problem regarding the complex study and analysis of the current state of the fire situation and the fire management system, including prevention and extinguishing.

2. Degree of knowledge of the state of the problem.

The dissertation work consists of an introduction, analysis of the current state of the problem, five chapters, scientific and applied and applied contributions and five appendices. The text of the dissertation is presented in 225 pages and includes 41 figures and 120 figures in the appendices, 18 tables, 11 formulas 123 literary sources in Bulgarian, English and Internet pages. In the review and analysis of the known literature on the tasks of the work, the doctoral student shows deep knowledge in the field of problems regarding the causes of occurrence and dynamics of forest fires. The study of forest fires, their cyclicity by months and hours of the day was carried out for the period from 1980 to 2023 inclusive. The peak moments for the occurrence of fires by months and hours were defined. The doctoral student makes a comparative analysis of data for a period of 43 years from various sources, such as the Annual Report of the EAG-2023, the Executive Agency of Forests, the National Statistical Institute and other institutions, including non-governmental ones. The doctoral student knows and uses the methodology for reporting forest fires in Bulgaria and the European Forest Fire Information System (EEFFS) in order to harmonize the results. The doctoral student shows a high degree of knowledge of the problem by making a critical analysis of the literary sources, indicating the specific measures to improve the prevention of the fire situation in the forests of Bulgaria. All this shows that the doctoral student is well acquainted with modern research in the European and Bulgarian regulatory framework related to the dissertation being developed.

3. Compliance of the selected research methodology with the set goal and tasks of the dissertation.

The research methodology is well explained, including both statistical data processing for a large period of time, assessment and forecast, as well as experimental research, mathematical processing of the obtained results, engineering modeling and normative analysis. The methodology corresponds to the classical structure of a dissertation research in the field of technical sciences. The doctoral student analyzes available data on forest fires that have occurred by year, presenting the results graphically and in tables. In my opinion, the research methodology corresponds to the set tasks and gives a clear idea of the changes in forest fires by year and month. Separate periods and subperiods are defined for the purpose of comparative analysis of the time and intensity of forest fires before and after the entry into force of the Forest Act in March 2011. Data on burned areas by forest types and periods for the period from 1995-2023 allow for a quantitative comparison of the average burned area from one fire. Experimental studies supplement the missing data on the occurrence and development of forest fires. The chosen methodology is correct and corresponds to the purpose and implementation of the tasks of the dissertation. A large number of measurements have been carried out to determine the combustion parameters in the test calorimeter, and the data have been submitted and recorded on the relevant devices. I assess that the methods chosen by the author provide a correct answer to the tasks set in the dissertation. **The tasks that have been successfully solved in the dissertation are:**

1. By conducting research in laboratory conditions, to determine the behavior during ignition and combustion of coniferous and deciduous forest litter;
2. After analyzing the results of the experiment, to propose a method for volumetric (mass) experimental determination of the linear rate of spread of forest fire from different types of forest litter;
3. To analyze the fire situation in the forests of Bulgaria at the end of the 20th and beginning of the 21st century and to assess the state and effectiveness of the system for prevention and response to the occurrence of forest fires;
4. To analyze the regulatory framework regulating the prevention and extinguishing of forest fires in Bulgaria and to propose measures for its improvement.

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 available data on the number, type and causes of fires can be considered reliable, since they are taken from the officially existing official database of the Automated Information System (AIS) "Accidents" of the GDPBZN-MVR, the Forestry Agency and the National Statistical Institute. The main part of the development is the experimental research. In order to study the occurrence of

forest fires, a series of experimental research was conducted on the ignition of uniform and non-uniform forest fuel layers. For this purpose, a research stand was designed, manufactured and equipped with equipment. The experiments were planned and conducted correctly. They were conducted in compliance with all requirements for accuracy of measurements and number of measurements. The results obtained were used to study the behavior of fires in different cases of dead forest litter. This type of research is original for Bulgaria. The proposed volumetric (mass) method for determining the rate of fire spread in the studied different types of forest litter is also new for Bulgaria and complements the existing experimental approaches for analyzing combustion processes. The method was used by the doctoral student for practical, experimental determination of the linear burning rates of deciduous and coniferous litter. Quantitative dependences of the linear burning rates of coniferous and deciduous litter depending on their moisture content and initial temperature were obtained. Defining fire risk in forest massifs by using available meteorological data has a wide area of application. Determining the indices of monthly and daily seasonality of forest fire occurrence in Bulgaria is a very good result. The obtained results are guiding for practical planning of preventive measures and resource provision of fire services. A comparative analysis of the combustion dynamics and simultaneous backscatter measurements with UHF radar for both broadleaf and coniferous dead forest litter under controlled laboratory conditions was performed. As a final result of the study, a multilayer communication architecture was proposed, which was validated through network simulation. The simulation was configured on the terrain of the Rila Mountain and conducted under a certain operational scenario intended for testing. As a result of the network simulations, a significant reduction in the average response time to 14 minutes should be noted, compared to 32 minutes of the current systems (56% reduction.)

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

I accept the claims of the dissertation candidate indicated as applied scientific and applied contributions. At the end of the individual chapters of the dissertation, the author summarizes the presented materials and draws conclusions. I find that the conclusions drawn are correct and correspond to what was obtained in the dissertation. The main scientific and applied contributions contained in the work can be categorized as follows: Creation of new research methods; Proving with new means of significant new aspects in existing scientific problems and theories.

SCIENTIFIC AND APPLIED CONTRIBUTIONS

1. A methodology for studying combustion processes in different types of forest litter has been developed and experimentally tested, allowing for quantitative determination of the influence of moisture content, temperature and other factors on the rate of combustion spread.

2. A volumetric (mass) method for determining the rate of fire spread in forest litter has been proposed, which represents an original engineering solution and expands the experimental approaches used in the study of forest fires.

3. Dependencies between the dielectric characteristics of the combustible material and the probability of occurrence and development of a forest fire have been established, which creates prerequisites for their use in assessing fire danger.

4. The possibility of using remote sensing methods, including SAR technologies, in identifying different types of combustible materials and assessing the risk of forest fires has been demonstrated.

APPLIED CONTRIBUTIONS

1. A statistical analysis of the dynamics of forest fires in Bulgaria has been carried out and monthly and daily seasonality indices have been determined, which represent a useful tool for planning preventive activities and resource provision of fire services.

2. A concept for a multilayer architecture for responding to forest fires has been developed, integrating unmanned aerial systems, LTE networks, TETRA communications and satellite channels.

3. An improvement of the organization for investigating the causes of forest fires in Bulgaria and for updating the regulatory framework in this area has been proposed.

4. The use of remote means for monitoring forest fires has been proposed.

5. An organizational improvement of the interaction between the individual institutions with responsibilities in the process of forest fire management in Bulgaria has been proposed. As a result of the development, **a database of experimental and statistical results has been created**, which are directly applicable in the design and implementation of forest fire prevention and extinguishing.

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

I believe that the dissertation is the personal work of the author under the supervision of the scientific supervisor, Prof. Dr. Eng. Ivan Antonov.

7. Assessment of the publications on the dissertation:

Main achievements and results of the dissertation have been published in 4 scientific articles, of which 1 is independent. All publications are on the topic of the doctoral thesis and have been reported at international scientific forums - 18 and 19 International Conference on 'Communications, Electromagnetics and Medical Applications' (CEMA'24) and (CEMA'25). They have been printed in the Proceedings of the conferences and are indexed in Scopus. In content, quality and quantity, they comply with the requirements of the Bulgarian Law on the Prevention and Control of Forest Fires.

8. Use of the results of the dissertation work in scientific and social practice. As a significant practical result of the conducted research, by applying the developed mass (volumetric) method, is the experimental determination of the linear burning rates of deciduous and coniferous forest litter. The data obtained can find practical application in assessing fire risk in forest areas, by using available meteorological data. As a practical result of the dissertation work is the determination of the indices of the monthly and daily seasonality of forest fires that occurred in Bulgaria. The results obtained have significant practical value for planning preventive measures and resource provision of fire services.

9. Assessment of the conformity of the abstract The abstract fully reflects the main points of the dissertation work. The contributions are defined accurately and reflected correctly in the abstract. The material is richly illustrated with appropriate figures and a table, and their numbering is preserved from that in the main text of the dissertation. All requirements for compiling the abstract have been met.

10. Opinions, recommendations and notes.

The work is presented logically and precisely. Richly illustrated with appropriate graphic and tabular material. The doctoral student has coped very well with the two components of the doctoral work. The educational part is demonstrated through the study and application of statistical processing, control theory and optimization problems. The scientific part is fulfilled with the four published scientific works on the dissertation. I have some **recommendations and notes** for the work:

- a. An incomplete bibliographic description of some of the literary sources is observed.
- b. The sources in Cyrillic are not placed in the correct place according to the current standard.
- c. The electronic sources are not cited fully, according to the current standards.

11. Conclusion

I believe that the presented dissertation **meets the requirements** of the Act on the Development of Academic Staff in the Republic of Bulgaria and the Regulations of the Technical University of Sofia. The achieved results give me reason to propose that the educational and scientific degree “Doctor” **be acquired**

by mag. eng. Hrisimir Hristov Dochev

field of higher education 5. Technical Sciences,
professional field 5.1. Mechanical Engineering
under the doctoral program “**Fluid Mechanics**”

Date: 18.09.2026

MEMBER OF THE JURY:

/prof. d-r. eng. Milcho Angelov/