



## СТАНОВИЩЕ

върху дисертационен труд за придобиване на образователната и научна степен „доктор“

Професионално направление: 5.1 Машинно инженерство

Научна специалност: Автоматизирани системи за обработка на информация и управление

Автор на дисертационния труд: маг. инж. Деница Ивелинова Иванова Мутафчиева

Тема на дисертационния труд: „Изследване на възможностите за разработване на персонални защитни очила с интегрирана функция за ултравиолетово (UV-C) стерилизиране на вдишания въздух“

Член на научното жури: проф. д-р инж. Юлияна Яворова Георгиева, ХТМУ-София

Представеният дисертационен труд е оформен в 7 глави и обем от 149 страници, съдържа 83 фигури и 9 таблици. Включва справка за приносите, списъци на използваната литература, на публикациите по дисертацията, фигурите и таблиците. По дисертацията са представени 4 публикации, като една от тях е в издание, реферирано в Scopus.

**1. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем в научно и научноприложно отношение. Степен и нива на актуалността на проблема и конкретните задачи, разработени в дисертацията.**

Разработваният в дисертационния труд проблем е в областта на превенцията и свеждането до минимум на въздействието на пандемията от инфекциозни заболявания върху хората и националните здравни системи, както и в други кризисни ситуации, чрез изследване на възможностите за създаване на ново поколение технология за активна лична защита.

Актуалността на проблема е безспорна при защитните средства за глава, като тук се открояват очилата с интегрирана маска, осигуряваща посредством ултравиолетово (UV-C) стерилизиране активното неутрализиране и дезинфекция на вдишания и издишания въздух с ефективност над 99%. В областта се работи активно в целия свят по време на пандемията от COVID-19, но значимостта на изследването е голяма и извън пандемичната ситуация, като същевременно открива и нови сфери на изследвания, свързани с възможността за активно предпазване и превенция в борбата с вирусни и бактериални заплахи (включително биологични оръжия, бедствия и аварии и др.).

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

В рамките на дисертационния труд са цитирани общо 115 литературни източника, преобладаващо публикувани след 2015 година. В литературното проучване са разгледани спектралните характеристики на ултравиолетовите лъчи, проучени и анализирани са различни стратегии за дезинфекция, показана е необходимостта от използването на лични предпазни средства, описани са изискванията към личните предпазни средства. Представени са и методите за виртуално и физическо прототипиране. Литературният обзор завършва с



конкретни изводи, от които следват логично точна формулировка на целта и задачите на дисертационния труд.

Общото ми впечатление от литературното проучване е, че докторантът познава добре изследваната материя, борава компетентно с литературните факти и има много добро познаване на състоянието на проблема. Самата литературна справка е достатъчно пълна и осигурява необходимата обзорна осигуреност на изследванията.

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

Считам, че избраната методика на научните изследвания е подходяща за поставената цел и задачи на дисертационния труд и позволява доказването на постигнатите резултати.

### **4. Научни и/или научноприложни приноси на дисертационния труд.**

Приемам предложените от автора научно-приложни и приложни приноси на дисертационния труд.

Научно-приложни приноси: • Надградена е методология за развитие на нов продукт с фокус на ергономията: Дефиниране/Идейна фаза – Виртуален Прототип/Презентация на Виртуален Прототип – Материализация и Физически тест и е доказано, че се подобрява отчитането на ергономичните фактори и изисквания; • Предложена и тримерно вариантно е моделирана иновативна концепция за предпазна маска (защитена с полезен модел) с интегрирана система за стерилизация и възможност за интеграция на неделими предпазни очила; • Изследвани са вариантни концепции на системата за стерилизация чрез валидации на всяка генерична концепция и след стъпково модифициране на части от компонентите е достигнато до оптимизирано унифицирано решение; • Доказан чрез мултифизична симулация е оптимален път на въздушните потоци през корпуса на маската постигащ ниво на максимална експозиция на UV-C LED светлината за третиране на преминаващия поток и е потвърдена висока ефективност на стерилизация чрез постигнатата експозиция; • Разработен е антропометричен модел на топологията на мъжката и женската форма на главата и е установено, че е възможно да се унифицира с определена девиация форма на женски скалп с модел на мъжка форма или обратно; • Доказано е, че моделът на антропометричната форма позволява намиране на “компромисна еластична” контактна форма на маската между различните популации – много важна основа за създаване на “унисекс” и “унисайз” еластична система на маската.

Приложни приноси: • Предложена е оптимална селекция на материал за основата на маската с възможности за дезинфекция и стерилизация, с добра еластичност и устойчивост, както и за прилагането на покритие или добавки с антибактериален ефект за подобряване на биосъвместимостта; • Обоснована е хипотеза за използване на безфилтърни системи с максимално ниско съпротивление на проходимост на обема въздух при вдишване и издишване; • Изградена е детайлна 3D геометрична концепция за UV-C LED модула с оптимално интегрирана контролна платка на модула с изводи за зареждане и херметизирано включване/изключване и индикатор за заряда на батерията; • Изследван в резултат на симулациите е доказан оптимален път на въздушните потоци през корпуса на маската за постигане на максимална експозиция на UV-C LED светлината за третиране на преминаващия поток; • Чрез числени симулации с валидираната проточна част е определена радиационната експозиция от минимум  $47,88 \text{ J/mm}^2$  за целия обем, което е по-високо от посочените в литературата изисквания за UVGI за постигане на LD90 (между 20 и  $37 \text{ J/mm}^2$ ) за SARS-CoV-2 и други корона и грипни вируси; • Чрез финален дизайн на маската,



изработена със серийна технология е проведена анкета с потребители и са доказани планираните ергономични показатели (удобство на поставяне, носене, обзор и силово натоварване).

**5. 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.**

По темата на дисертацията докторантката има 4 публикации, от които една е самостоятелна, а в останалите е първи автор. Една от публикациите е в издание, реферирано в Scopus. Представени са данни за две цитирания на публикациите. Считам, че количеството на публикациите е достатъчно за придобиване на ОНС "доктор" и представя в голяма степен процеса на работа и постигнатите резултати. Наукометричните показатели надвишават изискуемите такива за ПН 5.1.

**6. Мнения, препоръки и бележки.**

Дисертационният труд свидетелства за познаване на предметната област от автора и дава възможност за развитие на постигнатите резултати и практическото им приложение.

Позволявам си да отбележа, че научноприложните приноси не са записани абсолютно идентично в дисертацията и в автореферата, което вероятно е технически пропуск.

Изказаната бележка в никакъв случай не омаловажава постигнатите в дисертационния труд резултати и приноси. Цялостното ми мнение за дисертационния труд е положително - актуална тематика, оригинален подход, добре структурирана работа с високо качество на илюстративния материал.

**7. Заключение с ясна положителна или отрицателна оценка на дисертационния труд.**

Крайната ми оценка относно съдържанието и приносите на дисертационния труд е положителна. Считам, че представеният дисертационен труд отговаря на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България, на Правилника за неговото приложение, както и на изискванията за придобиване на образователната и научна степен „доктор“ в Технически Университет - София.

Гореизложеното ми дава основание да препоръчам на уважаемото Научно жури да присъди образователната и научна степен „доктор“ на **маг. инж. Деница Ивелинова Иванова Мутафчиева** в научна област 5. Технически науки, професионално направление 5.1. Машинно инженерство, научна специалност “Автоматизирани системи за обработка на информация и управление”.

София, 23.03.2025 г.

ЧЛЕН НА ЖУРИТО:

/проф. д-р инж. Юлияна Яворова/





## OPINION

of a dissertation for awarding the educational and scientific degree "Doctor"

Scientific area: 5. Technical sciences

Professional field: 5.1. Mechanical Engineering

Scientific specialty: "Automated Systems for Information Processing and Control"

Author: M.Sc. Eng. Denitsa Ivelinova Ivanova-Mutafchieva

Dissertation topic: "Investigation on the possibilities for development personal protective glasses with an integrated function for ultraviolet (UV-C) sterilization of inhaled air"

Member of the scientific jury: Prof. Dr. Eng. Juliana Javorova Georgieva, UCTM Sofia

The presented dissertation is structured in 7 chapters and has a volume of 149 pages, contains 83 figures and 9 tables. It includes a reference list, lists of used literature, publications on the dissertation, figures and tables. 4 publications related to the dissertation are presented, as one of them is in an edition referenced in Scopus.

### **1. Relevance of the problem developed in the dissertation in scientific and scientific-applied terms.**

The problem developed in the dissertation is in the field of prevention and minimizing the impact of infectious disease pandemics on people and national healthcare systems, as well as in other crisis situations, by exploring the possibilities for creating a new generation of active personal protection technology.

The relevance of the problem is undeniable in head protection equipment and in particular through glasses with an integrated mask, providing, through ultraviolet (UV-C) sterilization, the active neutralization and disinfection of inhaled and exhaled air with an efficiency of over 99%. The field is being actively worked on worldwide during the COVID-19 pandemic, but the significance of the research is great beyond the pandemic situation, while also opening up new areas of research related to the possibility of active protection and prevention in the fight against viral and bacterial threats (including biological weapons, disasters and accidents, etc.).

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

A total of 115 literary sources are cited within the dissertation, predominantly published after 2015. The literature review examines the spectral characteristics of ultraviolet rays, studies and analyzes various disinfection strategies, demonstrates the need for the use of personal protective equipment, describes the requirements for personal protective equipment. Methods for virtual and physical prototyping are also presented. The literature review ends with conclusions, from which logically follow a precise formulation of the purpose and tasks of the dissertation.

My general impression of the literature survey is that the PhD student knows the researched matter well, handles literary facts competently and has a good knowledge of the state of the problem. The literature review itself is sufficiently complete and provides the necessary overview of the research.



### **3. Correspondence of the chosen research methodology and the set goal and tasks of the dissertation with the achieved contributions.**

I believe that the chosen methodology of the scientific research is suitable for the set goal and tasks of the dissertation and allows the proof of the achieved results.

### **4. Scientific and/or scientific-applied contributions of the dissertation work**

I accept the scientific and applied contributions of the dissertation work proposed by the author.

Scientific-applied contributions: • It has been upgraded a methodology for developing a new product with a focus on ergonomics: Definition/Idea Phase - Virtual Prototype/Presentation of Virtual Prototype - Materialization and Physical Test. It has been proven an improvement at the consideration of ergonomic factors and requirements; • An innovative concept for a protective mask (protected by a utility model) with an integrated sterilization system and the possibility of integrating integral safety glasses has been proposed and modeled in three dimensions; • An optimized unified solution was reached through investigation of variant concepts of the sterilization system were d through validations of each generic concept and after step-by-step modification of parts of the components; • Proven through multi-physics simulation is an optimal airflow path through the mask body achieving a level of maximum exposure to UV-C LED light for treatment of the passing flow and high sterilization efficiency has been confirmed through the achieved exposure; • An anthropometric model of the topology of the male and female head shape has been developed and it has been established that it is possible to unify, with a certain deviation, the shape of a female scalp with a model of a male shape or vice versa; • It has been proven that the anthropometric shape model allows finding a "compromise elastic" contact shape of the mask between different populations -a very important basis for creating a "unisex" and "unisex" elastic mask system.

Applied contributions: • It is proposed an optimal selection of material for the base of the mask with disinfection and sterilization capabilities, with good elasticity and resistance, as well as for the application of a coating or additives with an antibacterial effect to improve biocompatibility; • It is substantiated a hypothesis for the use of filter less systems with the lowest possible resistance to the passage of air volume during inhalation and exhalation; • It is built a detailed 3D geometric concept for a UV-C LED module, with an optimally integrated control board, with hubs for charging and with hermetic on/off, and also a battery charge indicator, which is especially important for planning the possible time spent in infected environments; • It is studied the optimal path of air flows through the mask body through simulations, ensuring treatment of the passing flow with maximum exposure from the UV-C LED source; • Based on the numerical simulations performed with the validated flow part of the UVGI module, the radiation exposure of a minimum of 47.88 J/m<sup>2</sup> for the entire volume was determined, which is higher than the requirements specified in the literature, between 20 and 37 J/m<sup>2</sup>, for SARS-Co V2 and other corona and influenza viruses, to achieve LD90; • Using serial technology, it was developed the final design of the goggles-mask, and a survey was conducted with users, through which the planned ergonomic indicators (convenience of placement, wearing, overview and force load) were proven.

### **5. Assessment of publications on the dissertation work**

On the topic of the dissertation, the doctoral student has 4 publications, one of which 1 is like a single author, and in the others she is the first co-author. One of the publications is in an edition referenced in Scopus. Data for two citations of the publications are presented. I believe that the number of publications is sufficient for acquiring the educational and scientific degree "doctor" and



largely represents the process of work and the results achieved. The scientometric indicators exceed those required for PF 5.1.

#### **6. Comments, recommendations and remarks.**

The dissertation testifies to the author's knowledge of the subject area and provides an opportunity to develop the achieved results and their practical application.

I would like to point out that the applied-scientific contributions are not written absolutely identically in the dissertation and in the abstract, which is probably a technical omission.

The remark mentioned does not in any way affect the significance of the results and contributions achieved in the dissertation work. My overall opinion of the dissertation work is positive - topical subject matter, original approach, well-structured work with high quality of illustrative material.

#### **7. Conclusion with a clear positive or negative assessment of the dissertation work.**

My final assessment regarding the content and contributions of the dissertation work is positive. I consider that the presented dissertation meets the requirements of the Law on the Development of the Academic Staff in the Republic of Bulgaria, the Regulations for its application, as well as the requirements for obtaining the educational and scientific degree "Doctor" at TU - Sofia.

The above gives me reason to recommend to the respected Scientific Jury to award the educational and scientific degree "**Doctor**" to M.Sc. Eng. **Denitsa Ivelinova Ivanova-Mutafchieva** in Scientific area 5. Technical sciences, Professional field 5.1. Mechanical Engineering, Scientific specialty "Automated Systems for Information Processing and Control".

Sofia, 23.03.2025

JURY MEMBER:

/ Prof. Dr. Eng. Juliana Javorova/