



## РЕЦЕНЗИЯ

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

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“.

Рецензент: проф. д-р Ангел Великов – ИМСТЦХА-БАН

### **1. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем в научно и научно-приложно отношение.**

Това изследване е в областта на превенцията и свеждането до минимум на въздействието на пандемии 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. Тази област е изключително актуална при защитните средства за глава и по-специално чрез очила с интегрирана маска за активно неутрализиране и дезинфекция на вдишания/издишвания въздух с висока степен на защита над 99% ефективност. В областта се работи активно в целия свят, включително и в Технически университет-София като изследователски екип патентова първите в България сертифицирани защитни средства от пасивен вид, тип медицински очила и шлем.

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

Литературното проучване обхваща 44 страници. Литературните източници, които докторантката използва (115 на брой), са главно по темата на дисертацията, а именно:

Проучени са характеристиките на UV светлина и е установено, че структурата на РНК / ДНК на микроорганизмите е най-чувствителна при дължина на вълната от 265 nm и при нея се постига максимален гермициден ефект; Проучени са стратегиите за дезинфекция с UV светлина и е установено, че технологията се прилага за насочена дезинфекция на повърхности или във фиксирани въздуховоди на обществени заведения; Установено е, че предпазните очила в комбинация с маска ефективно спомагат за предотвратяване на



заразяването с вируси и бактерии, но с подобряване на филтриращите способности на маските се затруднява дишането на потребителя, което води до недостатъчно кислород за организма, замаяност и дезориентация; Проучени са съвременните изисквания, на които трябва да отговарят личните предпазни средства и е установено, че очилата трябва да се разделят от маската и да не споделят общ обем въздух, защото издишаният въздух е богат на влага и би предизвикал запотяване на очилата и потенциална загуба на видимост. Установено е, че е възможно създаването на нови еволюции на защитни очила-маска за активно пречистване на въздуха, приложими в условията на инфектирани среди от биологични оръжия и инфекции с животозастрашаваща опасност; Идентифициран е потенциала за разработване на персонални защитни очила, в които за стерилизация на вдишвания въздух се интегрира маска с UV-C LED технологията. Така потребителя не би изпитвал затруднение при дишане. Поради това си качество, разработването на такъв продукт би било изключително актуална и представляваща световна иновация тема, при защитните средства с висока степен на защита от патогени във вдишания/издишвания въздух . Същевременно, в литературата не са открити метод и средства позволяващи проектиране и валидиране на очила с интегрирана маска с UV-C активно неутрализиране и дезинфекция на вдишания/издишвания въздух.

В литературните източници не са включени публикациите по дисертацията.

Литературният обзор завършва с изводи и точно формулиране на целите и задачите на дисертацията.

Общото ми впечатление от литературната справка е, че докторантът познава добре изследваната материя и борава много компетентно с литературните факти. Самата литературна справка е достатъчно пълна и осигурява добра обзорна осигуреност на изследванията.

### **3. Избраната методика на изследване може ли да даде отговор на поставената цел и задачи на дисертационния труд.**

Докторантът е използвал както класически така и съвременни методи за получаване (изработване) и изследване.

За решаване на част от поставените задачи докторантката е използвала оригинални (уникални) стендове и апаратури

Считам, че използваните методики, стендове и апаратури дават верен отговор на поставените задачи.

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



Използваните апаратура и експериментална екипировка, проведените изследвания и режими на изпитания, по своята същност и начин на третиране, включват оригинални решения за получаване на защитни маски. Достоверността на получените резултати, с които са свързани приносите на дисертационния труд, се градят на многобройни изследвания, както и на използваните теоретични и експериментални методи и методики.

### **5. В какво се заключават научните или научно-приложните приноси на дисертационния труд?**

Приемам така формулираните приноси на дисертационния труд:

#### Научно-приложни приноси

1. 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, като типизирана лицева топология и физическа ергономия за усъвършенстване на процесите на разработка и за по добри условия на работа за потребителя и боравенето му с маската;
2. 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;
3. 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;
4. 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;
5. 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;
6. 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

1. 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;
2. Обоснована е хипотеза за използване на безфилтърни системи с максимално ниско съпротивление на проходимост на обема въздух при вдишване и издишване;
  3. 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, което е особено важно за влизане в заразени среди и планиране на възможното време за престои;
  4. 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;
  5. Въз основа на извършените числени симулации с валидираната проточна част е определена радиационната експозиция от минимум  $47,88 \text{ J/m}^2$  за целия обем, което е по-високо от посочените в литературата изисквания за UVGI за постигане на LD90 (между  $20$  и  $37 \text{ J/m}^2$ ) за SARS-CoV-2 и други корона и грипни вируси;
  6. Експериментално е тествано присъединяване на двете части на корпуса без крепежни компоненти за висока функционалност и стерилизация при необходимост – постигнато е удобство при почистване, като е осигурено бързо и лесно разглобяване на системата;
  7. 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);
  8. Предложена е иновативна концепция на хранване с включен светлинен мониторинг на оставащия заряд и с лесна и бърза замяна на батерията без инструменти, което е критично важно в експлоатационни условия на заразена среда.

#### **6. Може ли да се оцени в каква степен дисертационния труд и приносите представляват лично дело на дисертанта?**

От всички 4 научни публикации на докторантката, една е самостоятелна, а в другите е на първо място, което говори, че приносите в дисертацията са основно нейна заслуга.

Не са посочени данни за цитирания от дисертанта.

#### **7. Преценка на публикациите по дисертационния труд**

Основните резултати от изследванията са докладвани и публикувани в следните научни форуми и издания:



## В РЕФЕРИРАНИ ИЗДАНИЯ

1. Ivanova, D., Sofronov, Y., “UV based innovative solution for individual protection against bacterial and viral infections”, DOI: 10.1109/InfoTech58664, 2023, 2023 International Conference on Information Technologies (InfoTech), 20-21 May 2023
2. Ivanova, D., “Cooling of high power UVC LED used in active air disinfection for personal protective equipment”, DOI: 10.47978/TUS.2024.74.04.002, 2025 Proceedings of Technical University of Sofia, ISSN 1311-0829

## В SCOPUS

3. Ivanova, D., Zagorski, M., Sofronov, Y., Dimova, K., “Investigation of different FDM/FFF 3D printing methods for improving the surface quality of 3D printed parts”, AIP Conference Proceeding, vol. 2449, № 1, 060001, DOI: 10.1063/5.0090805, 2022. – 10th International Scientific Conference “TechSys 2021 – Engineering, Technologies and Systems”, 27 – 29 май 2021
4. Ivanova-Mutafchieva, D., Sofronov, Y., Zlatev, B., Kamberov, K., Semkov, M., Todorov, T., “Determination of UV Intensity and radiation dose from an LED for Active Air Purification for Personal Protective Equipment”, Proceedings of the Technical University of Sofia, DOI: 10.47978/TUS.2024.74.04.002

### **8. Авторефератът направен ли е съгласно изискванията, правилно ли отразява основните положения и научните приноси на дисертационния труд?**

Авторефератът е оформен съгласно изискванията , като достатъчно пълно и точно отразява резултатите, основните приноси и публикациите по нея.

### **9. Критични бележки**

Критични бележки, които да поставят под съмнение достоверността на отбелязаните резултати и приноси от проведените изследвания, нямам.

Имам следната препоръка:

Добре би било да се търси максимална приложност на получените маски.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На базата на всичко казано до тук считам, че представеният ми за рецензиране дисертационен труд **„Изследване на възможностите за разработване на персонални защитни очила с интегрирана функция за ултравиолетово (UV-C) стерилизиране на вдишания въздух”** за присъждане на образователна и научна степен „доктор“ в област в област 5. Технически науки, професионално направление 5.1. Машинно инженерство, докторска програма „Автоматизирани



системи за обработка на информация и управление“, отговаря на изискванията на ЗРАСРБ и правилниците за неговото приложение и предлагам да се присъди на **маг. инж. Деница Ивелинова Иванова-Мутафчиева** образователната и научна степен "доктор".

София,  
12. 03. 2025 год.

Изготвил: .....  
(проф. д-р А. Великов)





## REVIEW

on a dissertation work

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

Author of the dissertation: Master of Science (MSc) Denitsa Ivelinova Ivanova-Mutafchieva

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

Reviewer: Prof. PhD Eng. Angel Marinov Velikov, IMSETCHA - BAS

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

This research is in the field of prevention and minimizing the impact of infectious disease pandemics on people and national health systems, as well as in other crisis situations, by studying the possibilities for creating a new generation of technology for active personal protection. This area is extremely relevant in head protection equipment and in particular through glasses with an integrated mask for active neutralization and disinfection of inhaled/exhaled air with a high degree of protection over 99% efficiency. In this area is actively worked throughout the world, including at the Technical University-Sofia, as a research team patented the first passive protective aid, certified in Bulgaria - medical glasses and a helmet.

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

The literary study covers 44 pages. The literary sources that the doctoral student uses (115 in number) are mainly on the topic of the dissertation, namely:

The characteristics of UV light have been studied and it has been established that the structure of the RNA / DNA of microorganisms is most sensitive at a wavelength of 265 nm and a maximum germicidal effect is achieved with it; Strategies for disinfection with UV light have been studied and it has been established that the technology is applied for directed disinfection of surfaces or in fixed air ducts of public institutions; It has been established that protective glasses in combination with a mask effectively help for the prevention of infection with viruses and bacteria, but with improving the filtering capabilities of the masks, the user's breathing becomes more difficult, which leads to insufficient oxygen for the body, dizziness and disorientation.

The contemporary requirements that personal protective equipment must meet have been studied and it has been established that the glasses should be separated from



the mask and not share a common volume of air, because the exhaled air is rich in moisture and would cause fogging of the glasses and potential loss of visibility. It has been established that it is possible to create new generation of protective glasses-masks for active air purification, applicable in conditions of contagion from biological weapons and life-threatening infections

The potential for the development of personal protective glasses, in which a mask with UV-C LED technology is integrated for the sterilization of inhaled air, has been identified. Thus, the user would not experience difficulty in breathing. Due to this quality, the development of such a product would be an extremely relevant and global innovation topic in protective aids with a high degree of protection from pathogens in inhaled/exhaled air. At the same time, no method and means have been found in the literature that would allow the design and validation of glasses with an integrated mask with UV-C active neutralization and disinfection of inhaled/exhaled air.

The literature sources do not include publications on the dissertation. The literature review ends with conclusions and a precise formulation of the targets and tasks of the dissertation.

My general impression of the literature review is that the doctoral student knows the researched subject well and handles the literary facts very competently. The literature review itself is sufficiently complete and provides a good overview of the research.

### **3. Can the chosen research methodology provide an answer to the set goal and tasks of the dissertation work?**

The doctoral student has used both classical and modern methods of obtaining (making) and research.

To solve some of the tasks set, the doctoral student has used original (unique) stands and equipment

I believe that the used methodologies, stands and equipment provide a correct answer to the tasks set.

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

The used equipment, including experimental one, the research conducted and test regimes, by their nature and method of treatment, include original solutions for making of protective masks. The reliability of the results obtained, with which the contributions

of the dissertation are related, are based on numerous studies, as well as on the theoretical and experimental methods and methodologies used.



## **5. What are the scientific or scientific-applied contributions of the dissertation?**

I accept the following formulated contributions of the dissertation:

### Scientific and applied contributions:

1. 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, such as typified facial topology and physical ergonomics, for upgrading the processes of development and for better working conditions for the user and his handling of the mask;
2. 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;
3. 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;
4. 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;
5. 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;
6. 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:

1. 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;
2. 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;
3. 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, ;
4. 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;
  5. Based on the numerical simulations performed with the validated flow part of the UVGI module, the radiation exposure of a minimum of  $47.88 \text{ J/m}^2$  for the entire volume was determined, which is higher than the requirements specified in the literature, between  $20$  and  $37 \text{ J/m}^2$ , for SARS-CoV2 and other corona and influenza viruses, to achieve LD90;
  6. It was experimentally tested the connection of the two parts of the housing without fastening components for high functionality and sterilization if necessary by which it is achieved convenience in cleaning through the quick and easy disassembly of the system
  7. 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;
  8. An innovative power supply concept is proposed with included light monitoring of the remaining charge and with easy and quick battery replacement without tools, which is critically important in operating conditions of a contaminated environment.

**6. Can be made an assessed to what extent the dissertation work and contributions represent the personal work of the dissertation candidate?**

Of all 4 scientific publications of the doctoral student, one is independent, and in the others she is on the first place, which indicates that the contributions to the dissertation are mainly her merit. No data for citations has been provided by the dissertation candidate

**7. Evaluation of the publications on the dissertation work**

The main results of the research have been reported and published in the following scientific forums and editions:

IN REFERENCED EDITIONS:

1. Ivanova, D., Sofronov, Y., "UV based innovative solution for individual protection against bacterial and viral infections", DOI: 10.1109/InfoTech58664, 2023, 2023 International Conference on Information Technologies (InfoTech), 20-21 May 2023

2. Ivanova, D., "Cooling of high power UVC LED used in active air disinfection for personal protective equipment", DOI: 10.47978/TUS.2024.74.04.002, 2025 Proceedings of Technical University of Sofia, ISSN 1311-0829

IN SCOPUS:



3. Ivanova, D., Zagorski, M., Sofronov, Y., Dimova, K., "Investigation of different FDM/FFF 3D printing methods for improving the surface quality of 3D printed parts", AIP Conference Proceeding, vol. 2449, No. 1, 060001, DOI: 10.1063/5.0090805, 2022. – 10th International Scientific Conference "TechSys 2021 – Engineering, Technologies and Systems", May 27 – 29, 2021

4. Ivanova-Mutafchieva, D., Sofronov, Y., Zlatev, B., Kamberov, K., Semkov, M., Todorov, T., "Determination of UV Intensity and radiation dose from an LED for Active Air Purification for Personal Protective Equipment", Proceedings of the Technical University of Sofia, DOI: 10.47978/TUS.2024.74.04.002

**8. Is the abstract prepared in accordance with the requirements and does it correctly reflect the main points and scientific contributions of the dissertation work?**

The abstract is prepared in accordance with the requirements, and sufficiently fully and accurately reflects the results, main contributions and publications on it.

#### **9. Critical remarks**

I have no critical remarks that would cast doubt on the reliability of the noted results and contributions from the conducted research.

I have the following recommendation:

It would be good to seek maximum applicability of the developed and tested masks.

#### **CONCLUSION**

Based on everything said so far, I believe that the dissertation work submitted to me for review "**Investigation on the possibilities for developing personal protective glasses with an integrated function for ultraviolet (UV-C) sterilization of inhaled air**" for awarding the educational and scientific degree "Doctor" in the field 5. - Technical sciences, Professional direction 5.1.- Mechanical engineering, Doctoral program - "Automated systems for information processing and management ", meets the requirements of the ZRASRB and the regulations for its application.

I propose the educational and scientific degree "Doctor" to be awarded to **MSc Eng. Denitsa Ivelinova Ivanova-Mutafchieva .**

Sofia,  
12. 03. 2025

Prepared by: .....  
/Prof. PhD. A. Velikov/