

ЗУТ 71-НСА-105
21.03.2025г.



СТАНОВИЩЕ

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

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

Докторант: маг. инж. Деница Ивелинова Иванова – Мутаевичева

Член на научното жури: проф. д-р инж. ВЕНЦЕСЛАВ ЦВЕТАНОВ ТОШКОВ

1. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем

Целта на дисертационния труд е да се изследват и установят възможностите да бъде осигурена превенция и активна защита чрез UV-C стерилизиране на вдишания и издишания въздух при пребиваване в среди, съдържащи вирусни и бактериални (напр. от COVID-19 - пандемията SARS-CoV2 и други) зарази и инфекции. Основната задача е чрез използване на унифицирана лицева топология и виртуално прототипиране да се концепира и оптимизира процесът на създаване на иновативни очила-защитна маска с UV-C (къси UV вълни) стерилизация на вдишаният и издишаният от потребителя въздух и чрез функционално формоизграждане и съвременна ергономия да се повиши ефективността на тяхното производство. Именно използването на тези иновативни и екзотични технологии, както и на подходящи съвременни материали за изработването на експерименталните образци, *определят недвусмислено актуалността, значимостта и дисертационността на темата, на задачите и на самия дисертационен труд като цяло.*

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

Дисертационният труд е в обем от 146 страници, като включва 7 глави и списъци на приносите, на публикациите на докторанта, на използваната литература и едно приложение - анкета. Работата включва общо 83 фигури и 9 таблици. От използваните общо 112 литературни източника, от които 105 са на латиница, само 1 е на кирилица, а останалите са интернет адреси, както и от интерпретацията на литературния материал и на експерименталните резултати се вижда, че *авторът е напълно запознат и осведомен за състоянието на проблема, както в теоретичен, така и в практически аспект.*

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

Изследванията по дисертацията са извършени в лабораториите “CAD/CAM/CAE в индустрията” към ФИТ на ТУ-София и “3D Креативност и бързо прототипиране” към СНИРД. Проучени са съвременните изисквания, на които трябва да отговарят личните предпазни средства тип маски и потенциала на UVC LED технологията, както и характеристиките на UV светлина и е установено, че при дължина на вълната от 265 nm РНК / ДНК структурата на микроорганизмите е най-чувствителна и при нея се осигурява максимален ефект. Мощността на UV-C радиацията е измервана с помощта на уред за дезинфекция на помещения и защита от инфекциозни заболявания чрез придвижване на UV-C чувствителния сензор. Разгледан е метод за определяне на притискащото налягане, необходимо за правилно прилепване към топологията на лицето, като измерването е направено чрез силомер INSIZE ISF-DF500A върху пет човека с различни размери и форма на главата с цел създаване на модел на антропометрична форма. Валидирана е интегрирана маска с UV-C активно неутрализиране и дезинфекция на вдишания и издишания въздух. Препоръчан е оптимален материал за предпазните средства с възможности за дезинфекция и стерилизация, както и необходимостта от покритие или добавки с антибактериален ефект за биосъвместими материали с възможност за използване в сложни форми с добра еластичност и

устойчивост. Част от изследванията са осъществени при работата по проект на Фонд Научни изследване към МОН, Договор № КП-06-Н47/9, „Изследване на възможностите за разработване на „АКТИВни“ Персонални защитни Очила с интегрирана маска с функции за ефективно ултравиолетово (UV-C) стерилизиране на вдишвания въздух – АКТИВ ПРО UV”“. Резултатите от изследванията са внедрени и се ползват при развитието на нови продукти в „Арексим ЕАД“. От изложеното се вижда, че авторът е имал възможност да анализира информация, получена с помощта на най-модерни изследователски методики, методи и програмни пакети, което му е позволило *да достигне до обобщения и изводи, които звучат убедително и не подлежат на съмнение.*

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

Представената дисертация има както научни-приложни, така и приложни приноси, които бих могъл да групирам по следния начин:

4.1. Формулиране или обосноваване на нов научен проблем или нова теория (хипотеза)

Считам, че дисертацията няма приноси в тази група.

4.2.. Доказване с нови средства на съществени нови страни в съществуващи научни проблеми и теории

4.2.1. *Разработена е иновативна концепция и е доказана* възможността за изработване на за предпазна маска (защитена с полезен модел) с интегрирана система за стерилизация и възможност за интеграция на неделими предпазни очила.

4.3. Създаване на нови класификации, методи на изследване, нови конструкции, технологии, препарати и т. н.

4.3.1. *Разработена е методология* за изработване на предпазна маска при отчитане на ергономичните фактори и изисквания, като лицева топология и физическа ергономия с цел усъвършенстване на процесите на разработка и за по-добри условия за потребителя при използването на новия продукт;

4.3.2. *Разработен е антропометричен модел* на топологията на мъжката и женската форма на главата и *е установено*, че моделът гарантира постигането на “компромисна еластична” контактна форма на маската и за създаване на “унисекс” и “унисайз” еластична система на маската;

4.3.3. *Обоснована е хипотеза* за използване на безфилтърни системи с максимално ниско съпротивление на проходимост на въздуха при вдишване и издишване.

4.4. Получаване и доказване на нови факти

4.4.1. Чрез мултифизична симулация *е установен* оптималния път на въздушните потоци през корпуса на маската, гарантиращи максимална експозиция на UV-C LED светлината за третиране на преминаващия поток и за постигане на максимално възможна стерилизация.

4.5. Приноси, свързани с практиката

4.5.1. *Предложен е* оптимален материал за основата на маската с добра еластичност и устойчивост, както и е обоснована необходимостта от прилагането на покритие или добавки с антибактериален ефект за подобряване на биосъвместимостта;

4.5.2. Въз основа на *изградената 3D геометрична концепция* за UV-C LED модула и интегрираната към него контролна платка с изводи за зареждане и херметизирано включване/изключване, както и на индикатор за заряда на батерията *се гарантира* допустимото максимално време за престой в заразени среди;

4.5.3. Чрез симулации *е установен* оптимален път на въздушните потоци през корпуса на маската за постигане на максимална експозиция на UV-C LED светлината за третиране на преминаващия поток и *е определена* радиационната експозиция от минимум $47,88 \text{ J/m}^2$ за целия обем, която е по-висока от посочваните досега изисквания за UVGI за постигане на LD90 (между 20 и 37 J/m^2) за SARS-CoV-2 и други корона и грипни вируси;

4.5.4. Чрез проведена анкета с потребители са доказани планираните ергономични показатели на маска, изработена със серийна технология, както и на хранането с включен светлинен датчик за оставащия заряд и с лесна и бърза замяна на батерията без инструменти;

4.5.5. Резултатите от изследванията са внедрени и се ползват при развитието на нови продукти в „Арексим ЕАД“.

В общи линии това са основните приноси момевти на дисертационния труд. Всички те са с характер на „научно-приложни“ и „приложни“ приноси, по-голямата част от които са насочени пряко и към практиката при производството на предпазните маски.

5. Преценка на публикациите по дисертационния труд

По дисертацията са публикувани 4 статии, от които една е самостоятелна, а в останалите докторантката е на първо място. Три статии са докладвани на международни конференции в България, а четвъртата е под печат. Считам, че публикациите отразяват основните моменти от дисертацията и че научните постижения на автора са огласени достатъчно широко у нас. Представен е документ за две цитирания във връзка с публикациите на докторанта.

6. Мнения, препоръки и бележки

Липсват публикации в чужбина, което не е задължително, но е препоръчително. Освен някои редакционни препоръки, вкл. и липси на препинателни знаци, нямам забележки по същество.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Както полученият експериментален материал, неговата обработка и представяне, така и творческата му интерпретация говорят за сериозната професионална квалификация на докторанта и придават на дисертационния му труд качества на методично правилно построено, достоверно и научно издържано експериментално-теоретично изследване, което е и с определена практическа насоченост и значимост.

Като изхождам от посочените по-горе приноси моменти на дисертационния труд, от несъмнената теоретична и практическа значимост на получените резултати, си позволявам да препоръчам на Почитаемото НАУЧНО ЖУРИ да присъди на маг. инж. ДЕНИЦА ИВЕЛИНОВА ИВАНОВА – МУТАВЧИЕВА образователната и научна степен “ ДОКТОР ”.

17.03. 2025 г.

ЧЛЕН НА ЖУРИТО:
/Проф. д-н В. Тошков/

УИТ-УСА-105
21.03.2025г.



OPINION

on a dissertation for the acquisition of the educational and scientific degree "doctor"
Thesis topic: Exploring the possibilities for developing personal protective eyewear with an integrated function for ultraviolet (UV-C) sterilization of inhaled air

Author of the dissertation thesis: **Denitsa Ivelinova Ivanova-Mutafchieva, MSc, Eng.**

Jury member: **Prof. VENTSESLAV TSVETANOV TOSHKOV, DSc, Eng.**

1. Relevance of the problem solved in the dissertation

The aim of the dissertation is to investigate and establish the possibilities of ensuring prevention and active protection through UV-C sterilization of inhaled and exhaled air when staying in environments containing viral and bacterial (e.g. from COVID-19 - the SARSCoV2 pandemic and others) infections and diseases. The main goal is to conceptualize and optimize the process of creating innovative protective goggles with mask where UV-C (short UV waves) sterilization is obtained of the inhaled and exhaled air by the user through functional form-building and modern ergonomics. It is the use of these innovative and exotic technologies, as well as appropriate modern materials for the manufacture of experimental samples, **that unambiguously determine the relevance, significance and dissemination of the topic, the tasks and the dissertation itself.**

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

The dissertation thesis is 146 pages, including 7 chapters and lists of contributions, publications of the doctoral student, used literature and one appendix - a survey. The work includes a total of 83 figures and 9 tables. Bibliography is 112 literary sources used, of which 105 are in Latin, only 1 is in Cyrillic, and the rest are Internet addresses, as well as from the interpretation of the literary material and the experimental results, it is evident that **the author is fully familiar and informed about the state of the problem, both in theoretical and practical aspects.**

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

The research on the dissertation was carried out in the laboratories "CAD/CAM/CAE in Industry" at the FIT of TU-Sofia and "3D Creativity and Rapid Prototyping" at the SNIRD. The modern requirements that personal protective equipment such as masks must meet and the potential of UVC LED technology, as well as the characteristics of UV light, were studied and it was found that at a wavelength of 265 nm the RNA/DNA structure of germicides is most sensitive and provides maximum effect. The power of UV-C radiation was measured using a device for disinfection of premises and protection from infectious diseases by moving the UV-C sensitive sensor. A method for determining the compressive pressure necessary for proper adherence to the topology of the face was examined, as the measurement was made using an INSIZE ISF-DF500A force gauge on five people with different sizes and head shapes in order to create an anthropometric shape model. An integrated mask with UV-C active neutralization and disinfection of inhaled and exhaled air has been validated. An optimal material for protective equipment with disinfection and sterilization capabilities has been recommended, as well as the need for a coating or additives with an antibacterial effect for biocompatible materials with the possibility of use in complex shapes with good elasticity and resistance. Part of the research was carried out during the work on a project of the Scientific Research Fund of the Ministry of Education and Science, Contract No. KP-06-N47/9, "Investigation of the possibilities for developing "ACTIVE" PERSONAL protective glasses with an integrated mask with functions for effective ultraviolet (UV-C) sterilization of inhaled air – ACTIVE PRO UV". The results of the research have been implemented and used in the development of new products at Arexim Ltd. From the above, it is clear that the author had the opportunity to analyze information obtained using the most

modern research methodologies, methods and software packages, which allowed him to reach generalizations and conclusions that sound convincing and are beyond doubt.

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

The presented dissertation thesis has both scientific-applied and applied contributions, which I could group as follows:

4.1. Formulation or justification of a new scientific problem or a new theory (hypothesis)

I believe that the dissertation does not make any contributions to this group.

4.2.. Proving by new means of significant new aspects of existing scientific problems and theories

4.2.1. An innovative concept has been developed and the possibility of producing a protective mask (protected by a utility model) with an integrated sterilization system and the possibility of integrating integral safety glasses has been proven.

4.3. Creation of new classifications, research methods, new designs, technologies, preparations, etc.

4.3.1. A methodology has been developed for producing a protective mask taking into account ergonomic factors and requirements, such as facial topology and physical ergonomics, in order to improve the development processes and for better conditions for the user when using the new product.

4.3.2. An anthropometric model of the topology of the male and female head shape has been developed and it has been established that the model guarantees the achievement of a "compromise elastic" contact shape of the mask and for the creation of a "unisex" and "unisex" elastic mask system.

4.3.3. A hypothesis has been substantiated for the use of filterless systems with the lowest possible resistance to air permeability during inhalation and exhalation.

4.4. Obtaining and proving new facts

4.4.1. Through multiphysics simulation, the optimal path of air flows through the mask body has been established, guaranteeing maximum exposure to UV-C LED light for treating the passing flow and achieving the maximum possible sterilization.

4.5. Contributions related to practice

4.5.1. An optimal material for the base of the mask with good elasticity and resistance is proposed, and the need for the application of a coating or additives with an antibacterial effect to improve biocompatibility is justified;

4.5.2. Based on the built 3D geometric concept for the UV-C LED module and the integrated control board with charging terminals and sealed on/off, as well as a battery charge indicator, the maximum permissible time for staying in infected environments is guaranteed;

4.5.3. Through simulations, an optimal path of air flows through the mask body has been established to achieve maximum exposure to the UV-C LED light for treating the passing flow and the radiation exposure of at least 47.88 J/ for the entire volume has been determined, which is higher than the previously specified requirements for UVGI to achieve LD90 (between 20 and 37 J/) for SARS-CoV-2 and other corona and influenza viruses;

4.5.4. Through a survey conducted with users, the planned ergonomic indicators of a mask made with serial technology, as well as the power supply with a light sensor for the remaining charge and with easy and quick battery replacement without tools, have been proven;

4.5.5. The results of the research have been implemented and are used in the development of new products at Arexim EAD.

In general, these are the main contributions of the dissertation. All of them are of the nature of "scientific-applied" and "applied" contributions, the majority of which are directly aimed at the practice of the production of protective masks.

5. Assessment of the publications on the dissertation

4 articles have been published on the dissertation, of which one is independent, and in the others the doctoral student is in first place. Three articles have been reported at international conferences in Bulgaria, and the fourth is in print. I believe that the publications reflect the main points of the dissertation and that the author's scientific achievements have been widely publicized in our country. A document for two citations in relation to the doctoral student's publications has been submitted.

6. Opinions, recommendations and notes

There are no publications abroad, which is not mandatory, but recommended. Apart from some editorial recommendations, including missing punctuation marks, I have no substantive comments.

CONCLUSION

Both the obtained experimental material, its processing and presentation, and its creative interpretation reveals the serious professional qualification of the doctoral student and give his dissertation the qualities of a methodically correctly constructed, reliable and scientifically meaningful experimental-theoretical research, which is also of a certain practical focus and significance.

Based on the above-mentioned contributions of the dissertation thesis, on the undoubted theoretical and practical significance of the obtained results, I recommend to the Honorable SCIENTIFIC JURY to award to MSc. Eng. DENITSA IVELINOVA IVANOVA – MUTAVCHIEVA the educational and scientific degree of “DOCTOR”.

17.03. 2025 г.

JURY MEMBER:

/ Prof. DSc V. Toshkov /