

ЕМФ81-НС1-050



28.08.2021 г.

РЕЦЕНЗИЯ

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

Автор на дисертационния труд: **маг. инж. Елена Симеонова Николова**

Тема на дисертационния труд:

ДИЗАЙН НА ОБЛЕКЛО ОТ ВИСОКОТЕХНОЛОГИЧЕН ТЕКСТИЛ

Рецензент: проф. д-р инж. Снежина Ангелова Андонова

Рецензията е написана в изпълнение на Заповед на Ректора № ОЖ-5.1-38 от 16.06.2021 г. и решение на Научното жури, Протокол № 1 от 28.06.2021 г.

Представеният дисертационен труд е структуриран в един том с обем 161 страници и съдържа 89 фигури и графики и 26 таблици. Литературната справка обхваща 114 литературни източника, от които 14 на кирилица, 82 на латиница и 18 интернет-страници.

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

Приложението на високотехнологичен текстил при изработването на облекло е изключително актуален въпрос. По своята същност, той има сложен интердисциплинарен характер. Провеждането на научно обосновани изследвания и анализи в тази област ще доведат до усъвършенстване и подобряване бързината на реакция на електронните компоненти, както и до комуникационното и софтуерно обезпечаване за оптимална работа на съвременните изделия от интелигентен текстил. Тези иновативни решения ще доведат до подобряване на качеството на живот на човека, до повишаване на личния му комфорт, удобство и сигурност.

Провежданите изследвания и анализи в представената за рецензиране работа ще допринесат за разширяването на функционалностите на текстилния материал, от който е изработено шевното изделие чрез създаване на условия за мониторинг и контрол на различни здравословни показатели на човека. Особено важно е, че в дисертацията са обвързани знанията и опита на докторанта, както в областта на електрониката, микроелектрониката и комуникациите, така и в областта на дизайна, конструирането и технологията за изработване на облекло. В резултат на което, се проектират и изработват изделия, които осъществяват мониторинг върху физиологичното състояние на носещия ги, като едновременно осигуряват комфорт, удобство и защита при носенето им.

В представения за рецензиране дисертационен труд са формулирани основополагащи изисквания към облекла, изработени от високотехнологичен интелигентен текстил (или с вградени в тях електронни компоненти), изследвани са техните експлоатационни характеристики и е предложен алгоритъм за проектиране на облекло от високотехнологичен интелигентен текстил. Посредством предложения алгоритъм се разработва изделие, предназначено за мониторинг на високорискови пациенти, което е особено актуално и значимо по своята същност.

В контекста на казаното по-горе, може да се обобщи, че изследването и анализът на проблемите, свързани с проектирането на облекло от високотехнологичен текстил, както и предлагането на решения за тях, е актуална тема с научен и научно-приложен характер.

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

Литературното проучване, оформено като Глава I. Проучване и анализ на състоянието на проблема, обхваща значителен брой източници (114). Те са подходящо интерпретирани и задълбочено анализирани. Установени са редица причинно-следствени интердисциплинарни връзки. Всичко това показва както разбиране на проблемите в тяхната същност, така и умение за анализ и формулиране на научни задачи.

Правилна е и логиката на представяне на проблема: от „умен“ и интелигентен текстил, интелигентни системи и „wearable“ технологии през дизайн на изделия от високотехнологичен текстил, до практическите приложения на системи за мониторинг и възможности за имплементиране в изделия от високотехнологичен текстил.

Проучването завършва с ясно дефинирана цел на дисертационната работа и задачи за постигането ѝ.

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

Целта на дисертационния труд е да се дефинират общовалидни и специфични изисквания (физико-механични, химични, композиционни, конструктивни, структурни, колористични и др.), на чиято база да се създаде методика за дизайн, техническо проектиране и оценка на качеството на облекла от интелигентен текстил, включително е-облекла.

За постигане на целта са поставени 6 задачи при следната последователност на работа: анализ на съществуващите високотехнологични текстилни материали, оценка на възможностите им за приложение в изделия с медицинско предназначение и систематизиране на техническите изисквания за изграждане на системи, базирани на интелигентни текстилни материали; експериментални изследвания за установяване на качествени

характеристики на текстилни електроди, предназначени за мониторинг на жизнени показатели; оценка на изменението на показателите след третиране с електролити и при многократно пране; оценка на надеждността на текстилните електроди; поставяне на качествени изисквания към готовите облекла за мониторинг на жизнени показател; разработване на алгоритмична последователност за проектиране и изследване на облекла от високотехнологичен текстил и проектиране и изработване на изделие с медицинско предназначение за мониторинг на високорискови пациенти по предложената алгоритмична последователност.

За постигане на тези основни задачи е осъществено планиране и провеждане на редица научно обосновани експерименти с високоточна специализирана апаратура, в резултат на които са установени множество зависимости, като например зависимостта между импеданса и дефазирането от честотата на текстилни електроди без кант и с кант; зависимост между импеданс и честота при електроди без кант и с кант след 50 броя цикли на пране и др.

Приложени са методите на математическото моделиране и екстраполация и е осъществена екстраполация на данните за честота 100 Hz за текстилен електрод без кант и с кант.

Считам, че подходът за прилагане на метода на Разгръщане на функциите на качеството QFD (Quality Function Deployment) при решаването на тези сложни интердисциплинарни задачи е правилен и актуален.

Като цяло, приемам, че избраната методика за изследване и анализ съответства на поставената цел и задачи.

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

За всяко от проведените изследвания е посочен и описан стандарта, определящ методиката за осъществяването му. Например, за определяне на дебелината и степента на компресия е приложен методът, стандартизиран чрез БДС EN ISO 5084:2002; за определяне на деформационното поведение на електродите е използван дигитален дебеломер на фирма Hans Schmidt & Co GmbH, Германия, като освен при заложените в БДС EN ISO 5084:2002 налягания от 0.1 kPa и 1 kPa са измервани дебелините при поставяни допълнителни еталонни тежести; времето за отчитане на дебелината на текстилните електроди е определено съгласно изискванията на БДС EN ISO 5084:2002 /30 s – време, необходимо за релаксация на материала/; изследването, свързано с последователно пране на електродите е осъществено съгласно БДС EN ISO 6330:2012 Текстил и др.

В резултат на проведените научнообосновани експерименти, базирани на конкретни стандарти и норми, са получени множество нови стойности за

основни величини, свързани с проектирането на облекло от високотехнологичен текстил.

В контекста на казаното, считам, че материалите и изследванията, върху които се градят приносите, са достоверни.

5. Научни и/или научноприложни приноси на дисертационния труд

Дисертационният труд няма научни, но има редица научноприложни и приложни приноси. Заявени са 5 научноприложни и 4 приложни приноса.

Те могат да бъдат класифицирани като:

- разработване на алгоритъм – за проектиране на облекла от високотехнологичен текстил за непрекъснат мониторинг в областта на педиатрията;
- извършване на анализи и систематизиране – на експлоатационните характеристики и качествените показатели на текстилни електроди, предназначени за имплементиране в интелигентна текстилна система (тип wearable); на замервания на сигнали на ЕКГ от пациент с помощта на текстилни електроди (необработени и прани) и на записите с конвенционални и текстилни електроди в реални условия.
- получаване на нови данни - за два вида текстилни електроди относно честотните им характеристики в диапазона от 0 до 20 000 Hz и приложимостта им за регистриране на биомедицински сигнали; за поведението на текстилните електроди при натиск в широк диапазон на изменение на налягането - от 0,1 до 17 kPa; за способността на текстилните електроди да се омокрят и да транспортират влага и за въздействието на различни обработки (пране и обработка с електролит) върху качествените характеристики на биосигналите;
- получаване на потвърдителни факти - за ефективността и пригодността на текстилните електроди при използването им за дългосрочно телеметрично измерване чрез прогнозиране посредством статистически анализ и екстраполация на изведените зависимости; за влиянието на големината на натиска, вида (пране и обработка с електролит) и кратността на обработка (брой цикли на пране) върху възможността за приложение на текстилните електроди като капацитивни сензори.

Като цяло приемам заявените приноси и считам, че те са особено значими за съвременната наука и практика.

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

Личните ми впечатления, както и представения списък с публикации по дисертацията (в 3 от 4 публикации маг. инж. Елена Николова е първи автор) са в подкрепа на факта, че приносите на труда са главно лично дело на докторанта.

7. Преценка на публикациите по дисертационния труд

Представен е списък с 4 публикации, които в значителна степен отразяват резултатите от дисертационната работа. Всички публикации по дисертационния труд са видими в световната база данни Scopus. Това недвусмислено доказва актуалността и значимостта на получените резултати по дисертационния труд.

Впечатление прави, че:

- публикациите са от 2019 и 2020 година, което предполага, че са публикувани крайните резултати;
- една от публикациите е в съавторство с един от ръководителите – проф. д-р Диана Германова - Кръстева. От останалите 3 публикации 1 е самостоятелна, 2 са в съавторство.

Не са представени цитирания на публикациите по дисертацията, но отчитайки факта, че и четирите публикации са от последните две години и са видими в базата данни на Scopus, считам, че ще бъдат цитирани значителен брой пъти, особено при недвусмислената актуалност и значимост на получените резултати.

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

Трудът има основно научноприложни и приложни приноси. Изследванията са проведени в технологични лаборатории с високоточна съвременна апаратура в съответствие със стандарти и норми и са насочени към решаване на основни проблемни задачи при проектиране на облекло от високотехнологичен текстил. Резултатите от труда ще се използват при проектирането на интелигентни системи за непрекъснат мониторинг на пациенти в педиатрични отделения, което е актуално и значимо за научната и социалната практика в тази интердисциплинарна област.

9. 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 разработен в 32 страници и отговаря на изискванията на ТУ-София за изготвянето му.

Отразени са основните резултати и всички приноси в дисертационния труд.

Броят на заявените приложни приноси в автореферата не е прецизен, което е по-скоро допусната несъществена техническа грешка в заявения брой на приложните приноси (те са 4, а не 7).

10. Мнения, препоръки и бележки

Мнението ми за труда е положително. Намирам темата за много актуална, значима и с голямо практическо приложение. Считам, че е осъществена огромна по обем и съдържание научна работа.

Към труда имам няколко забележки:

- В списъка с използваната литература липсва номериране на отделните източници, което затруднява рецензирането;
- Изрази от типа “тук не съм сигурна как точно да го обясня ще го изговорим първо“ / на стр.134 / не са присъщи за дисертационен труд;
- Въпреки, че е налице подробно описание на последователността за изработка на детското боди, липсва технологична последователност за изработване на изделиято, представена в табличен вид, което е основополагащ документ от технологичната документация при внедряване на нов модел. Препоръчвам на докторанта да насочи усилията си за последващи изследвания в тази посока.

Искам да подчертая, че направените забележки не омаловажават значимостта на труда, а целят единствено да дадат насоки на докторанта в бъдещата му работа.

11. Заключение с ясна положителна или отрицателна оценка на дисертационния труд

В представения за рецензиране труд докторантката Елена Николова е изследвала и анализирала особено актуални и значими за съвременната теория и практика проблемни задачи. Тя е обвързала знания, умения и опит, както в областта на електрониката, така и в областта на шевното производство. С проведените интердисциплинарни научно обосновани изследвания и анализи тя се доказва като добър изследовател, умеещ да анализира, обобщава и формулира конкретни проблемни задачи в една актуална и много малко изследвана област, както и да поставя на научна основа тяхното решаване.

Считам, че представеният труд отговаря напълно на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България, на Правилника за неговото приложение и на Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени в ТУ–София.

Всичко това ми дава основание да предложа на членовете на Научното жури на **маг. инж. Елена Николова** да бъде присъдена образователно-научната степен „**доктор**“ в област на висше образование 5. Технически науки, професионално направление 5.1. Машинно инженерство, специалност „Технология на шевното производство“.

01.08.2021 г.
Благоевград

РЕЦЕНЗЕНТ:
(проф. д-р Снежина Андонова)

R E V I E W

on a dissertation for the acquisition of
educational and scientific degree "doctor"

Author of the dissertation: **M. Eng. Elena Simeonova Nikolova**

Topic of the dissertation:
HIGH-TECH TEXTILE CLOTHING DESIGN

Reviewer: Prof. Dr. Eng. Snezhina Angelova Andonova

The review was written pursuant to the Order of the Rector № ОЖ-5.1-38 from 16.06.2021 and the decision of the Scientific Jury, MoM № 1 from 28.06.2021.

The presented dissertation is structured in one volume consisting of 161 pages and contains 89 figures and graphics and 26 tables. The literature reference covers 114 literary sources, of which 14 in Cyrillic, 82 in Latin alphabet and 18 websites.

1. Topicality of the problems studied in the dissertation in scientific and scientific-applied terms

The application of high-tech textiles in the manufacture of clothing is an extremely topical issue. In essence, it has a complex interdisciplinary nature. Conducting scientifically based research and analysis in this area will lead to improvement and enhancement of the response speed of electronic components, as well as communication and software for optimal operation of modern intelligent textile products. These innovative solutions will lead to an improvement in the quality of a person's life, to an increase in his personal comfort, convenience and security.

The conducted research and analyzes in the work submitted for reviewing will contribute to the expansion of the functionalities of the textile material from which the sewing product is made by creating conditions for monitoring and control of various human health indicators. It is especially important that the dissertation combines the knowledge and experience of the doctoral student, both in the field of electronics, microelectronics and communications, and in the field of design, construction and technology for clothing. As a result, products are designed and manufactured that monitor the physiological condition of the wearer, while providing comfort, convenience and protection when they wear them.

The dissertation paper submitted for reviewing formulates basic requirements for garments made of high-tech intelligent textiles (or with inwrought electronic components). It examines their performance characteristics and proposes an algorithm for designing garments made of high-tech intelligent textiles. Using the proposed algorithm, a product is developed for monitoring high-risk patients, which is particularly relevant and significant in nature.

In the context of the above, it can be summarized that the research and analysis of problems related to the design of high-tech textile clothing, as well as offering solutions to them, is a topical issue of scientific and scientific-applied nature.

2. Level of awareness of the state of the problem and creative interpretation of the literary material

The study of literature, designed as *Chapter I. A study and analysis of the state of the problem*, covers a significant number of sources (114). They are properly interpreted and thoroughly analyzed. A number of causal interdisciplinary links have been established. All this shows both an understanding of the problems in their essence and the ability to analyze and formulate scientific tasks.

The logic of presenting the problem is also correct: from "smart" and intelligent textiles, intelligent systems and "wearable" technologies through the design of high-tech textile products, to the practical applications of monitoring systems and possibilities for implementation in high-tech textile products.

The research sets a clearly defined goal of the dissertation and tasks for its achievement.

3. Correspondence of the chosen research methodology with the set goal and tasks of the dissertation

The aim of the dissertation is to define general and specific requirements (physical-mechanical, chemical, compositional, constructural, structural, color, etc.), on the basis of which to create a methodology for design, technical design and quality assessment of clothing from smart textiles, including e-clothing.

To achieve this goal, 6 tasks are set in the following sequence of work: analysis of existing high-tech textile materials, assessment of their feasibility for use in medical devices and systematization of technical requirements for building systems based on intelligent textile materials; experimental studies to establish the qualitative characteristics of textile electrodes designed to monitor vital signs; assessment of the change of the indicators after treatment with electrolytes and repeated washing; assessment of the reliability of textile electrodes; setting quality requirements for ready-made clothing for monitoring vital signs; development of an algorithmic sequence for design and research of high-tech textile clothing and design and manufacture of a medical device for monitoring of high-risk patients according to the proposed algorithmic sequence.

To achieve these basic tasks, a number of scientifically based experiments with high-precision specialized equipment have been planned and conducted, as a result of which many dependences have been established, such as the dependence between impedance and phase depletion of textile electrodes with and without edging; dependence between impedance and frequency for electrodes with and without edging after 50 washing cycles, etc.

The methods of mathematical modeling and extrapolation are applied and the data for frequency 100 Hz for textile electrode with and without edging are extrapolated.

I believe that the approach of applying the Quality Function Deployment (QFD) method in solving these complex interdisciplinary tasks is correct and up-to-date.

In general, I accept that the chosen methodology for research and analysis corresponds to the set goal and tasks.

4. Brief analytical description of the nature and assessment of the reliability of the material on which the contributions of the dissertation are based

For the conducted research the standard defining the methodology for its implementation is indicated and described. For example, the method standardized by BSS EN ISO 5084: 2002 has been applied to determine the thickness and the degree of compression; to determine the deformation behavior of the electrodes, a digital caliper from Hans Schmidt & Co GmbH, Germany was used, and in addition to the pressures of 0.1 kPa and 1 kPa set in BSS EN ISO 5084: 2002, the thicknesses were measured at additional reference weights; the time for reading the thickness of the textile electrodes is determined according to the requirements of BSS EN ISO 5084: 2002/30 s - time required for relaxation of the material /; the research related to sequential washing of the electrodes was carried out according to BSS EN ISO 6330: 2012 Textiles, etc.

As a result of the conducted science-based experiments, based on specific standards and norms, many new values have been obtained for basic values related to the design of high-tech textile clothing.

In the context of what has been said, I believe that the materials and research on which the contributions are based are credible.

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

The dissertation has no scientific contributions, but there are a number of scientific-applied contributions. 5 scientific-applied and 4 applied contributions have been stated.

They can be classified as:

- development of an algorithm - for designing clothes from high-tech textiles for continuous monitoring in the field of pediatrics;

- performing analyzes and systematization - of the operational characteristics and quality indicators of textile electrodes, intended for implementation in an intelligent textile system (type wearable); of measurements of ECG signals from a patient using textile electrodes (untreated and washed) and of recordings with conventional and textile electrodes in real conditions.
- obtaining new data - for two types of textile electrodes regarding their frequency characteristics in the range from 0 to 20,000 Hz and their applicability for recording biomedical signals; for the behavior of textile electrodes at pressure in a wide range of pressure change - from 0.1 to 17 kPa; for the ability of textile electrodes to get wet and transport moisture and for the impact of various treatments (washing and electrolyte treatment) on the quality characteristics of biosignals;
- obtaining confirmatory facts - about the efficiency and suitability of the textile electrodes when using them for long-term telemetry measurement by forecasting through statistical analysis and extrapolation of the derived dependencies; for the influence of the magnitude of the pressure, the type (washing and electrolyte treatment) and the frequency of processing (number of washing cycles) on the possibility of application of textile electrodes as capacitive sensors.

In general, I accept the stated contributions and believe that they are especially important for modern science and practice.

6. Assessment of the degree of personal participation of the doctoral student in the contributions

My personal impressions, as well as the presented list of publications on the dissertation (in 3 out of 4 publications M. Eng. Elena Nikolova is the first author) are in support of the fact that the contributions of the work are mainly the personal work of the doctoral student.

7. Evaluation of dissertation publications

A list of 4 publications is presented, which significantly reflect the results of the dissertation. All publications on the dissertation are visible in the global Scopus database. This unequivocally proves the topicality and significance of the results obtained in the dissertation.

It is impressive that:

- the publications are from 2019 and 2020, which implies that the final results have been published;
- one of the publications is co-authored with one of the supervisors - Prof. Dr. Diana Germanova - Krasteva. Of the other 3 publications, 1 is single-authored, 2 are co-authored.

No citations of the dissertation publications are presented, but taking into account the fact that all four publications are from the last two years and are visible in the Scopus database, I believe that they will be cited a significant number of times, especially in the unambiguous topicality and significance of the results.

8. Using the results of the dissertation in scientific and social practice

The doctoral thesis has mainly scientific-applied and applied contributions. The research was conducted in technological laboratories with high-precision modern equipment in accordance with standards and norms and is aimed at solving major problems in the design of clothing from high-tech textiles. The results of the paper will be used in the design of intelligent systems for continuous monitoring of patients in pediatric wards, which is relevant and significant for scientific and social practice in this interdisciplinary field.

9. Assessment of the compliance of the abstract with the requirements for its preparation, as well as of the adequacy of the reflection of the main points and the contributions of the dissertation

The abstract consists of 32 pages and meets the requirements of TU-Sofia for its devising.

The main results and all contributions of the dissertation are reflected.

The number of applied contributions in the author's abstract is not precise, which is rather a minor technical error in the presented number of applied contributions (they are 4, not 7).

10. Opinions, recommendations and remarks

My opinion about the work is positive. I find the topic very relevant, significant and with great practical application. I believe that a huge amount of scientific work has been done.

I have a few remarks on the work:

- In the reference list there is no numbering of individual sources, which makes it difficult to review;
- Expressions such as "I'm not sure here exactly how to explain it, we'll say it first" / on page 134 / are not appropriate in a dissertation;
- Although there is a detailed description of the sequence for the manufacture of infant bodysuit, there is no technological sequence for the manufacture of the product, presented in tabular form, which is a fundamental document of the technological documentation for the implementation of a new model. I recommend that the doctoral student direct her efforts for further research in this direction.

I would like to emphasize that the remarks made do not diminish the importance of the work, but only aim to give guidance to the doctoral student in her future work.

11. Conclusion with a clear positive or negative assessment of the dissertation

In the scientific paper presented for review, the doctoral student Elena Nikolova researched and analyzed problematic tasks especially topical and significant for modern theory and practice. She has combined knowledge, skills and experience, both in the field of electronics and in the field of sewing production. With the conducted interdisciplinary scientifically based research and analyzes she proves herself as a good researcher, who is able to analyze, summarize and formulate specific problem tasks in a topical field which is very little researched, as well as to put the solution of these problems on a scientific basis.

I believe that the submitted work fully meets the requirements of the Law on the Development of Academic Staff in the Republic of Bulgaria, the Regulations for its implementation and the Regulations on the terms and conditions for obtaining scientific degrees at the Technical University of Sofia.

All this gives me reason to recommend to the members of the Scientific Jury that **M. Eng. Elena Nikolova** be awarded the educational and scientific degree "**Doctor**" in the field of higher education 5. Technical sciences, professional field 5.1. Mechanical engineering, specialty "Technology of sewing production".

01.08.2021
Blagoevgrad

REVIEWER:
(Prof. Dr. Snezhina Andonova)