

01/18-НС/09
22.06.2022

РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационен труд
за придобиване на образователна и научна степен „Доктор“
по професионално направление 5.3 Комуникационна и компютърна
техника, научна специалност „Автоматизация на инженерния труд и
системи за автоматизация на проектирането”

Автор на дисертационния труд: маг. инж. Катерина
Костова

Тема на дисертационния труд: „Разработване на методи и средства
за електронно обучение по автоматизация на проектирането с
използване на изкуствен интелект”

доц. д-р инж. Боянка Николова, ТУ - София

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.

Темата на дисертационния труд е съвременна, иновативна и актуална, тъй като отразява новите тенденции в дигитализацията на образованието и интеграцията на изкуствен интелект в обучителните процеси. Тя адресира необходимостта от ефективни методи за преподаване на сложни инженерни дисциплини, каквато е автоматизацията на проектирането, чрез използване на адаптивни и интелигентни обучителни среди. Изследването има както значим научен потенциал, така и широка практическа приложимост в академична и индустриална среда. Темата съчетава няколко бързо развиващи се области като изкуствен интелект, електронно обучение (e-learning), инженерно проектиране и взаимодействие човек-машина. Разработените методи и средства в дисертационния труд могат да се използват, както при университетско обучение, така и при провеждането на дистанционни курсове чрез онлайн платформи, фирмено обучение и други.

Основна цел на настоящия дисертационен труд е да се анализират и приложат съвременни подходи за обучение по автоматизирано проектиране чрез използване на изкуствен интелект, както и да се изследва експериментално и оцени ролята и въздействието му като подпомагащ инструмент в развитието на умения на студентите.

За постигане на поставената цел докторантката е формулирала шест задачи, свързани с анализ на съвременните подходи за автоматизирано проектиране чрез използване на изкуствен интелект, дефиниране на критерии за избор и допълване на база знания в платформата Online-CADCOM, изследване на възможностите за използване на изкуствен интелект в инженерното обучение и практика, валидация на разработените методи и средства чрез реализиране на учебни лабораторни упражнения.

Всичко това определя актуалността на изследвания проблем, както от научно приложна, така и от приложна гледни точки.

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

Литературният обзор и сравнителен анализ, представен основно в първа глава, съдържа 135 публикации и уеб сайтове, като повечето от тях са от последните пет години. Това ми дава основание да смятам, че докторантката Катерина Костова познава съвременното състояние на разглежданите от нея проблеми, което е основа за успешно решаване на дефинираните задачи.

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

Инж. Катерина Костова е формулирала цел и задачи, които са адекватни и съответстват на изискванията за дисертационен труд за придобиване на образователната и научна степен „Доктор“. Избраната методика е класическа, като предполага постигане на поставената цел и задачи, и включва сравнителен анализ на съществуващите решения, разширяване на онлайн облачна база знания, разработване на модули за обучение по автоматизирано проектиране на комуникационни схеми, включващи използването на изкуствен интелект, анализ на получените резултати.

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

Представеният дисертационен труд е в обем от 206 страници текст, структуриран в шест глави, увод, заключение, библиография, списъци с публикации и цитирания. Отделно е подвързано приложение в обем от 95, съдържащо описание на разработеното лабораторно упражнение, характеристични паспорти на елементите в създадената базата знания и код за обработка на данните от направеното статистическо изследване.

В уводната първа глава е направен обзор на възможностите на съвременните системи за автоматизирано проектиране като особено внимание е обърнато върху използването на изкуствен интелект за подпомагане на работата с тях. Представеното аналитично проучване е задълбочено, използвана терминология е коректна, дефинираните цел и задачи са добре аргументирани.

Във втора глава са разгледани подробно използваните в дисертацията математически методи и средства за автоматичен избор и статистическа обработка, като методи за многокритериален анализ на решенията,

критериално-базиран бинарен матричен метод, както и методи за обработка, анализ и визуализация на анкетни данни. Обърнато е особено внимание и на методите, използвани от изкуствения интелект.

В трета глава са определени критериите за автоматичен избор на подходящ онлайн инструмент за определяне на основните характеристики и параметри на пасивни елементи, светодиодни матрици, трансформатори и ключови захранвания. Дадени са и примери за успешното прилагане на тези критерии.

В четвърта глава е описана методика за създаване и попълване на стандартизиран характеристичен паспорт за различни онлайн инструменти за автоматизирано проектиране. С нейна помощ е разширена базата със знания и експертния модул на платформата Online-CADCOM.

В пета глава подробно са разгледани иновативни методи за използване на изкуствен интелект за подпомагане на електронното обучение по автоматизирано проектиране в комуникациите. С тяхна помощ е разработено лабораторно упражнение „Изследване на нискочестотен филтър на Чебишев с PSpice“. Направени са добре обосновани изводи относно приложимостта на ChatGPT в обучението по автоматизирано проектиране.

В последната шеста глава са представени събраните над 22 000 отговора от студенти от 120 държави от Глобалното студентско проучване за ChatGPT, извършено между октомври 2024 г. и февруари 2025 г. Анализът на тези данни е извършен чрез специално създаден програмен код и показва как студентите от ТУ-София използват ChatGPT.

5. Научноприложни и приложни приноси на дисертационния труд

В дисертационния труд авторът е посочил 8 приноса, определени като научни, научноприложни и приложни. Приемам приносите, формулирани от докторанта Катерина Костова, които могат да бъдат обобщени, както следва:

- ✓ Разработена е методика за подпомагане на студентите при обучението им по автоматизация на проектирането в комуникациите с използване на ChatGPT.

- ✓ Разработена и приложена е методика за автоматичен избор на подходящи онлайн инструменти за допълване на база от данни и знания за автоматизация на проектирането към Експертния модул на Online-CADCOM. Добавено е електронно съдържание за 69 онлайн инструменти, свързани с избор и проектиране на пасивни елементи (резистори, кондензатори, бобини, трансформатори) и схеми (ключови захранвания и светодиодни матрици).

- ✓ Автоматичният избор на онлайн инструментите е реализиран чрез многокритериални методи, при което са дефинирани подходящи критерии с различни теглови коефициенти.

✓ На базата на задълбочен анализ за приложението на изкуствения интелект в системите за автоматизирано проектиране и в електронното обучение, са направени достоверни изводи, че от една страна има ясна тенденция за засилени интереси и инвестиции на водещите компании в научните изследвания в тази област, а от друга – липсват оценка за информираността за нагласите на студентите и добри решения за реалното използване на изкуствения интелект.

✓ За подпомагане на студентите при работата им по време на лабораторните упражнения по автоматизация на проектирането са разработени и приложени методи и средства за електронно обучение с използване на изкуствен интелект, като ChatGPT. За целта е предложено задание за лабораторно упражнение, което е апробирано в учебната практика и показва ускорение и ефективност на обучителния процес.

✓ Изследвани са нагласите, възприятията и влиянието на ChatGPT върху обучението на студентите в Технически университет – София чрез анализ на емпирични данни в рамките на глобалното изследване „Students' Perception of ChatGPT“, като е разработен оригинален софтуер за статистическа обработка и визуализация на получените резултати. Направените при това изводи са използвани при разработените нови методики за прилагане на изкуствен интелект в обучението по автоматизирано проектиране.

Считам, че получените резултати са оригинални и напълно отговарят на изискванията за придобиване на образователната и научна степен „доктор“.

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

За личните приноси на докторанта маг. инж. Катерина Костова съдя от факта, че има един самостоятелен научен труд, а в пет от останалите е първи съавтор. Това ми дава основание да приема, че дисертационният труд и приносите са лично дело на кандидата.

7. Публикации и цитирания на публикации по дисертационния труд

По дисертационния труд са направени 7 публикации на международни конференции, от които 6 са реферирани в Scopus. Представената авторска справка показва, че са забелязани 96 (86 без самоцитирания от всички съавтори) цитирания в статии, реферирани в Scopus.

Направените публикации и приложените цитирания, надхвърлят минимални изисквания за присъждане на образователната и научна степен „Доктор“. Приемам, че основните резултати на дисертационния труд са достойни на международната и българската научна общественост.

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

Много положителен е фактът, че реализираните изследвания на докторанта са проведени в рамките на четири, успешно приключили, научноизследователски проекта – един финансиран от фонд „Научни изследвания“, един научноизследователски проект в помощ на докторанти в ТУ София и два с международно участие. Също разработеното лабораторно упражнение е апробирано в учебния процес във ФТК.

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 изцяло отразява резултатите, постигнати в дисертационния труд, както и основните приноси. Също така е изготвен съгласно изискванията за отпечатване на Технически университет – София.

10. Мнения, препоръки и бележки

Изпълнени са всички препоръки и забележки, направени от мен в предварителното мнение, както и тези от направеното обсъждане на дисертационния труд.

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

Считам, че дисертационният труд „Разработване на методи и средства за електронно обучение по автоматизация на проектирането с използване на изкуствен интелект“ на маг. инж. Катерина [REDACTED] Костова покрива изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България и Правилника за неговото приложение. Приемам че, направените изводи и заключения са логически и компетентно построени.

Получените в дисертационния труд приноси, демонстрираните образователно ниво и натрупан теоретически и практически опит ми дават достатъчни основания да предложа на уважаемите членове на Научното жури да присъди научна степен „доктор“ по професионално направление 5.3 Комуникационна и компютърна техника, научна специалност „Автоматизация на инженерния труд и системи за автоматизация на проектирането“ на докторант маг. инж. Катерина [REDACTED] Костова

22.06.2026 г.

Изготвил:

[REDACTED]
(доц. д-р Боянка Николова)

01K-18-HE 1-197
22-06-2024



REVIEW

of doctoral thesis

for obtaining the educational and scientific degree "Doctor"
in a professional field 5.3 Communication and Computer Engineering,
in the scientific specialty „Computer-aided engineering and computer-aided
design systems”

Author of doctoral thesis: M.Sc. Katerina [redacted] Kostova

Topic of doctoral thesis: „Development of Methods and Tools for E-
Learning in Electronic Design Automation Using Artificial Intelligence”

Assoc. prof. Dr. Eng. Boyanka [redacted] Nikolova,
Technical University of Sofia

1. Relevance of the research problem in scientific and applied terms. Degree and levels of relevance of the problem and the specific tasks addressed in the dissertation

The topic of the dissertation is contemporary, innovative, and highly relevant, as it reflects emerging trends in the digitalization of education and the integration of artificial intelligence into educational processes. It addresses the need for effective methods of teaching complex engineering disciplines, such as computer-aided design (CAD), through the use of adaptive and intelligent learning environments. The research possesses significant scientific potential as well as broad practical applicability in both academic and industrial settings. The topic combines several rapidly developing fields, including artificial intelligence, electronic learning (e-learning), engineering design, and human-machine interaction. The methods and tools developed within the dissertation may be applied not only in university education but also in the delivery of distance-learning courses via online platforms, corporate training programs, engineering centers, and other educational contexts.

The primary objective of the present dissertation is to analyze and apply contemporary approaches to computer-aided design through the use of artificial intelligence, as well as to investigate and experimentally evaluate the role and

impact of ChatGPT as a supportive tool in education, skills development, and student preparation.

In order to achieve this objective, the doctoral candidate has formulated six research tasks related to the analysis of contemporary approaches to computer-aided design employing artificial intelligence; the definition of criteria for the selection and expansion of the knowledge base within the Online-CADCOM platform; the investigation of opportunities for the application of artificial intelligence in engineering education and practice; and the validation of the developed methods and tools through the implementation of educational laboratory exercises. All these aspects confirm the relevance of the research problem from both scientific-applied and practical perspectives.

2. Degree of familiarity with the state of the art and creative Interpretation of the literary material.

The literature review and comparative analysis, presented primarily in the first chapter, comprise 135 publications and websites, the majority of which have been published within the last five years. This provides sufficient grounds for concluding that the doctoral candidate, Katerina Kostova, possesses an excellent understanding of the current state of the problems addressed in the dissertation, which constitutes a solid foundation for the successful accomplishment of the research objectives.

3. Correspondence of the chosen research methodology with the dissertation's objectives and tasks

Eng. Katerina Kostova has formulated research objectives and tasks that are appropriate and fully consistent with the requirements for a dissertation submitted for the award of the educational and scientific degree of Doctor. The selected methodology follows a classical research approach and is well suited to achieving the stated objectives and tasks. It includes a comparative analysis of existing solutions, the expansion of an online cloud-based knowledge base, the development of educational modules for the computer-aided design of communication circuits incorporating the use of artificial intelligence, and an analysis of the results obtained.

4. Brief analytical description of the doctoral thesis and assessment of the reliability of the material on which the contributions of the dissertation are built.

The submitted dissertation comprises 206 pages of text and is structured into six chapters, an introduction, conclusions, a bibliography, and lists of publications and citations. In addition, a separately bound appendix of 95 pages is included, containing a description of the developed laboratory exercise,

characterization sheets for the elements included in the created knowledge base, and the code used for processing the data obtained from the conducted statistical study.

The introductory first chapter provides an overview of the capabilities of contemporary computer-aided design systems, with particular emphasis placed on the use of artificial intelligence to support their operation. The analytical review presented is comprehensive, the terminology employed is accurate, and the objectives and research tasks are clearly defined and well justified.

The second chapter examines in detail the mathematical methods and tools employed in the dissertation for automatic selection and statistical processing, including methods for multi-criteria decision analysis, a criteria-based binary matrix method, and methods for the processing, analysis, and visualization of survey data. Particular attention is also devoted to the methods utilized by artificial intelligence systems.

The third chapter defines the criteria for the automatic selection of appropriate online tools for determining the principal characteristics and parameters of passive components, LED matrices, transformers, and switched-mode power supplies. Examples demonstrating the successful application of these criteria are also provided.

The fourth chapter describes a methodology for the development and completion of standardized characterization sheets for various online computer-aided design tools. Through its application, the knowledge base and expert module of the Online-CADCOM platform have been expanded.

The fifth chapter presents an in-depth examination of innovative methods for employing artificial intelligence to support e-learning and computer-aided design. On the basis of these methods, a laboratory exercise entitled "Investigation of a Chebyshev Low-Pass Filter Using PSpice" has been developed. Well-founded conclusions have been drawn regarding the applicability of ChatGPT in education related to computer-aided design.

The final, sixth chapter presents more than 22,000 responses collected from students in 120 countries as part of the Global Student Survey on ChatGPT conducted between October 2024 and February 2025. The analysis of these data was performed using specially developed software code and demonstrates how students at the Technical University of Sofia utilize ChatGPT.

5. Scientific, scientific-application and application contributions of the dissertation.

In the dissertation, the author identifies eight contributions classified as scientific, scientific-applied, and practical. I accept the contributions formulated by the doctoral candidate, Katerina Kostova, which may be summarized as follows:

✓ A methodology has been developed to support students in their studies of computer-aided design (CAD) in communications through the use of ChatGPT.

✓ A methodology for the automatic selection of suitable online tools to expand the database and knowledge base for CAD within the Expert Module of Online-CADCOM has been developed and implemented. Electronic content relating to 69 online tools associated with the selection and design of passive components (resistors, capacitors, inductors, and transformers) and circuits (switched-mode power supplies and LED matrices) has been incorporated.

✓ The automatic selection of online tools has been implemented using multi-criteria methods, whereby appropriate criteria with different weighting coefficients have been defined.

✓ Based on an in-depth analysis of the application of artificial intelligence in computer-aided design systems and e-learning, reliable conclusions have been drawn indicating, on the one hand, a clear trend towards increased investment by leading companies in research in this field, and, on the other hand, insufficient awareness regarding students' attitudes and the lack of effective solutions for the practical implementation of artificial intelligence.

✓ In order to support students during laboratory exercises in computer-aided design, methods and tools for e-learning employing artificial intelligence technologies, such as ChatGPT, have been developed and implemented. For this purpose, a laboratory assignment has been proposed, piloted within the educational process, and shown to improve both the efficiency and pace of learning.

✓ Students' attitudes, perceptions, and the impact of ChatGPT on their learning at the Technical University of Sofia have been investigated through the analysis of empirically obtained data within the framework of the global study "Students' Perception of ChatGPT". Original software for the statistical processing and visualization of Likert-scale data has been developed. The conclusions derived from this research have been utilized in the development of new methodologies for the application of artificial intelligence in education related to computer-aided design.

I consider the results obtained to be original and fully compliant with the requirements for a dissertation submitted for the award of the educational and scientific degree of Doctor.

6. Assessment of the doctoral candidate's personal contribution to the achieved results

I assess the personal contribution of the doctoral candidate, MEng Katerina Kostova, on the basis of the fact that she is the sole author of one scientific publication and the first co-author of five of the remaining publications. This

provides sufficient grounds for concluding that the dissertation and the contributions presented therein are the candidate's own work.

7. Publications and citations related to the dissertation

A total of seven publications based on the dissertation research have been presented at international conferences, six of which are indexed in Scopus. According to the author's report, 96 citations have been identified in publications indexed in Scopus, of which 86 exclude self-citations by all co-authors.

The number of publications and the citations presented exceed the minimum requirements for the award of the educational and scientific degree of Doctor. I therefore accept that the principal results of the dissertation have become known to both the international and the Bulgarian scientific communities.

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

A particularly positive aspect is that the research conducted by the doctoral candidate has been carried out within the framework of four successfully completed research projects: one funded by the Bulgarian National Science Fund, one research project supporting doctoral students at the Technical University of Sofia, and two projects involving international collaboration. In addition, the developed laboratory exercise has been piloted and implemented within the educational process at the Faculty of Telecommunications.

9. Evaluation of the author's abstract with respect to the established requirements and its adequacy in reflecting the main results and contributions

The dissertation abstract fully reflects the results achieved in the dissertation, as well as its principal contributions. Furthermore, it has been prepared in accordance with the publication requirements of the Technical University of Sofia.

10. Critical remarks and recommendation

All recommendations and comments made by me in my preliminary review, as well as those raised during the preliminary discussion of the dissertation, have been adequately addressed and implemented.

Conclusion

In my opinion, the dissertation entitled "Development of Methods and Tools for E-Learning in Electronic Design Automation Using Artificial Intelligence" submitted by M.Sc. Eng. Katerina [REDACTED] Kostova meets the requirements of the Law on the Development of the Academic Staff in the Republic of Bulgaria and

its Implementing Regulations. The conclusions and summaries presented in the dissertation are logically structured and competently substantiated.

The contributions presented in the dissertation, together with the demonstrated educational level and the accumulated theoretical and practical experience of the candidate, provide me with sufficient grounds to recommend to the esteemed members of the Scientific Jury that the doctoral candidate Katerina [REDACTED] Kostova be awarded the educational and scientific degree "Doctor" in the professional field 5.3. Communication and Computer Engineering, scientific specialty "Computer-aided engineering and computer-aided design systems."

22.06.2026

Reviewer: [REDACTED]

(Assoc. prof. Dr. Eng. Boyanka Nikolova)