

Процедура ФЕА 56-НС 1-031



РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационен труд за придобиване на образователна и научна степен „доктор“ в професионално направление 5.2 Електротехника, електроника и автоматика, научна специалност „Системи с изкуствен интелект“

Автор на дисертационния труд: Стела Галинова Стойкова

Тема на дисертационния труд: Приложения на изкуствения интелект в информационните системи за управление и бизнес анализ

Рецензент: проф. Петя Копринкова-Христова

Назначена съм за външен член на Научното жури със заповед на ректора на ТУ-София, филиал Пловдив № ОЖ-5.2-48 от 19.06.2026г. и бях избрана за рецензент на първото заседание на журито на 23.06.2026г. Получих всички изисквани от Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени в Технически университет – София документи, въз основа на които е изготвена тази рецензия.

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.

Бурното развитие на Изкуствения интелект (ИИ) през последните години доведе до неговото все по-широко приложение в разнообразни области, като системи за управление на различни обекти, обработка и анализ на медицински данни, финанси, киберсигурност и много други. Приложението на ИИ в информационните системи за управление (ИСУ) е едно от направленията, което е особено актуално в момента, тъй като предоставя големи възможности за подпомагане на документооборота и оперативния анализ на нарастващия обем от информация в бизнес системите. Разработването на дигитални асистенти с ИИ на база големите езикови модели е особено атрактивно в момента, тъй като предоставя големи възможности за техническо подпомагане на събирането на информация и нейното обобщаване. Въпреки широкото разпространение на системите с ИИ и наличието на предварително обучени големи модели, те се нуждаят от допълнително обучение и адаптация към спецификата на конкретното им приложение. Това предпоставя необходимостта от разработване на адаптирани към конкретния потребител решения. Поради това поставената цел в дисертационния труд за разработване на софтуерни приложения на ИИ в информационните системи за управление и бизнес анализи и задачите, с които да бъде постигната (автоматизация на документооборота и обработката на документи с ИИ, обучаване на модели за класификация с методите за машинно обучение и разработване на интелигентен дигитален асистент) са с **най-висока степен на актуалност**.

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

Литературният обзор е основан на 187 източника, само 8 от които на кирилица, а останалите на латиница. Повече от половината са от периода 2020-2026 година, което показва **задълбочено познаване на най-новите разработки в областта на дисертационния труд**. Изследването на състоянието на проблема е задълбочено и аналитично и включва раздели, свързани с основните области на изследването, а именно ИСУ, ИИ и неговите приложения в ИСУ. Прави особено добро впечатление, че докторантката си поставя за задача да анализира публикации в световно известните бази Scopus и Web of Science и да отговори на няколко ключови въпроса свързани с известните методи и модели на ИИ, методите за тяхното обучение, генерирания научен и практически принос от внедряването им в ИСУ, както и предизвикателствата, които предстои да бъдат решени. **Творческата интерпретация на литературния материал е използвана като основа за определяне на целта и задачите на дисертационния труд**, които биха имали приносни елементи спрямо съществуващото състояние на проблема.

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

Избраната методика на изследване е в пряка връзка с поставената цел и задачи, а именно:

- ✓ Дълбоки невронни мрежи тип двупосочен енкодер BERT за извличане на данни от документи.
 - ✓ Модели на машинното обучение - дървета на решенията, KNN и SVM класификатори - за целите на двоичната класификация по ключови показатели в CRM системите.
 - ✓ Методи за допълване на липсващи данни, за обогатяване на данните с цел корекция на дисбаланса между класовете и извличане на значими характеристики с цел подобряване качеството на класификацията.
 - ✓ Големи езикови модели и методи за тяхното обучение за целите на разработвания дигитален асистент.
4. Кратка аналитична характеристика на естеството и оценка на достоверността на материала, върху който се градят приносите на дисертационния труд.

Дисертационният труд се състои от 187 страници, без приложенията. Той е разделен на 5 глави, както следва:

Глава 1 включва аналитичен обзор, на базата на който са формулирани целта и задачите на дисертационния труд.

Приносите са описани в глави 2, 3 и 4, както следва:

В глава 2 е описано подробно създаденото софтуерно решение (Hybrid DIE) за интелигентна роботизирана процесна автоматизация на документообработка. В детайли са описани обучените BERT модели за разпознаване на наименувани обекти с цел сортиране на документи. Представени са данни за точността на обучените модели. Извършен е и анализ на потенциалния икономически ефект от въвеждането на разработения в дисертацията Hybrid DIE софтуер и неговото сравнение с предлаганото на пазара решение SAP DocX в примерен сценарий за обработка на поръчки за закупуване на материали и продажби за малък бизнес.

В глава 3 са изследвани множество методи на машинното обучение (дървета на решенията и техни ансамблови версии, SVM класификатори и NN класификатори), както и методи за попълване на липсващите данни, избор на характеристики за класификация и обогатяване на данните и тяхното приложение за двоична класификация по три ключови показатели за ефективност в направления продажби, обслужване на клиенти и маркетинг - процент на надпродаване на стоки и услуги, доживотна стойност на клиента и процент на изоставяне - с използване на данни от телекомуникационен оператор и електронен магазин. Методите са сравнени по отношение на постигнатата точност на класификацията.

В глава 4 е описано в детайли разработването на интелигентен дигитален асистент, базиран на големи езикови модели, за подпомагане на обучението по програмиране и използване на роботизиран лабораторен стенд започвайки от обзор на съществуващите модели, избор на модел (GPT-2), създаване на база данни за неговото обучение, тестване на точността му и внедряване на обучените интелигентен дигитален асистент в интегрираната информационна система за управление SAP. Изследвани са и са настроени хиперпараметрите на модела. Направено сравнение с известни от литературата големи езикови модели, като е показано подобрене в следствие на обучението с базата данни и настройването на хиперпараметрите. В резултат е разработена платформа, наречена Private Edge LLMs, за обучение на големи езикови модели и бенчмарк, наречен MBV-Bench, за целите на оценяването обучените големи езикови модели да генерират код на специализирания програмен език, който се използва от роботизирания лабораторен стенд на Mitsubishi.

Глава 5 обобщава накратко изводите от глави 1, 2, 3 и 4, като до голяма степен повтаря и справката за приносите.

Приложен е и кодът на разработения в глави 2, 3 и 4 софтуер.

Всички приносни глави съдържат подробното описание на използваните модели, техните хиперпараметри, методите за тяхното обучение, както и на използваните за целта данни, тяхното маркиране и обогатяване и методите за извличане на характеристиките им за целите на класификацията. Считам, че заедно с приложенията, приносите в дисертационния труд са описани достатъчно подробно и достоверно.

5. Научни и/или научноприложни приноси на дисертационния труд

Приложената към дисертационния труд справка разделя приносите на научно-приложни и приложни. Приемам класификацията им и смятам, че те могат да бъдат определени като **създаване на нови софтуерни приложения на ИИ за специфичните нужди на ИСУ с готовност за внедряване в практиката.**

Формулирани накратко приносите са:

А. Научно-приложни:

- Разработен е и е обучен дълбок невронен модел на базата на двупосочен енкодер BERT за разпознаване на наименувани обекти за целите на автоматизацията на документоборота.
- Предложено е обогатяване на характеристиките за двоична класификация с извлечени статистически характеристики от оригиналните данни, което подобрява точността на обученния модел.
- Разработен е нов бенчмарк за оценяване на способността на обучени големи езикови модели да генерират код по потребителска заявка на специализиран програмен език MELFA Basic V.

В. Приложни:

- Анализирана е приложимостта на редица модели на машинното обучение за решаване на задачи за двоична класификация в информационни системи за управление на взаимодействията с клиенти.
- Разработен е интелигентен дигитален асистент, базиран на големия езиков модел GPT 2, за подпомагане на обучението по програмиране и използване на роботизиран лабораторен стенд.
- Разработена е платформа, наречена Private Edge LLMs, за обучение на големи езикови модели върху бази данни и корпуси от документи от специализирани научни, приложни и научно-приложни области.

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

Липсва протокол за разпределение на приносите между докторантката и нейните съавтори в публикациите, свързани с дисертационния труд. Стела Стойкова е **първи автор на три от публикациите и единствен автор на доклад на научна конференция.** Съавтор в две от публикациите е само нейният научен ръководител, а в четвъртата има още двама съавтори. По мое мнение това е несъмнено доказателство, че **Стела Стойкова има водещо участие в приносите на дисертационния труд.**

7. Преценка на публикациите по дисертационния труд: брой, характер на изданията, в които са отпечатани. Отражение в науката – използване и цитиране от други автори, в други лаборатории, страни и пр.

Представен е **списък с 4 публикации**, свързани с дисертационния труд. Първата е в списание с **импакт фактор в Q2**, втората и четвъртата са доклади на международни

конференции, включения в IEEE Xplore и реферирани в Scopus, а третата – доклад на международен симпозиум, който не е рефериран в световните бази с научни публикации. Съгласно Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени в Технически университет – София, тези публикации носят общо 70 точки, което е повече от два пъти над нужните минимум 30 точки по показател Г.

Представен е списък с 21 цитата, без да е указано коя точно публикация се цитира, а справка в Scopus показва, че вероятно цитираната публикация е първата от списъка. Това е сериозно потвърждение, че работата на докторантката е видима и се ползва от други учени по света. Освен това настоящата справка в Scopus показва още нови цитирания пак на тази публикация (общо 29 до момента).

Докторантката има общо 10 публикации, реферирани в Scopus, които имат общо 42 независими цитата и h индекс 2. Това е доказателство, че Стела Стойкова е изграден млад учен, който продължава да работи и публикува материали с видим принос в световната научна литература.

8. Използване на резултатите от дисертационния труд в научната и социалната практика. Наличие на постигнат пряк икономически ефект и пр. Документи, на които се основава твърдението.

Цитирането на публикациите на докторантката е доказателство, че те се ползват в научната практика. Не са предоставени документи за приложения в социалната практика или за постигнат пряк икономически ефект на разработените в дисертацията софтуерни решения. Авторефератът обаче описва потенциалните приложения на разработените софтуерни решения в ERP системи на предприятия за оперативен анализ, когнитивен анализ и за целите на обучението на студентите в ТУ и за научни изследвания.

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 в размер на 32 страници на български и английски език, Считам, че той отразява в достатъчна степен и по същество основните приноси моменти от дисертационния труд.

10. Мнения, препоръки и бележки.

Дисертационният труд е добре структуриран и написан. Нямам критични бележки към докторантката. Препоръчвам ѝ да продължи да работи все така отдадено и качествено в избраната от нея област на изкуствения интелект.

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

Представеният дисертационен труд и материалите към него отговарят на всички изисквания на Закона за развитие на академичния състав за присъждане на образователната и научна степен „доктор“. В заключение давам **положителна оценка** на дисертационния труд.

Всичко това ми дава основание да препоръчам на членовете на уважаемото Научно жури да присъди на **Стела Галинова Стойкова** образователната и научна степен „доктор“ в професионално направление **5.2 Електротехника, електроника и автоматика**, научна специалност „Системи с изкуствен интелект“.

Дата: 09.09.2026г.

РЕЦЕНЗЕНТ:

(проф. П. Копринкова-Христова)





REVIEW

of a dissertation for the educational and scientific degree of "Doctor" in professional field 5.2
Electrical Engineering, Electronics, and Automation, scientific specialty "Artificial
Intelligence Systems"

Author of the dissertation: Stela Galinova Stoykova

Dissertation title: Applications of Artificial Intelligence in Management Information Systems
and Business Analytics

Reviewer: Prof. Petia Koprinkova-Hristova

I was appointed as an external member of the Scientific Jury by Order No. ОЖ-5.2-48 dated June 19, 2026, issued by the Rector of the Technical University of Sofia (Plovdiv Branch), and I was selected as a reviewer at the jury's first meeting on June 23, 2026. I received all the documents required by the Regulations on the Conditions and Procedure for Acquiring Academic Degrees at the Technical University of Sofia, upon which this review is based.

1. Relevance of the problem addressed in the dissertation from both scientific and applied-scientific perspectives. The degree and levels of relevance of the problem and the specific tasks developed in the dissertation.

The rapid development of Artificial Intelligence (AI) in recent years has led to its increasingly widespread application across diverse fields, such as control systems for various entities, medical data processing and analysis, finance, cybersecurity, and many others. The application of AI in Management Information Systems (MIS) is a particularly relevant area at present, as it offers significant opportunities to support document workflows and the operational analysis of the growing volume of information within business systems. Developing AI-powered digital assistants based on large language models is currently highly attractive, as it offers significant potential for technically supporting information gathering and summarization. Despite the widespread adoption of AI systems and the availability of pre-trained large models, these systems require additional training and adaptation to the specifics of their intended application. This creates a need for solutions tailored to the specific user. Therefore, the objective set in the dissertation - to develop AI software applications for management information systems and business analytics - along with the tasks required to achieve it (automating document workflows and processing using AI, training classification models via machine learning methods, and developing an intelligent digital assistant), **are of the utmost relevance.**

2. Level of familiarity with the state of the problem and creative interpretation of the literature.

The literature review is based on 187 sources - only 8 of which are in Cyrillic, with the remainder in the Latin script. More than half date from the 2020–2026 period, demonstrating a **thorough understanding of the latest developments in the field of the dissertation**. The review of the state of the art is thorough and analytical, covering the core areas of the research - namely, Management Information Systems (MIS), Artificial Intelligence (AI), and AI applications within MIS. It is particularly impressive that the doctoral candidate has set out to analyze publications from the renowned Scopus and Web of Science databases and to address several key questions regarding established AI methods and models, training techniques, the scientific and practical contributions resulting from their implementation in MIS, and the challenges that remain to be resolved. **The creative interpretation of the literary material serves as the basis for defining the aim and objectives of the dissertation**, which offer elements of original contribution to the current state of the issue.

3. Alignment of the selected research methodology with the aim and objectives of the dissertation.

The selected research methodology is directly linked to the established aim and objectives, namely:

- ✓ Bidirectional encoder-type deep neural networks (BERT) for data extraction from documents.
 - ✓ Machine learning models - decision trees, KNN, and SVM classifiers - for binary classification based on key metrics in CRM systems.
 - ✓ Methods for imputing missing data, enriching data to correct class imbalance, and extracting significant features to improve classification quality.
 - ✓ Large language models and methods for training them for the purposes of the digital assistant under development.
4. Brief analytical characterization of the nature and assessment of the reliability of the material upon which the contributions of the dissertation are based.

The dissertation consists of 187 pages, excluding the appendices. It is divided into five chapters, as follows:

Chapter 1 presents an analytical review, based on which the aim and objectives of the dissertation are formulated.

The contributions are described in Chapters 2, 3, and 4, as follows:

Chapter 2 provides a detailed description of the developed software solution (Hybrid DIE) for intelligent robotic process automation of document handling. It details the BERT models trained for named entity recognition to facilitate document sorting and presents data on



the models' accuracy. Additionally, an analysis is conducted regarding the potential economic impact of implementing the Hybrid DIE software - developed as part of the dissertation - and a comparison is made with the commercially available SAP DocX solution, using a sample scenario involving the processing of material purchase and sales orders for a small business.

Chapter 3 examines various machine learning methods (decision trees and their ensemble versions, SVM classifiers, and NN classifiers), as well as techniques for handling missing data, feature selection, and data enrichment. It explores their application to binary classification based on three key performance indicators across sales, customer service, and marketing - upselling rate, customer lifetime value, and churn rate - using data from a telecommunications operator and an online store. The methods are compared based on the classification accuracy achieved.

Chapter 4 details the development of an intelligent digital assistant based on large language models to support programming instruction and the use of a robotic laboratory testbed; the process encompasses an overview of existing models, model selection (GPT-2), the creation of a training dataset, accuracy testing, and the deployment of the trained assistant within the SAP integrated management information system. The model's hyperparameters were also investigated and fine-tuned. A comparison was made with large language models known from the literature, demonstrating improvements resulting from training on the dataset and hyperparameter tuning. Consequently, a platform named Private Edge LLMs was developed for training large language models, along with a benchmark called MBV-Bench, designed to evaluate the models' ability to generate code in the specialized programming language used by the Mitsubishi robotic laboratory setup.

Chapter 5 briefly summarizes the conclusions from Chapters 1, 2, 3, and 4, largely reiterating the overview of contributions.

The code for the software developed in Chapters 2, 3, and 4 is also included.

All chapters presenting original contributions contain detailed descriptions of the models employed, their hyperparameters, and training methods, as well as the data used—including details on annotation, augmentation, and feature extraction for classification purposes. I believe that, together with the appendices, the contributions of the dissertation are described in sufficient detail and with a high degree of reliability.

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

The summary of contributions appended to the dissertation categorizes them into scientific-applied and applied contributions. I accept this classification and consider that they can be defined as the **development of new AI software applications tailored to the specific needs of the ISU, ready for practical implementation.**

Briefly stated, the contributions are:

A. Scientific and applied:

- A deep neural model based on the bidirectional encoder BERT has been developed and trained for named entity recognition to automate document workflows.
- An approach involving the enrichment of features for binary classification with statistical characteristics extracted from the original data has been proposed, improving the accuracy of the trained model.
- A new benchmark has been developed to evaluate the ability of trained large language models to generate code based on user requests in the specialized programming language MELFA Basic V.

B. Applied:

- The applicability of various machine learning models for solving binary classification tasks in customer relationship management (CRM) systems has been analyzed.
- An intelligent digital assistant based on the GPT-2 large language model has been developed to support training in programming and the use of a robotic laboratory testbed.
- A platform named "Private Edge LLMs" has been developed for training large language models on databases and document corpora from specialized scientific, applied, and research-and-application fields.

6. Assessment of the extent of the doctoral candidate's personal contribution to the findings.

There is no formal record detailing the distribution of contributions between the doctoral candidate and her co-authors regarding the publications associated with the dissertation. Stela Stoykova is **the first author of three of the publications and the sole author of a conference paper**. Her academic supervisor is the only co-author on two of the publications, while the fourth includes two additional co-authors. In my opinion, this constitutes undeniable evidence that **Stela Stoykova played a leading role in the contributions to the dissertation**.

7. Assessment of publications related to the dissertation: number and nature of the journals/publications. Impact on the scientific community – usage and citation by other authors, in other laboratories, countries, etc.

A **list of four publications** related to the dissertation is presented. The first appears in a **Q2 journal with an impact factor**; the second and fourth are papers from **international conferences, indexed in IEEE Xplore and Scopus**; and the third is a paper from an **international symposium** that is not indexed in global scientific publication databases. In accordance with the Regulations on the Conditions and Procedure for Acquiring Academic Degrees at the Technical University of Sofia, **these publications yield a total of 70 points - more than double the required minimum of 30 points under Criterion G**.



A list of 21 citations is presented without specifying exactly which publication is being cited; however, a check in Scopus indicates that the cited work is likely the first one on the list. This serves as strong confirmation that the PhD candidate's work is visible and utilized by other researchers worldwide. Furthermore, a current check in Scopus reveals additional citations of this same publication (bringing the total to 29 so far).

The PhD candidate has a **total of 10 Scopus-indexed publications, which have garnered 42 independent citations and an h-index of 2**. This demonstrates that Stela Stoykova is an accomplished young researcher who continues to work and publish material making a tangible contribution to global scientific literature.

8. Application of the dissertation results in scientific and social practice. Evidence of a direct economic impact achieved, etc. Documents supporting this claim.

Citations of the PhD candidate's publications demonstrate their use in scientific practice. No documentation has been provided regarding applications in social practice or the direct economic impact of the software solutions developed in the dissertation. However, **the abstract describes potential applications** of the developed software solutions in enterprise ERP systems for operational and cognitive analysis, as well as for student training at the Technical University and for scientific research.

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

The abstract comprises 32 pages in Bulgarian and English. I believe **it adequately and substantially reflects the key contributions of the dissertation**.

10. Opinions, recommendations, and notes.

The dissertation is well-structured and well-written. I have no critical remarks for the doctoral candidate. I encourage her to continue working with the same level of dedication and quality in her chosen field of artificial intelligence.

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

The submitted dissertation and the accompanying materials meet all the requirements of the Act on the Development of the Academic Staff for the award of the educational and scientific degree of "Doctor." In conclusion, I give a **positive assessment** of the dissertation.

All of this gives me grounds to recommend to the members of the esteemed Scientific Jury that they award **Stela Galinova Stoykova** the educational and scientific degree of

"Doctor" in professional field 5.2 Electrical Engineering, Electronics, and Automation, specializing in "Artificial Intelligence Systems".

Date: 09.09.2026

REVIEWER:

(Prof. P. Koprinkova-Hristova)

