

РЕЦЕНЗИЯ

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

Автор на дисертационния труд: **маг. инж. Борис Атанасов Ненчовски**

Тема на дисертационния труд: **Метод и методология за анализ на големи биомедицински данни за прецизна медицина базирани на изкуствен интелект**

Рецензент: **проф. д-р Магдалена Златкова Гарванова**, Университет по библиотекознание и информационни технологии

Настоящата рецензия е изготвена в качеството ми на член на научно жури, назначено със Заповед № ОЖ-4.6-12/10.03.2025г., заповед № ОЖ-4.6-14/18.03.2025г. и заповед № ОЖ-4.6-17/26.03.2025г. на Ректора на Техническия университет – София и протокол от първото заседание на научното жури от 21.03.2025 г.

1. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем в научно и научно-приложно отношение. Степен и нива на актуалността на проблема и конкретните задачи, разработени в дисертацията.

Изследователският проблем в дисертационния труд се характеризира с безспорна актуалност, социална значимост и практическа приложимост, насочен към анализ на големи биоинформатични данни за диагностика и съставяне на медицински профил в областта на прецизната медицина чрез разработка и внедряване на иновативни технологични решения за подобряване на човешкото здраве. Формулирани са 6 по-конкретни задачи, свързани с очертаване на съвременните предизвикателства пред персонализираната диагностика и лечение, дефиниране, селектиране и оптимизиране на алгоритми за обработка на биомедицински данни, разработка на архитектурен модел и софтуерна система и оценка на тяхната ефективност. Целта и задачите на изследването са реализирани успешно и в пълен обем.

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

В дисертационния труд са използвани 100 актуални и релевантни информационни източника (всички на латиница), което разкрива високата степен на познание и компетентност на докторанта за състоянието на изследователския проблем. Направен е задълбочен обзор и анализ на цитираните информационни ресурси, след което логически е дефинирана научната новост, приложимост и полезност на очакваните резултати от дисертационното изследване.

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

Методиката на изследването включва комплексни изследователски техники с иновативен характер като провеждане на множество симулационни експерименти, тестови измервания и моделиране на процеси и системи за валидация и оценка на потенциала на хибридни квантово-класически алгоритми и др. Считаю, че избраната методика на научните изследвания е подходяща по отношение на поставената цел и задачи и получаването на надеждни и качествени резултати.

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

Дисертационният труд е с обем от 127 страници, добре структуриран в 4 глави, увод, заключение, списък на приносите, списък на публикациите по дисертацията и използвана литература. *Първа глава* предоставя общ преглед и анализ на данни и алгоритми в прецизната медицина, целта и задачите на дисертационното изследване. *Втора глава* представя предимствата на хибридни квантово-класически модели за данни с висока размерност в прецизната медицина. *Трета глава* описва създаването на многослойна

архитектура за анализ на биомедицински данни, а последната *Четвърта глава* прави валидация и оценка на предложената архитектура чрез създаването на прототип на потребителски интерфейс. Силно впечатление правят изводите след всяка глава, които обобщават основните резултати и приноси и изграждат логическа връзка към следващото ниво на анализ. Мога да кажа, че трудът е написан на висок академичен стил, научните термини са коректно дефинирани, изследователският обхват е реалистичен, а направените препоръки превръщат изследването в завършен проект с възможност за надграждане и развитие.

5. Научни и/или научно-приложни приноси на дисертационния труд.

Резултатите от проведените изследвания съдържат следните по-значими научни и научно-приложни приноси:

1. Предложен е концептуален модел на многослойна архитектура за анализа на биомедицински данни в областта на прецизната медицина, който е скалируем, устойчив и ефикасен спрямо необходимите ресурси.

2. Предложен е иновативен метод за кодиране на генни последователности, който запазва оригиналната структура на секвенцията и намалява нейната размерност.

3. Предложен е хибридно-квантов модел за класификация на медицински изображения.

4. Дефинирани са основните видове данни, необходими за съставяне на обстоен медицински профил на пациента.

5. Дефинирани и предложени са алгоритми за кодиране на данни и машинни модели за класификация на зададените видове медицински данни, както и тяхната конкретна настройка.

6. На основата на предложения концептуален модел на многослойна архитектура за анализа на биомедицински данни е разработена система с графичен интерфейс, осигуряваща достъп до интернационални биологични бази данни, анализ на пациентски биомедицински данни, поставяне на диагноза и връзка с медицински центрове и специалисти.

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

Категорично смятам, че направените изследвания, измервания, симулации, анализи и експерименти, както и получените резултати и научни постижения в дисертационния труд на маг. инж. Борис Атанасов Ненчовски са лично негово дело, което се потвърждава и от неговата преподавателска и научноизследователска експертиза.

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.

По темата на дисертационния труд докторантът е представил 3 публикации – всички в съавторство с научния ръководител доц. д-р инж. Десислава Иванова, като на две от тях е първи автор. Публикациите са отпечатани във високорейтингови издания, индексирани в Scopus (две са със SJR) и IEEE, с което се осигуряват и надвишават минималните наукометрични изисквания за ОНС “Доктор” в ПН 4.6 “Информатика и компютърни науки”, фиксирани в ЗРАСРБ и ППЗРАСРБ. Не са представени данни за цитирания на публикациите.

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.

Създаденият метод и методология за анализ на големи биомедицински данни за прецизна медицина, базирани на изкуствен интелект и машинно обучение чрез използване на генетични секвенции, медицински изображения и докладвани от пациентите резултати ще има пряк ефект върху научната и медицинската практика, свързана с успешната диагностика и оптималното прогнозиране на генетично предразположени заболявания.

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 с обем от 32 страници и адекватно отразява дизайна на изследването, съдържанието по глави, основните резултати и получените приноси на дисертационния труд. Той е оформен съгласно академичните стандарти и напълно съответства на изискванията на Техническия университет – София за придобиване на научни степени.

10. Мнения, препоръки и бележки.

Нямам критични бележки, а по-скоро препоръка докторантът да продължава да се развива като специалист в тази иновативна и перспективна област на съвременното наукознание като биоинформатиката, да публикува в престижни и индексирани издания и да предава своя богат професионален опит на студенти и млади професионалисти.

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

На базата на съдържанието и постигнатите резултати с висок научен и научно-приложен принос смятам, че дисертацията отговаря на изискванията на ЗРАСРБ, ППЗРАСРБ и Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени в ТУ – София. Не съм установила плагиатство или друго неправомерно използване на чужди идеи в представената по конкурса научна продукция. Всичко това ми дава основание напълно убедено да дам **положителна оценка** на дисертационния труд и предлагам на уважаемото научно жури да присъди образователната и научна степен “Доктор” на **маг. инж. Борис Атанасов Ненчовски** в ПН 4.6 “Информатика и компютърни науки” по докторска програма “Информатика”.

Дата:

14.05.2025 г.

РЕЦЕНЗЕНТ:

/проф. д-р Магдалена Гарванова/

R E V I E W

on a dissertation for the acquisition of the educational and scientific degree of
“Doctor”

Author of the dissertation: **MSc Eng. Boris Atanasov Nenchovski**

Topic of the dissertation: **Method and Methodology for Analyzing Big Biomedical Data for Precision Medicine Based on Artificial Intelligence**

Reviewer: **Prof. Dr. Magdalena Zlatkova Garvanova**, University of Library Studies and Information Technologies

This review has been prepared in my capacity as a member of a scientific jury appointed by Order No. OЖ-4.6-12/10.03.2025, Order No. OЖ-4.6-14/18.03.2025 and Order No. OЖ-4.6-17/26.03.2025 of the Rector of the Technical University – Sofia and a protocol of the first meeting of the scientific jury on 21.03.2025.

1. Relevance of the problem developed in the dissertation work in scientific and scientific-applied terms. Degree and levels of relevance of the problem and the specific tasks developed in the dissertation.

The research problem in the dissertation is characterized by undeniable relevance, social significance and practical applicability, aimed at analyzing large bioinformatics data for diagnostics and compiling a medical profile in the field of precision medicine through the development and implementation of innovative technological solutions to improve human health. Six more specific tasks have been formulated, related to outlining the contemporary challenges facing personalized diagnostics and treatment, defining, selecting and optimizing algorithms for processing biomedical data, developing an architectural model and software system and assessing their effectiveness. The aim and objectives of the research have been successfully and fully implemented.

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

The dissertation uses 100 current and relevant information sources (all in

Latin), which reveals the high level of knowledge and competence of the doctoral student about the state of the research problem. An in-depth review and analysis of the cited information resources was made, after which the scientific novelty, applicability and usefulness of the expected results of the dissertation research were logically defined.

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

The research methodology includes the combination of complex research techniques of an innovative nature, such as conducting multiple simulation experiments, test measurements and modeling of processes and systems for validation and assessment of the potential of hybrid quantum-classical algorithms, etc. I believe that the chosen research methodology is appropriate in terms of the set goal and objectives and obtaining reliable and high-quality results.

4. A brief analytical description of the nature and assessment of the credibility of the material on which the contributions of the dissertation work are based.

The dissertation has a volume of 127 pages, well-structured in 4 chapters, introduction, conclusion, list of contributions, list of publications on the dissertation, and references. The *first chapter* provides a general overview and analysis of data and algorithms in precision medicine, the goal and objectives of the dissertation research. The *second chapter* presents the advantages of hybrid quantum-classical models for high-dimensional data in precision medicine. The *third chapter* describes the creation of a multi-layered architecture for biomedical data analysis, and the last, the *fourth chapter*, validates and evaluates the proposed architecture by creating a prototype of a user interface. The conclusions after each chapter are very impressive, which summarize the main results and contributions and build a logical connection to the next level of analysis. I can say that the work is written in a high academic style, scientific terms are correctly defined, the research scope is realistic, and the

recommendations made turn the research into a completed project with the possibility of upgrading and development.

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

The results of the conducted research contain the following significant scientific and scientific-applied contributions:

1. A conceptual model of a multilayer architecture for the analysis of biomedical data in the field of precision medicine is proposed, which is scalable, sustainable and efficient in terms of the required resources.

2. An innovative method for encoding gene sequences is proposed, which preserves the original structure of the sequence and reduces its dimensionality.

3. A hybrid-quantum model for medical image classification is proposed.

4. The main types of data necessary for compiling a comprehensive medical profile of the patient are defined.

5. Data encoding algorithms and machine models for classifying the given types of medical data are defined and proposed, as well as their specific settings.

6. Based on the proposed conceptual model of a multi-layered architecture for the analysis of biomedical data, a system with a graphical interface has been developed, providing access to international biological databases, analysis of patient biomedical data, diagnosis and connection with medical centers and specialists.

6. Assessment of the degree of the dissertation candidate's personal participation in the contributions.

I categorically believe that the research, measurements, simulations, analyses and experiments carried out, as well as the results and scientific achievements obtained in the dissertation work of MSc Eng. Boris Atanasov Nenčovski, are his personal work, which is also confirmed by his teaching and research expertise.

7. Assessment of publications on the dissertation work: number, nature of the editions in which they are printed. Reflection in science – use and citation

by other authors, in other laboratories, countries, etc.

On the topic of the dissertation, the doctoral student has presented 3 publications – all co-authored with the scientific supervisor Assoc. Prof. Dr. Eng. Desislava Ivanova, and in two of them he is the first author. The publications are published in high-ranking publications, indexed in Scopus (two are with SJR) and IEEE, which ensures and exceeds the minimum scientometric requirements for the educational and scientific degree of “Doctor” in professional field 4.6 “Informatics and Computer Sciences”, fixed in the Law on the Development of the Academic Staff of the Republic of Bulgaria (LDASRB) and the Regulations for the Implementation of the Law on the Development of the Academic Staff of the Republic of Bulgaria (RILDASRB). No data on the citations of the publications are presented.

8. Use of the results of the dissertation work in scientific and social practice. Presence of achieved direct economic effect, etc. Documents on which the statement is based.

The created method and methodology for analyzing large biomedical data for precision medicine, based on artificial intelligence and machine learning using genetic sequences, medical images and patient-reported results, will have a direct effect on scientific and medical practice related to successful diagnosis and optimal prediction of genetically predisposed diseases.

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

The abstract is 32 pages long and adequately reflects the design of the research, the content by chapters, the main results and the contributions of the dissertation. It is formatted according to academic standards and fully complies with the requirements of the Technical University – Sofia for the acquisition of scientific degrees.

10. Opinions, recommendations and notes.

I have no critical remarks, but rather a recommendation that the doctoral student continue to develop as a specialist in this innovative and promising field of modern science such as bioinformatics, to publish in prestigious and indexed journals, and to pass on his rich professional experience to students and young professionals.

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

Based on the content and the achieved results with high scientific and scientifically applied contribution, I believe that the dissertation meets the requirements of the LDASRB, RILDASRB and the Regulations on the terms and procedure for acquiring scientific degrees at Technical University – Sofia. I have not established plagiarism or other unlawful use of other people's ideas in the scientific production presented in the competition. All this gives me reason to give a ***positive assessment*** of the dissertation work with full conviction, and I propose to the esteemed scientific jury to award the educational and scientific degree “Doctor” to **MSc Eng. Boris Atanasov Nenchovski** in professional field 4.6 “Informatics and Computer Sciences” under the doctoral program “Informatics”.

Date:

14.05.2025

REVIEWER:

/Prof. Dr. Magdalena Garvanova/