

17.06.2026

## РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационен труд за придобиване на образователна и научна степен „доктор“ по научна специалност: Комуникационни мрежи и системи от професионално направление: 5.3 Комуникационна и компютърна техника

Автор на дисертационния труд: маг. инж. Радостина [REDACTED] Петкова

Тема на дисертационния труд: Методи и алгоритми за реализиране на холографска комуникация със свръх-ниска латентност

Рецензент: доц. д-р инж. Георги Балабанов

**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.**

Разглежданият проблем е актуален, тъй като холографската комуникация се очертава като следващ значим етап в развитието на комуникационните услуги след традиционните гласови и видеоразговори. Нейното практическо реализиране поставя редица сложни научни, технологични и инженерни предизвикателства, свързани с обработката, компресията, предаването и визуализацията на големи обеми триизмерни данни. Особено съществени са изискванията за свръх-ниска латентност, висока надеждност, високи скорости на пренос и ефективна работа с облаци от точки и други триизмерни визуални структури.

Актуалността на темата се обуславя и от ограниченията на съществуващите мобилни мрежи, както и от възможностите, които се очаква да предоставят мобилните мрежи от шесто поколение 6G. Изграждането на реална система за холографска комуникация изисква разработване на модулна архитектура, интегриране на сензорни, изчислителни и комуникационни компоненти, прилагане на подходи за регистрация и обработка на триизмерни данни, както и оценка на качеството и ефективността на реализираното решение. Значимостта на проблема надхвърля чисто научния и технологичен аспект, тъй като холографската комуникация има потенциал за широко практическо приложение в образованието, здравеопазването, индустрията, дистанционната работа и виртуалните среди от типа на метавселената.

Дисертационният труд разглежда проблема в неговата комплексност, като формулираните цели и изследователски задачи са съобразени със съвременните научни, технологични и приложни потребности в областта на комуникационните мрежи и системи.

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

Докторантката показва задълбочено и систематизирано познаване на актуалното състояние на изследвания проблем, както и на свързаните с него технологични и изследователски направления. В дисертационния труд са разгледани 176 актуални литературни източника, въз основа на които е изграден систематизиран преглед на основните концепции, подходи и технологични решения, свързани с реализирането на холографска комуникация. Направен е задълбочен анализ на актуални научни публикации и съществуващи решения в областта на холографската комуникация.

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

Избраната методика е напълно адекватна на поставените цели и изследователски задачи. Тя осигурява необходимата научна и практическа основа за комплексно изследване на проблема, като гарантира достоверност на получените резултати и позволява формулиране на аргументирани изводи относно възможностите за реализация и развитие на холографската комуникация. Предложената методика е правилно структурирана и добре обоснована спрямо комплексния характер на изследваната проблематика, свързана с холографската комуникация. Тя

демонстрира логическа последователност – от теоретичния анализ на съществуващите подходи и технологични ограничения, през архитектурното проектиране на системата, до практическата реализация, експерименталната проверка и оценката на получените резултати. Използваният системен, математически и инженерно-приложен подход позволява прецизно дефиниране на отделните функционални модули, техните взаимодействия и ролята им в цялостната архитектура на холографската комуникационна система.

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

Трудът е разработен в обем от 135 страници и обхваща въведение, пет глави и заключение и бъдеща работа. Авторът е структурирал много добре своята работа. Съдържанието на отделните глави е добре балансирано и е структурирано в под-раздели, които отразяват съответното описание на проведените експериментални изследвания и получените резултати. Текстът е ясно и грамотно написан и говори за познаването на тематиката от автора. Материалът върху който се градят приносите, е достоверен и систематизиран и е адекватен на поставените цели и задачи, а получените резултати притежават необходимата степен на достоверност за формулиране на научни и научно-приложни приноси в областта на холографската комуникация със свръх-ниска латентност. Приносите на дисертационния труд са изградени върху достатъчно представителна, проверяема и научно аргументирана база.

#### **5. Научни и научно-приложни приноси на дисертационния труд. Значимост на приносите за науката и практиката.**

Формулираните в началото на дисертацията цели и задачи са амбициозни, но маг. инж. Радостина Петкова ги е решила успешно, предлагайки нови методи и подходи. Мога да кажа, че трудът съдържа несъмнени научни, научно-приложни и приложни приноси. Те могат да бъдат оценени като значими, тъй като разглеждат актуален и комплексен проблем, намиращ се на пресечната точка между комуникационните мрежи от ново поколение, обработката на триизмерни визуални данни, изкуствения интелект и системите за холографско телеприсъствие.

Приносите на дисертационния труд могат да бъдат обобщени по следния начин:

- **Научният принос** се изразява в разработването на оригинални алгоритми за регистрация и компресия на тримерни визуални данни и облаци от точки, които съдържат елементи на новост, доказани са чрез експериментални резултати и имат обобщаем характер извън рамките на конкретната реализирана система;
- **Научно-приложните приноси** на дисертационния труд се изразяват в разработването и оценката на методи, алгоритми и архитектурни решения за практическа реализация на холографска комуникация и системи за холографско телеприсъствие. В труда са дефинирани функционалните компоненти на системите за телеприсъствие, идентифицирани са основните предизвикателства пред тяхното реализиране и е извършен сравнителен анализ на съществуващи практически разработки. Разработен е подход за извличане на триизмерна сцена от заобикалящата среда чрез детектиране на семантични триизмерни обекти, както и е проведено изследване и оценка на практически реализирана система.

Съществен принос представлява дефинирането и класификацията на мрежовите ключови показатели за ефективност, свързани с реализацията на холографските комуникационни системи, както и оценката на възможностите и ограниченията на мобилни мрежи от пето и шесто поколение (5G и 6G) спрямо тези показатели. В труда са систематизирани потенциални подходи за оптимизация на комуникационната мрежа и потребителската страна, като е анализирана и ролята на изкуствения интелект за постигане на изискванията за ниска латентност, висока надеждност и ефективна обработка на големи обеми триизмерни данни.

- **Приложните приноси** на дисертационния труд се изразяват в практическата реализация на система за холографско телеприсъствие чрез прилагане на модулен архитектурен подход и хардуерна имплементация на основните ѝ компоненти. Реализирани са

програмни блокове от ключови слоеве на системата, включително колектор на данни, модул за обработка на данни и модул за изграждане и подравняване на триизмерна сцена.

Съществен приложен резултат е внедряването на алгоритми за калибрация и извличане на триизмерна сцена в разработения модул за обработка на данни, което позволява практическо заснемане, обработка и реконструкция на пространствена информация. Допълнително е създадена база данни от облаци от точки, представящи различни изгледи към даден триизмерен обект, която може да служи за обучение, тестване и сравнение на алгоритми за триизмерна обработка.

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

За мен не буди никакво съмнение, че основните приноси в дисертационния труд са лично дело на докторантката под методичното ръководство на нейния научен ръководител. Представените архитектурни решения, алгоритми, програмни реализации и експериментални резултати показват ясно изразено самостоятелно участие на автора в цялостния изследователски процес. Личното участие на дисертантката е ясно изразено в дефинирането на функционалните компоненти на системите за телеприсъствие, разработването и оценката на алгоритми за триизмерна сцена, регистрация и компресия на облаци от точки, анализа на мрежовите показатели за ефективност и ролята на 5G/6G мрежите, както и в създаването на база данни и рамка за оценка на триизмерни данни.

#### ***7. Преценка на публикациите по дисертационния труд.***

Броят на авторските публикации, отразяващи резултатите от дисертационния труд, е осем, като в шест от тях маг. инж. Радостина Петкова е първи автор. Публикациите са на английски език и са публикувани в утвърдени международни списания и научни форуми, като сред тях се открояват три — две в Sensors и една в IEEE Access. В резултат на извършена справка в научните бази данни установих, че част от публикациите по дисертационния труд са получили видим научен отзвук, изразен в цитирания. Общия брой цитирания надхвърля 50. Считам, че публикационната дейност по дисертационния труд е на изключително високо научно ниво, получила е необходимата международна публичност и в количествено и качествено отношение напълно удовлетворява и дори надхвърля изискванията за придобиване на образователната и научна степен „доктор“.

#### ***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.***

Характерът на получените резултати и формулираните приноси предполага тяхното използване преди всичко в научната и научно-приложната практика. Резултатите имат потенциал за приложение и в социалната практика, доколкото холографската комуникация е свързана с бъдещи решения за дистанционно обучение, телемедицина, индустриално сътрудничество, виртуални среди и метавселени. Не са представени документи, удостоверяващи постигнат пряк икономически ефект, но такъв не следва да бъде водещ критерий при оценката на дисертационен труд с преобладаващо научно-изследователски и научно-приложен характер. Към момента значимостта на резултатите се изразява основно в тяхната научна апробация, приложимост за бъдещи разработки и възможност за използване като технологична и методическа основа при проектиране на холографски комуникационни системи. Твърденията се основават на съдържанието на дисертационния труд, представените авторски публикации, експерименталните резултати и установените цитирания на част от публикациите по темата.

#### ***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 отразява съдържателно съществени моменти от дисертационния труд, спазени са изискванията в съответствие с образеца за изготвяне на авторефератите по дисертационните трудове.

#### **10. Мнения, препоръки и бележки.**

Представеният ми за мнение дисертационен труд е много добре структуриран, цялостен и завършен. Нямам съществени критични бележки към дисертационния труд. Посочените препоръки и забележки не омаловажават постигнатите научни, научно-приложни и приложни резултати, а са с редакционно-стилистичен характер.

- Имам забележки относно оформлението на част от дисертационния труд. Добре би било да се увеличи размера на текста във фигурите, както и да се използва еднотипна номерация на страниците - номерацията на труда включва и римски и арабски цифри.
- Препоръчително е част от съкращенията използвани в текста да се заменят с пълните наименования
- Предвид, че дисертационният труд съдържа едновременно практическа реализация на система за телеприсъствие и разработване на алгоритми за регистрация и компресия, би било полезно в още по-ясен вид да се представи цялостна end-to-end оценка на приноса на отделните алгоритми върху латентността, качеството на реконструкцията и потребителското преживяване. Това не намалява стойността на постигнатите резултати, а по-скоро очертава естествена посока за тяхното по-нататъшно развитие и интеграция.

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

По обем и значимост на научните приноси, оригиналност на творческите постижения и по степен на разгласяване на научните резултати в различни издания и форуми, трудът има качествата и отговаря на изискванията за дисертация за получаване на образователната и научната степен "доктор"

От направения разбор на трудовете (дисертация и публикации към нея) считам, че те отговарят напълно на изискванията на Закона за развитие на академичния състав. С дълбока вътрешна убеденост давам положителна оценка и препоръчвам на Научното жури да присъди на маг. инж. Радостина [REDACTED] Петкова образователната и научна степен "доктор" в професионално направление: 5.3. „Комуникационна и компютърна техника“ по научна специалност: „Комуникационни мрежи и системи“.

Дата: 15.06.2026

Рецензент: [REDACTED]  
( доц. д-р инж. Георгги Балабанов )

DMC H-095  
17-06-2026



## REVIEW

of a dissertation thesis for acquiring the educational and scientific degree of "Doctor" in the scientific specialty: Communication Networks and Systems in professional field: 5.3 Communication and Computer Technology

**Author of the dissertation:** M.Sc. Eng. Radostina [REDACTED] Petkova

**Dissertation topic:** Methods and Algorithms for the Implementing Holographic-Type Communication with Ultra-Low Latency

**Reviewer:** Assoc. Prof. Dr. Eng. Georgi Balabanov

**1. Relevance of the problem addressed in the dissertation from a scientific and scientific-applied perspective. Degree and levels of relevance of the problem and of the specific tasks developed in the dissertation.**

The problem under consideration is highly relevant, since holographic communication is emerging as the next major stage in the development of communication services after conventional voice and video calls. Its practical implementation poses a number of complex scientific, technological, and engineering challenges related to the processing, compression, transmission, and visualization of large volumes of three-dimensional data. The requirements for ultra-low latency, high reliability, high transmission rates, and efficient handling of point clouds and other three-dimensional visual structures are particularly significant.

The relevance of the topic is also determined by the limitations of existing mobile networks, as well as by the capabilities expected to be provided by sixth-generation mobile networks (6G). The development of a real holographic communication system requires the design of a modular architecture, the integration of sensing, computing, and communication components, the application of approaches for the registration and processing of three-dimensional data, and an assessment of the quality and efficiency of the implemented solution. The significance of the problem goes beyond its purely scientific and technological aspects, since holographic communication has the potential for broad practical application in education, healthcare, industry, remote work, and virtual environments such as the metaverse.

The dissertation examines the problem in its full complexity, and the formulated objectives and research tasks are aligned with contemporary scientific, technological, and applied needs in the field of communication networks and systems.

**2. Degree of knowledge of the state of the problem and creative interpretation of the literature.**

The doctoral candidate demonstrates a thorough and systematic knowledge of the current state of the research problem, as well as of the related technological and research areas. The dissertation examines 176 current literature sources, on the basis of which a systematic review of the main concepts, approaches, and technological solutions related to the implementation of holographic communication has been developed. A comprehensive analysis has been carried out of current scientific publications and existing solutions in the field of holographic communication.

**3. Compliance of the selected research methodology with the aim and tasks of the dissertation.**

The selected methodology is fully adequate to the stated objectives and research tasks. It provides the necessary scientific and practical basis for a comprehensive study of the problem, ensures the reliability of the obtained results, and enables the formulation of well-argued conclusions regarding the possibilities for the implementation and further development of holographic communication. The proposed methodology is properly structured and well justified in view of the complex nature of the investigated subject matter related to holographic communication. It demonstrates a logical sequence, from the theoretical analysis of existing approaches and technological limitations, through the architectural design of the system, to practical implementation, experimental verification, and evaluation of the obtained results. The applied systemic, mathematical, and engineering-oriented approach enables

the precise definition of the individual functional modules, their interactions, and their role within the overall architecture of the holographic communication system.

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

The dissertation comprises 135 pages and includes an introduction, five chapters, and a section on conclusions and future work. The author has structured the work very well. The content of the individual chapters is well balanced and organized into subsections that appropriately reflect the description of the experimental studies conducted and the results obtained. The text is written clearly and competently, demonstrating the author's knowledge of the subject area. The material on which the contributions are based is reliable, systematic, and adequate to the stated objectives and tasks, while the obtained results possess the necessary degree of reliability for the formulation of scientific and scientific-applied contributions in the field of holographic communication with ultra-low latency. The contributions of the dissertation are based on a sufficiently representative, verifiable, and scientifically substantiated foundation.

**5. Scientific and scientific-applied contributions of the dissertation. Significance of the contributions for science and practice.**

The objectives and tasks formulated at the beginning of the dissertation are ambitious; however, MSc Eng. Radostina Petkova has addressed them successfully by proposing new methods and approaches. I may state that the dissertation contains unquestionable scientific, scientific-applied, and applied contributions. They may be assessed as significant, since they address a current and complex problem located at the intersection of next-generation communication networks, three-dimensional visual data processing, artificial intelligence, and holographic telepresence systems.

The contributions of the dissertation may be summarized as follows:

- The scientific contribution consists in the development of original algorithms for the registration and compression of three-dimensional visual data and point clouds. These algorithms contain elements of novelty, have been validated through experimental results, and possess a generalizable character beyond the specific implemented system;
- The scientific-applied contributions of the dissertation consist in the development and evaluation of methods, algorithms, and architectural solutions for the practical implementation of holographic communication and holographic telepresence systems. The dissertation defines the functional components of telepresence systems, identifies the main challenges to their implementation, and provides a comparative analysis of existing practical developments. An approach has been developed for extracting a three-dimensional scene from the surrounding environment through the detection of semantic three-dimensional objects, and a practically implemented system has been studied and evaluated.

A significant contribution is the definition and classification of network key performance indicators related to the implementation of holographic communication systems, as well as the assessment of the capabilities and limitations of fifth- and sixth-generation mobile networks (5G and 6G) with respect to these indicators. The dissertation systematizes potential approaches for optimizing both the communication network and the user side, and analyzes the role of artificial intelligence in meeting the requirements for low latency, high reliability, and efficient processing of large volumes of three-dimensional data.

- The applied contributions of the dissertation are expressed in the practical implementation of a holographic telepresence system through the application of a modular architectural approach and the hardware implementation of its main components. Software blocks from key layers of the system have been implemented, including a data collector, a data processing module, and a module for building and aligning a three-dimensional scene.

A substantial applied result is the integration of algorithms for calibration and three-dimensional scene extraction into the developed data processing module, which enables the practical capture, processing, and reconstruction of spatial information. In addition, a database of point clouds has been created, representing different views of a given three-dimensional

object, which may serve for the training, testing, and comparison of algorithms for three-dimensional processing.

#### ***6. Assessment of the degree of the doctoral candidate's personal contribution.***

For me, there is no doubt that the main contributions in the dissertation are the personal work of the doctoral candidate, carried out under the methodological guidance of her scientific supervisor. The presented architectural solutions, algorithms, software implementations, and experimental results clearly demonstrate the author's independent participation in the overall research process. The doctoral candidate's personal contribution is clearly expressed in the definition of the functional components of telepresence systems; the development and evaluation of algorithms for three-dimensional scenes, registration, and point-cloud compression; the analysis of network performance indicators and the role of 5G/6G networks; and the creation of a database and an evaluation framework for three-dimensional data.

#### ***7. Evaluation of the publications related to the dissertation.***

The number of author publications reflecting the results of the dissertation is eight, with MSc Eng. Radostina Petkova being the first author in six of them. The publications are written in English and have been published in established international journals and scientific forums, among which three are particularly notable: two in *Sensors* and one in *IEEE Access*. As a result of a search in scientific databases, I found that some of the publications related to the dissertation have received visible scientific recognition, expressed through citations. The total number of citations exceeds 50. I consider the publication activity related to the dissertation to be of an exceptionally high scientific level. It has received the necessary international visibility and, in both quantitative and qualitative terms, fully satisfies and even exceeds the requirements for the award of the educational and scientific degree of "Doctor".

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

The nature of the obtained results and the formulated contributions suggests their use primarily in scientific and scientific-applied practice. The results also have potential for application in social practice, insofar as holographic communication is related to future solutions for distance learning, telemedicine, industrial collaboration, virtual environments, and metaverses. No documents have been presented certifying a direct economic effect achieved; however, such an effect should not be a leading criterion in the evaluation of a dissertation of predominantly scientific-research and scientific-applied character. At present, the significance of the results is expressed mainly in their scientific validation, applicability to future developments, and potential use as a technological and methodological basis for the design of holographic communication systems. These statements are based on the content of the dissertation, the presented author publications, the experimental results, and the established citations of some of the publications on the topic.

#### ***9. Assessment of the compliance of the dissertation abstract with the requirements for its preparation, as well as of the adequacy with which the main statements and contributions of the dissertation are reflected.***

The dissertation abstract substantively reflects the essential aspects of the dissertation, and the requirements have been observed in accordance with the template for preparing dissertation abstracts.

#### ***10. Opinions, recommendations, and remarks.***

The dissertation submitted for my opinion is very well structured, comprehensive, and complete. I have no substantial critical remarks regarding the dissertation. The recommendations and remarks indicated below do not diminish the achieved scientific, scientific-applied, and applied results, but are editorial and stylistic in nature.

- I have remarks regarding the formatting of part of the dissertation. It would be advisable to increase the size of the text in the figures and to use a uniform page numbering system, since the dissertation currently includes both Roman and Arabic numerals.
- It is recommended that some of the abbreviations used in the text be replaced with their full forms.
- Given that the dissertation includes both the practical implementation of a telepresence system and the development of algorithms for registration and compression, it would be useful to present, in an even clearer manner, an overall end-to-end assessment of the contribution of the individual algorithms to latency, reconstruction quality, and user experience. This does not reduce the value of the achieved results; rather, it outlines a natural direction for their further development and integration.

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

In terms of the scope and significance of the scientific contributions, the originality of the creative achievements, and the degree of dissemination of the scientific results in various publications and forums, the work possesses the qualities and meets the requirements for a dissertation submitted for the award of the educational and scientific degree of "Doctor".

Based on the analysis of the works (the dissertation and the publications related to it), I consider that they fully meet the requirements of the Development of the Academic Staff in the Republic of Bulgaria Act. With firm conviction, I give a positive assessment and recommend that the Scientific Jury award M.Sc. Eng. Radostina [redacted] Petkova the educational and scientific degree of "Doctor" in Professional Field 5.3 "Communication and Computer Technology", Scientific Specialty "Communication Networks and Systems".

Date: 15.06.2026

Reviewer: [redacted]  
(Assoc. Prof. Dr. Eng. Georgi Balabanov)