

ОТК 78-НС 1-094

19.06.2026



РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационен труд за придобиване на образователна и научна степен „доктор“
Професионално направление 5.3. Комуникационна и компютърна техника
Научна специалност: Комуникационни мрежи и системи

Автор на дисертационния труд: маг. инж. Атанас [REDACTED] Влахов

Тема на дисертационния труд: **Интелигентно управление на мрежи за достъп с отворени интерфейси за реализация на услуги, критични към качеството на обслужване**

Рецензент: проф. д-р инж. Габриела [REDACTED] Атанасова

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.

Преходът към клетъчните мрежи от пето поколение (5G) и бъдещите от шесто поколение (6G) мрежи поставя изключително високи и хетерогенни изисквания към мрежовата инфраструктура, вариращи от много малко закъснение за автономни превозни средства до огромна пропускателна способност за холографски комуникации. Традиционните архитектури за радиодостъп (RAN) се оказват неефективни за справяне с тази динамика и сложност. В този контекст, дисертационният труд на Атанас Влахов е изключително актуален, тъй като адресира важни проблем с гарантирането на качеството на обслужване (QoS) и нивото на удовлетвореност на крайния потребител от комуникационната услуга (QoE) чрез интегриране на изкуствен интелект (AI) и машинно обучение (ML) в архитектурата на отворените мрежи за радиодостъп (Open RAN, O-RAN).

Настоящият дисертационен труд е фокусиран върху изследване, разработване и валидиране на методологии и алгоритми, базирани на изкуствен интелект и машинно обучение, за интелигентно управление и оптимизация на Open RAN мрежи.

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

Представеният материал показва, че докторантът маг. инж. Атанас Георгиев Влахов задълбочено е проучил голям брой от значимите научни публикации в областта на O-RAN архитектурите, методите за машинно обучение, QoS и QoE в клетъчните мрежи за мобилни комуникации. Общият брой на цитираните литературни източници е 138, като по-голямата част от тях са публикувани през последните десет години, което е следствие от актуалността на темата. Въз основа на това правилно са формулирани целта на дисертационния труд и задачите за нейното постигане.

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

Избраната от докторанта методика на изследване, обхващаща теоретично формулиране, симулационно моделиране и експериментално валидиране в реални условия, съответства на поставените в дисертационния труд задачи, като отчита сложността на разглеждания проблем.

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

Структурата на дисертационния труд съответства на темата му, отделните глави са добре балансирани по обем и притежават логическа обвързаност.

Дисертационният труд е разработен в обем от 193 страници, включващ 70 фигури, 13 таблици и две приложения. Структуриран е в следните части: въведение, осем глави, заключение, списък на авторските публикации по дисертацията, списъци на използваните съкращения, фигури и таблици, и списък на използваната литература.

В **първа глава** е направен обзор на архитектурите на мрежите за достъп, включително GSM/GPRS, GERAN, UTRAN, E-UTRAN, NG-RAN, D-RAN, C-RAN, F-RAN, SD-RAN, xRAN и O-RAN. Особено внимание е отделено на O-RAN архитектурата, като са представени основните функционални блокове, заедно с функциите които изпълняват. Разгледани са интерфейсите в O-RAN архитектурата, както и възможностите за внедряване на AI/ML модели. Прецизно е формулирана целта на дисертационния труд и задачите, които трябва да бъдат решени за постигането ѝ.

Втора глава е посветена на приложението на машинното обучение в клетъчните мрежи. В нея са разгледани различни модели на машинно обучение и са очертани концептуалните и архитектурни предпоставки за използване на AI/ML в O-RAN.

В **трета глава** са представени дефиниции за качеството на обслужване (QoS) и ниво на удовлетвореност на крайния потребител от комуникационната услуга (QoE). Взаимовръзката и корелационните модели между QoS и QoE също е разгледана. Определени са услугите в клетъчните мрежи за мобилни комуникации, критични към QoS. Специално внимание е обърнато на ролята на O-RAN и AI/ML в гарантирането на качеството на услугата.

Четвърта глава е посветена на проектиране и имплементиране на 5G/LTE тестова мрежа базирана на O-RAN. Първо са разгледани архитектурите на водещите тестови платформи за изследване, разработване и тестване на 5G/LTE мрежи, като са анализирани техните функционални възможности и основни сценарии на приложение. След това са представени физическата и логическата

архитектура на разработената от докторанта тестова мрежа базирана на O-RAN. Накрая е оценена и работоспособността на разработената тестова мрежа.

В **пета глава** са представени методите и алгоритмите за приложение на AI/ML в клетъчните мрежи за мобилни комуникации.

Шеста глава разглежда различни модели за прогнозиране на QoS и QoE за услуги в клетъчни мрежи за мобилни комуникации.

В **седма глава** са представени експерименталната методология и характеристиките на средата за валидиране на предложения ML-базиран модел за прогнозиране на пропускателната способност при C-V2X (Cellular Vehicle-to-Everything), както и резултати от изследванията.

В **осма глава** е демонстрирана практическата реализация на динамично разпределение на радиоресурсите в реална O-RAN среда, с цел гарантиране на QoS за мултимедийни услуги.

5. Научни и/или научноприложни приноси на дисертационния труд.

Основните научни и научно-приложни приноси могат да се обобщят, както следва:

- Проектиране, изграждане и внедряване на пълнофункционална O-RAN базирана тестова мрежа като експериментална платформа за изследване и валидиране на решения.
- Дефиниран е потребителско-центричен подход за оценка и моделиране на QoE, основан на анализ на влияещите фактори и на корелационните зависимости между QoS и QoE.
- Разработени са AI/ML модели за прогнозиране на QoE при различни услуги, осигуряващи висока точност и ефективно, проактивно управление на качеството на обслужване в 5G/O-RAN мрежи.
- Демонстрирана е практическа реализация за автоматизирано управление на ресурси в O-RAN мрежи, осигуряваща възстановяване на QoS/QoE чрез динамично network slicing и приоритизиране на трафика.

Считам, че тези приноси правилно отразяват постигнатото от автора в процеса на проведените изследвания и несъмнено ще намерят своята приложимост.

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

Въз основа на дисертационния труд, постигнатите научни резултати и публикационната дейност на маг. инж. Атанас [REDACTED] Влахов считам, че формулираните научни и научно-приложни приноси са резултат от неговата самостоятелна изследователска работа.

7. Преценка на публикациите по дисертационния труд.

По материалите на дисертационния труд докторантът представя впечатляващ списък от 14 публикации, които включват статии в реномирани списания като IEEE Open Journal of the Communications Society, IEEE Access, Electronics (MDPI), Sensors (MDPI), Journal of Mobile Multimedia, както и доклади на престижни международни конференции, което доказва високото качество и значимост на проведените изследвания. В пет от публикациите маг. инж. Атанас Влахов е първи автор.

Считам, че работата е получила необходимата публичност. Същността и обема на направените публикации и доклади напълно отразяват разработените проблеми от дисертационния труд.

8. Мнения, препоръки и бележки.


Предложеният за рецензиране дисертационен труд представлява цялостно и завършено научно изследване, разработено на високо научно и методическо ниво. Трудът е логически структуриран, добре аргументиран и коректно оформен.

Научната област на дисертацията е перспективна и с висока значимост за развитието на 5G/6G мрежите, поради което препоръчвам на маг. инж. Атанас Влахов да продължи своята научноизследователска дейност в разглежданото направление.

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

В резултат на представените публикации и приноси в дисертационния труд смятам, че той съответства на изискванията на „Закона за развитие на академичния състав в Република България“, Правилника за неговото приложение и Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени в Технически университет – София. Давам **положителна оценка** на дисертационния труд и предлагам на уважаемото Научно жури да присъди на маг. инж. Атанас Влахов образователната и научна степен **„доктор“** по професионално направление 5.3 Комуникационна и компютърна техника, научна специалност „Комуникационни мрежи и системи“.

16.06.2026 г.
гр. София

РЕЦЕНЗЕНТ: 
/проф. д-р инж. Габриела Атанасова/

0. PK JS - HC /
19.06.2026



REVIEW

on a doctoral thesis for the award of an educational and scientific degree "Doctor"
Professional field: 5.3 Communication and Computer Engineering
Scientific speciality: Communication Networks and Systems

Author of the dissertation: **Atanas Vlahov, M.Sc. Eng.**

Dissertation topic: **INTELLIGENT MANAGEMENT OF ACCESS NETWORKS WITH OPEN INTERFACES FOR THE IMPLEMENTATION OF QOS-CRITICAL SERVICES**

Reviewer: **Prof. Gabriela [REDACTED] Atanasova, PhD Eng.**

1. Relevance of the problem and the specific tasks developed in the doctoral thesis.

The transition to fifth-generation (5G) cellular networks and future sixth-generation (6G) networks imposes extremely demanding and heterogeneous requirements on network infrastructure, ranging from ultra-low latency for autonomous vehicles to holographic communications. Traditional Radio Access Network (RAN) architectures have proven inefficient in addressing this level of complexity. In this context, the doctoral thesis of Atanas Vlahov is highly relevant, as it addresses an important challenge related to ensuring Quality of Service (QoS) and Quality of Experience (QoE) for end users through the integration of Artificial Intelligence (AI) and Machine Learning (ML) into the architecture of Open Radio Access Networks (Open RAN).

The present doctoral thesis is focused on the investigation, development, and validation of methodologies and algorithms based on Artificial Intelligence and Machine Learning for the intelligent management and optimization of Open RAN networks.

2. Degree of topic knowledge and creative interpretation of the literary material.

The presented material demonstrates that the PhD candidate, M.Sc. Eng. Atanas Georgiev Vlahov has conducted an in-depth review of numerous significant scientific publications on O-RAN architectures, machine learning methods, Quality of Service (QoS), and Quality of Experience (QoE) in cellular mobile communication networks. The total number of cited references is 138, the majority of which have been published within the last ten years, reflecting the high relevance and timeliness of the research topic. Based on the adequate literature review, the aim of the dissertation was precisely formulated.

3. Consistency of the selected research methodology with the dissertation goal and tasks.

The research methodology chosen by the PhD candidate, encompassing theoretical formulation, simulation modelling, and experimental validation under real-world conditions, is consistent with the tasks defined in the dissertation and takes into account the complexity of the problem under consideration.

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

The structure of the dissertation corresponds to its topic, and the individual chapters are well balanced in terms of volume and exhibit logical coherence.

The dissertation has a total length of 193 pages and includes 70 figures, 13 tables, and two appendices. It is structured as follows: an introduction, eight chapters, a conclusion, a list of the candidate's publications related to the dissertation, lists of abbreviations, figures, and tables, and a bibliography.

The **first chapter** presents an overview of radio access network architectures, including GSM/GPRS, GERAN, UTRAN, E-UTRAN, NG-RAN, D-RAN, C-RAN, F-RAN, SD-RAN, xRAN, and O-RAN. Particular attention is given to the O-RAN architecture, where the main functional blocks and their respective functions are described. The interfaces within the O-RAN architecture are also examined, along with the possibilities for implementing AI/ML models. The objective of the dissertation and the tasks required for its achievement are precisely formulated.

The **second chapter** is dedicated to the application of machine learning in cellular networks. It presents various machine learning models and outlines the conceptual and architectural prerequisites for applying AI/ML within O-RAN.

The **third chapter** presents definitions of Quality of Service (QoS) and Quality of Experience (QoE) in telecommunications networks. The interrelationship and correlation models between QoS and QoE are also examined. Services in cellular mobile communication networks that are critical to QoS are identified. Special attention is given to the role of O-RAN and AI/ML in ensuring service quality.

The **fourth chapter** is dedicated to the design and implementation of a 5G/LTE test network based on O-RAN. First, the architectures of leading test platforms for the research, development, and testing of 5G/LTE networks are reviewed, and their functional capabilities and main application scenarios are analyzed. Next, the physical and logical architecture of the O-RAN-based test network developed by the PhD candidate is presented. Finally, the functionality and operational performance of the developed test network are evaluated.

Chapter Five presents methods and algorithms for applying AI/ML in cellular mobile communication networks.

Chapter Six examines various models for predicting QoS and QoE for services in cellular mobile communication networks.

Chapter Seven presents the experimental methodology and environmental characteristics used to validate the proposed ML-based model for predicting throughput in C-V2X (Cellular Vehicle-to-Everything), as well as the research results.

Chapter Eight demonstrates the practical implementation of dynamic radio resource allocation in a real O-RAN environment to ensure QoS for multimedia services.

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

- Design, construction, and implementation of a fully functional O-RAN-based test network as an experimental platform for research and validation of solutions.
- A user-centric approach for QoE evaluation and modelling has been defined, based on the analysis of influencing factors and the correlation dependencies between QoS and QoE.
- AI/ML models have been developed for QoE prediction across different services, providing high accuracy and enabling efficient proactive quality of service management in 5G/O-RAN networks.
- A practical implementation for automated resource management in O-RAN networks has been demonstrated, enabling QoS/QoE recovery through dynamic network slicing and traffic prioritization.

These contributions correctly reflect what the author has achieved.

6. Evaluation of the degree of personal participation of the PhD candidate.

Based on the dissertation, the achieved scientific results, and the publication activity of Atanas [REDACTED] Vlahov M.Sc. Eng., I consider that the formulated scientific and applied scientific contributions are a result of his independent research work.

7. Assessment of dissertation publications.

In the materials of the dissertation, the PhD candidate presents an impressive list of 14 publications, which includes articles in reputable journals such as the IEEE Open Journal of the Communications Society, IEEE Access, and journals published by MDPI, including Electronics and Sensors, Journal of Mobile Multimedia, as well as papers presented at prestigious international conferences. This demonstrates the high quality and significance of the research. In five of the publications, Atanas Vlahov M.Sc. Eng. is the first author.

All this shows that the work has received the necessary dissemination. The essence and scope of the publications and conference papers fully reflect the research problems addressed in the dissertation.

8. Comments, recommendations, and remarks.

The submitted dissertation thesis for review is a comprehensive, completed scientific study, developed to a high scientific and methodological standard. The work is logically structured, well-argued, and properly formatted.

The scientific field of the dissertation thesis is of high significance for the development of 5G/6G networks; therefore, I recommend that M.Sc. Eng. Atanas [REDACTED] Vlahov to continue his research activity in this field.

Conclusion with a positive or negative dissertation assessment

As a result of the presented publications and contributions in the dissertation thesis, I believe that it meets the requirements of the "Law on the Development of the Academic Staff in the Republic of Bulgaria", the Regulations for its Application, and the Regulations for the Conditions and Procedures for Obtaining Scientific Degrees at the Technical University in Sofia. I give a positive assessment of the dissertation and propose to the Honourable Scientific Jury to award **Atanas [REDACTED] Vlahov, M.Sc. Eng.** educational and scientific degree "Doctor" in professional field 5.3 Communication and Computer Engineering, scientific speciality Communication Networks and Systems.

16.06.2026
Sofia

REVIEWER: [REDACTED]
/Prof. Gabriela Atanasova, PhD Eng./