

РЕЦЕНЗИЯ

**от проф. д-р инж. Михаил Петков Илиев,
Русенски университет „Ангел Кънчев“, гр. Русе,
на дисертационния труд на инж. Мирослав Георгиев Неделчев
на тема „Изследване на възможности за изграждане на софтуерно
дефинирана радиосистема за динамичен достъп до честотните
ресурси“,
представен за придобиване на образователната и научна степен
„Доктор“ по докторска програма „Комуникационни мрежи и системи“**

1. Актуалност и значимост на разработвания научен проблем

Радиотехнологиите навлязоха масово в бита на хората. При ограничения радиочестотен ресурс, управлението и регулацията в използването на този ресурс е задължителна задача на глобално ниво. Във връзка с това, проблематиката на дисертационния труд е актуална и научно значима. Считаю, че съдържанието на предложеното изследване е в съответствие с темата на дисертационен труд.

2. Обща характеристика и структура на дисертационния труд

Дисертационният труд е разработен в обем от 143 страници и е структуриран в предговор, четири глави и заключение. В увода е разгледана актуалността на тематиката на дисертационния труд, формулирана е целта и са определени задачите на изследването, обекта и предмета на изследване. В първа глава са анализирани и представени съвременните концепции за подобряване използваемостта на честотните ресурси, софтуерните архитектури за автоматизирано следене и съществуващите проекти за софтуерно дефинирано радио. Дадени са архитектурата и изследванията за разработване и създаване на единна унифицирана платформа, която да отговаря на изискванията, предявявани към софтуерно дефинираните радиосистеми и способности за осигуряване на ефективното използване на

радиочестотния спектър. Описани са основните проблеми при реализиране и внедряване на платформи в сложни самонастройващи се радиомрежи и предизвикателствата при контрола над тях. Във втора глава са представени методите и техниките за следене на честотни ресурси. Следене на границата на интерференция и възможности за оптимизиране на цялостния процес по откриване на честотни ресурси. Представени са модели за споделяне и изискванията при споделяне на честотни ресурси. Представен е подход за компютърно подпомагано предоставяне на честотни канали, възможните рискове и изисквания към формата на данните за споделяне. В трета глава са представени подходите за изграждане на система, базирана на идеята за споделяне на ресурси, подходите за определяне на местоположение като съществен елемент за определяне на изходящата мощност при излъчване. Представен е подход за изграждане на сигурни комуникации чрез комплементарни сигнали. В четвърта глава са представени подходи за използване на получената информация за пространствено разположение на потребители за реализиране на автоматизирано управление на софтуерно дефинирана радио комуникационна мрежа за динамичен достъп до честотните ресурси, чрез ортогонално разделяне и мултиплексиране. Предложен е и подход за реализиране на софтуерно дефинирани радио-комуникационни системи чрез ортогонално честотно разделяне и мултиплексиране, посредством използване на сложни комплементарни сигнали.

При разработването на дисертационния труд са цитирани 123 литературни източника, в т.ч. 22 на кирилица и 101 на латиница. Представени са 35 фигури, 6 таблици и 3 листинга. По обем, структура и съдържание дисертационният труд съответства на изискванията за научноизследователски труд за присвояване на образователна и научна степен „Доктор“.

3. Характеристика на приносите в дисертационния труд. Достоверност на материала

Рецензията на дисертационен труд има за цел извършването на анализ на софтуерно дефинираните радиосистеми и синтез на алгоритми за сигурен обмен на информация посредством използване на сложни сигнали и

получената информация за пространственото разположение на потребителите за осигуряване на динамичен достъп до честотните ресурси. Същият е с теоретико-приложна насоченост, което се определя от формулираната цел, поставените задачи и подход за тяхното решаване. Извършеното изследване, направените анализи и предложените нови решения за постигане на целта на дисертационния труд създават представа за завършеност и разкриват перспективи за бъдещи изследвания. Приемам формулираните от докторанта приноси, както следва:

- Анализирани са предизвикателствата в безжичните комуникационни мрежи и системи и са показани методите за решаване на задачата за динамичен достъп до честотните ресурси § 1.1, § 1.5.
- Анализирани са методите и техниките за следене на електромагнитната среда и е представен подход за компютърно подпомогано предоставяне на честотни канали § 2.
- Обоснован е подход за изграждане на софтуерни архитектури за автоматизирано следене и управление на радиочестотния спектър § 2.6.
- Анализирани са стандартите за споделено използване на честотни ресурси в нелицензирания диапазон и структурата на канал за предаване на данни с използване на OFDM § 3.1.
- Предложени са класификация и изисквания към алгоритмите за определяне на пространственото местоположение на потребителите и подход за приложение на добитата информация за подобряване използването на електромагнитния спектър § 3.2.1.
- Разработен е алгоритъм за приложение на информацията за пространственото разположение на потребителите в процеса на автоматизирано управление на софтуерно дефинирана радио-комуникационна мрежа, реализирана чрез § 4.1.
- Разработен е подход за реализиране на софтуерно дефинирани радио-комуникационни системи за скрит (шумозашитен) обмен на данни, чрез използване на сложни

комплементарни сигнали в система, базираща се на ортогонално честотно разделяне и мултиплексиране § 4.4.

4. Оценка на научните резултати и приносите на дисертационния труд

Оценявам приносите в дисертационния труд на инж. Мирослав Неделчев като научно-приложни и ги класифицирам, както следва:

- Обогаляване на знания и системи чрез формулиране на иновативни подходи в съществуващи научни области;
- Създаване на модифицирани алгоритми, методи и схеми за получаване на потвърдителни факти.

5. Оценка на публикациите по дисертацията и авторството

Основните резултати от дисертационния труд, са представени в 4 публикации на български език. Една от публикациите е самостоятелна, а 3 са в съавторство. Публикациите са представени на научно-технически конференции с международно участие в страната, публикувани в пълен текст в сборниците на конференциите. Всички публикации са в периодични издания с ISSN. В публикациите са изложени основните изводи от дисертационния труд. Нямам информация за известни цитирания на публикациите на дисертанта. Не ми е представен разделителен протокол за публикациите в съавторство. Приемам за равностойно участието на докторанта във всички публикации, в които има съавторство.

Считам, че публикациите на докторанта по дисертацията съдържат основните приноси, за които претендира. Това съответства на изискванията на Закона за развитие на академичния състав и на Правилника за неговото приложение за публикуване на най-съществените части от дисертационния труд. Нямам данни за цитирания на публикациите, представени по дисертационния труд.

6. Литературна осведоменост и компетентност на докторанта

Изследването, представено в дисертационния труд, е направено въз основа на актуални литературни публикации в книги и специализирани

международни списания, което доказва способностите и компетенциите на автора при обработка на специализирана научна литература. Докторантът е приложил библиография, в която са цитирани български, руски и източници на английски език. Цитирани са 123 литературни източника, от които 22 на кирилица и 101 на латиница.

7. Оценка за автореферата

Авторефератът към дисертацията е в обем от 40 страници. Той отразява напълно съдържанието на дисертационния труд и съответства на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България и Правилника за приложението му.

8. Критични бележки и препоръки

Към дисертационния труд имам следните по-съществени забележки и препоръки:

- В записката са използвани много абривиатури, които би било добре да се разшифроват в началото или в края на дисертационния труд;
- В записката има неточности в някои формулировки и технически грешки (стр. 11, 15, 49 и др.);
- В дисертационния труд ненужно подробно, като в учебник, се дават описания на известни технологии, протоколи и стандарти;
- Препоръчам на кандидата да представи резултати от изследването в дисертационния труд в научни появи или издания, реферирани и индексирани в световно признати бази данни.

9. Лични впечатления и други въпроси, по които рецензентът счита, че следва да вземе отношение

Нямам преки впечатления от научното развитие на Мирослав Неделчев. От преподаватели в НВУ "Васил Левски" зная, че е дългогодишен член на IEEE и има изявени научни интереси. Познавам го отскоро в съвместната ни работа в експертни групи за акредитация на професионално

направление 5.3. „Комуникационна и компютърна техника“, в които той е бил отговорен и точен при изпълнение на поставените му задачи.

10. Заключение

Представеният ми за рецензиране дисертационен труд може да се класифицира като научно-приложно изследване по актуален проблем с научно-приложни приноси и публикувани резултати. Дисертацията и авторефератът към нея отговарят на изискванията на Закона за развитие на академичния състав, Правилника за прилагането му и процедурните правила на Националния военен университет „Васил Левски“.

11. Оценка на дисертационния труд

Анализът на представения дисертационен труд и на формулираните изводи и приноси в него ми дават основание да дам положителна оценка на работата.

Предлагам на уважаемите членове на научното жури да присъдят образователна и научна степен „Доктор“ на инж. Мирослав Георгиев Неделчев в област на висшето образование 5. „Технически науки“, професионално направление 5.3 „Комуникационна и компютърна техника“, научна специалност „Комуникационни мрежи и системи“.

31.05.2023 г.

Гр. Русе

Рецензент:

/проф. дн Михаил Илиев/

R E V I E W

**by Prof. PhD Eng. Mihail Petkov Iliev,
Angel Kanchev University of Ruse, Ruse,
on the dissertation work of Eng. Miroslav Georgiev Nedelchev
of the topic "Research on the possibilities of building a software-defined
radio system for dynamic access to frequency resources" ,
presented for the acquisition of the educational and scientific degree
"Doctorate of Philosophy" in the doctoral program "Communication
networks and systems"**

1. Relevance and significance of the developed scientific problem

Radio technologies have massively entered people's lives. With a limited radio frequency resource, management and regulation in the use of this resource is a mandatory task at the global level. In this regard, the issues of the dissertation work are current and scientifically significant. I believe that the content of the proposed research is in accordance with the topic of a dissertation work.

2. General characteristics and structure of the dissertation work

Dissertation is developed in a volume of 143 pages and is structured in a preface, four chapters and a conclusion. In the introduction, the topicality of the subject of the dissertation work is discussed, the goal is formulated and the tasks of the research, the object and the subject of the research are defined. In the first chapter, modern concepts for improving the usability of frequency resources, software architectures for automated monitoring and existing software-defined radio projects are analyzed and presented. The architecture and research to develop and create a single unified platform to meet the requirements of software defined radio systems and capabilities to ensure the efficient use of radio frequency spectrum is provided. The main problems in realizing and deploying platforms in complex self-tuning radio networks and the challenges in controlling them are described. The second chapter presents the methods and techniques for monitoring frequency resources. Monitoring of the interference boundary and opportunities to optimize the overall process of detecting frequency resources.

Sharing models and frequency resource sharing requirements are presented. An approach to computer-aided provisioning of frequency channels, the possible risks and requirements for the format of the data to be shared are presented. In the third chapter, the approaches to building a system based on the idea of resource sharing, the approaches to determining location as an essential element in determining the output power in broadcasting are presented. An approach for building secure communications through complementary signals is presented. In the fourth chapter, approaches are presented for using the received information on the spatial location of users to implement automated management of a software-defined radio communication network for dynamic access to frequency resources, through orthogonal division and multiplexing. An approach for realizing software-defined radio-communication systems through orthogonal frequency division and multiplexing, through the use of complex complementary signals, is also proposed.

During the development of the dissertation, 123 literary sources were cited, including 22 in Cyrillic and 101 in Latin. 35 figures, 6 tables and 3 listings are presented. In terms of volume, structure and content, the dissertation corresponds to the requirements for research work for the award of the educational and scientific degree "Doctorate of Philosophy"

3. Characteristics of the contributions in the dissertation work. Credibility of the material

Reviewed dissertation aims at the analysis of software-defined radio systems and the synthesis of algorithms for secure information exchange by using complex signals and the received information about the spatial location of users to ensure dynamic access to frequency resources. The same one has a theoretical-applied orientation, which is determined by the formulated goal, the set tasks and an approach to solving them. Research and analyzes are made and the new solutions proposed to achieve the aim of the dissertation create an idea of completion and reveal perspectives for future research. I accept the contributions formulated by the PhD student as follows:

- Challenges in wireless communication networks and systems are analyzed and methods for solving the task of dynamic access to frequency resources are shown § 1.1, § 1.5.

- The methods and techniques for monitoring the electromagnetic environment are analyzed and an approach for computer-aided designation of frequency channels is presented § 2.

- An approach to building software architectures for automated monitoring and management of the radio frequency spectrum is justified § 2.6.

- The standards for shared use of frequency resources in the unlicensed range and the structure of a data transmission channel using OFDM § 3.1 are analyzed.

- Classification and requirements for the algorithms for determining the spatial location of users and an approach for applying the obtained information to improve the use of the electromagnetic spectrum are proposed § 3.2.1.

- An algorithm has been developed for the application of information on the spatial location of users in the process of automated management of a software-defined radio-communication network, realized through § 4.1.

- An approach has been developed to implement software-defined radio-communication systems for hidden (noise-protected) data exchange by using complex complementary signals in a system based on orthogonal frequency division and multiplexing § 4.4.4.

4. Evaluation of the scientific results and contributions of the dissertation work

I evaluate the contributions in the dissertation work of Eng. Miroslav Nedelchev as scientific and applied and classify them as follows:

- Enrichment of knowledge and systems by formulating innovative approaches in existing scientific fields;

- Creation of modified algorithms, methods and schemes for obtaining confirmatory facts.

5. Evaluation of dissertation publications and authorship

The main results of the dissertation are presented in 4 publications in Bulgarian. One of the publications has been published alone by the author, and 3 are co-authored. The publications were presented at scientific and technical conferences with international participation in the country, published in full text in the proceedings of the conferences. All publications are in periodicals with ISSN. The publications present the main conclusions of the dissertation work. I have no

information about known citations of the dissertation's publications. I have not been presented with a separation protocol for co-authored publications. I accept as equal the participation of the doctoral student in all publications in which he is a co-author.

I believe that the PhD student's dissertation publications contain the main contributions he claims. This corresponds to the requirements of the Law on the Development of the Academic Staff and the Regulations for its Application for the publication of the most essential parts of the dissertation work. I have no information on citations of the publications presented for the dissertation work.

6. Literary awareness and competence of the doctoral student

The research presented in the dissertation is based on current literary publications in books and specialized international journals, which proves the author's abilities and competences in processing specialized scientific literature. The doctoral student has attached a bibliography in which Bulgarian, Russian and English language sources are cited. 123 literary sources are cited, of which 22 are in Cyrillic and 101 are in Latin.

7. Evaluation of the auto-reference

The abstract for the dissertation is 40 pages long. It fully reflects the content of the dissertation and corresponds to the requirements of the Law on the Development of the Academic Staff in the Republic of Bulgaria and the Regulations for its application.

8. Critical notes and recommendations

I have the following more important remarks and recommendations regarding the dissertation work:

- Many abbreviations are used in the note, which would be good to decipher at the beginning or at the end of the dissertation;
- The memo contains inaccuracies in some wording and technical errors (pages 11, 15, 49, etc.);
- In the dissertation, descriptions of known technologies, protocols and standards are given in unnecessary detail, as in a textbook;

- I recommend the candidate to present research results in the dissertation work in scientific publications or publications, referenced and indexed in globally recognized databases

9. Personal impressions and other matters on which the reviewer considers it necessary to take a position

I have no direct impressions of Miroslav Nedelchev's scientific development. I know from professors at Vasil Levski National University that he is a long-time member of IEEE and has prominent scientific interests. I have known him recently in our joint work in expert groups for accreditation of professional direction 5.3. "Communication and Computer Engineering", in which he was responsible and punctual in completing the tasks assigned to him.

10. Conclusion

My dissertation submitted for review can be classified as a scientific-applied research on a current problem with scientific-applied contributions and published results. The dissertation and the accompanying abstract meet the requirements of the Law on the Development of the Academic Staff, the Regulations for its Implementation and the procedural rules of the Vasil Levski National Military University.

11. Evaluation of the dissertation work

The analysis of the presented dissertation work and the formulated conclusions and contributions in it give me reason to give a positive assessment of the work.

I propose to the respected members of the scientific jury to award the educational and scientific degree „Doctorate of Philosophy,, to Eng. Miroslav Georgiev Nedelchev in the field of higher education 5. "Technical sciences", professional direction 5.3 "Communication and computer technology", scientific specialty "Communication networks and systems".

31.05.2023

Ruse

MADE THE REVIEW:

/Prof. D.Sc Mihail Iliev/