



## СТАНОВИЩЕ

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

по професионално направление 5.2 „Електротехника, електроника и автоматика“  
научна специалност „Методи, преобразуватели и уреди за измерване и контрол на физико-химични и биологични величини“

Автор на дисертационния труд: проф. д-р. инж. Марин Беров Маринов

Тема на дисертационния труд: „Интелигентни сензорни системи за екологичен мониторинг”

Изготвил становището: член на научното жури проф. д-р. Тихомир Борисов Таков

### 1. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем

Дисертационният труд представя научните изследвания на автора в областта на сензориката. Мониторингът на околната среда включва наблюдение и изучаване на околната среда, като предоставя надеждни данни и ценна информация чрез аналитично обучение. Този научнообоснован подход е първите три стъпала на стълбата на познанието, което води до по-добро разбиране на проблемите и вземане на информирани решения. Понастоящем пазарът на технологии за мониторинг и изследване на околната среда е над 20 млрд. евро.

Трите основни подхода за разработване на инструменти за екологични изследвания са разработването на нови сензорни технологии, проектирането на ефективни алгоритми с помощта на усъвършенствани методи като машинно обучение и изкуствен интелект и използването на широкообхватни сензорни мрежи за наблюдение на параметрите на околната среда. Тези подходи се допълват взаимно за подобряване на мониторинга на околната среда.

В дисертацията е представено използването на тези подходи при създаването на интелигентни сензорни системи за наблюдение на основни параметри на околната среда, включително качеството на въздуха, качеството на водата, качеството на почвата и параметрите на шума. Разгледани са и съвременните методи за обработка на сензорни сигнали и изграждане на широкообхватни безжични сензорни мрежи. Тези системи са обект на засилени изследвания от представители на световната научна област през последните години. Проблемът е с висока степен на актуалност в световната научна общност, като свидетелство за това е непрестанно нарастващият брой статии и доклади на форуми.

В пряка връзка със споменатото по-горе е и оценката ми за актуалност и оригиналност на разработената тема.

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

Решаването на задачите в дисертационния труд изискват от автора много задълбочени познания в областта на системите за мониторинг на околната среда. От анализа на представените от автора таблица, представляваща минималните изисквания за защита съгласно Правилника на Технически университет - София, става очевидно, че професор Марин Маринов е постигнал резултати, които му придават право да инициира процедура за защита на разработената от него дисертация с цел присъждане на научната степен "доктор на науките". Спрямо изискваните минимум 350 точки, той е достигнал над 2800 точки, което значително превишава установения минимум.

В рамките на оценката на текущото състояние на изследваната област, е проведен критичен преглед на наличните системи за мониторинг на околната среда, използвани за различни приложения. Основната цел на дисертацията е насочена към разработката на



нискобюджетни интелигентни сензорни системи и IoT устройства, предназначени за наблюдение на ключови параметри във въздушната среда, водите за пиене, почвата и нивата на шумово замърсяване в урбанизирани области. За постигането на целта се прилагат модерни подходи, методи и алгоритми за сливане и подобряване на качеството на данните, генерирани от тези системи.

Дисертационният труд е с обем от 411 страници и се състои от увод, 7 глави, приноси, списък на използвана литература, включваща 442 източника и 5 приложения, като включва 207 фигури и 52 таблици. Цялостното оформление на труда е отлично, езикът на изложението е ясен с използване на специализирани понятия и терминология.

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

Целта и задачите на дисертационния труд са поставени ясно и разбираемо. Методиката за изследване е основана на сравнителен критичен литературен обзор и системите за мониторинг на околната среда. Дисертантът представя структурен подход за разработка и реализация на интелигентни устройства, използващи нискобюджетни сензори и микроконтролери с ограничени ресурси. Тези устройства са насочени към различни приложения, като трябва да бъдат мобилни, да поддържат безжична комуникация и да позволяват широкообхватен мониторинг с висока времева и пространствена разделителна способност. След анализа става ясно, че използването на нискобюджетни сензори и подходящи алгоритми, внедрени върху микроконтролери с ограничени ресурси, може да доведе до постигането на задоволителни точности при измерванията, особено в по-ограничени обхвати, които са ключови за оценка на контролирани параметри на околната среда. Проучени са спецификациите на интелигентни сензорни системи за мониторинг на околната среда и последните тенденции в техния развой. В допълнение, са анализирани нелинейни оптимизационни задачи, произтичащи от метода на полилинеаризация, и е предложен подход за оценка на шумовите параметри на сензори. Също така, са представени методи и алгоритми за повишаване на точността на сензорни данни. Новаторски методи за локализация и откриване на обекти са обосновани, като същевременно са представени числени алгоритми за калибриране и подобряване на точността на устройствата за екологичен мониторинг. Извършен е анализ на нов стохастичен подход за оценка на параметрите на сензорите, като са предложени съответни методи и алгоритми за увеличаване на точността на сензорните данни. Методите за анализ и оценка са удачно избрани, като резултатите показват много доброто владение на изследователския инструментариум. Избраната методика на изследването съответства с поставената цел и задачи на дисертационния труд.

### **4. Научни, научно - приложни и приложни приноси на дисертационния труд**

Представеният в дисертацията материал, върху който се градят приносите, има научен и научно-приложен характер. Достоверността на получените резултати се доказва с направените 64 публикации в авторитетни списания и конференции у нас и в чужбина и с използването на резултатите му от чуждестранни и наши автори (цитати). Авторът на дисертационния труд е формулирал общо 5 научни и 12 научно-приложни приноса. Приемам представената справка за научните и научно-приложните приноси. Те са добре структурирани и отразяват изпълнението на целта и всички поставени задачи.

Приносите са от научно и научно-приложно естество и могат да се отнесат към групата създаване на нови методи за изследване и алгоритми. По-важните приноси могат да бъдат обобщени по следния начин:



4.1 Научни приноси с характер на обогатяване на съществуващите знания при проектирането и изследването на сензорни системи:

- Предложени и реализирани са нов адаптивен алгоритъм и обобщен подход за линейно апроксимиране на сензорни характеристики и за линейна интервална апроксимация
- Разработен и верифициран е иновативен подход за полигонална апроксимация на несамопресичащи се сензорни предавателни функции, зададени в точков или аналитичен вид.
- Обосновани са и доказани аналитично две алтернативни нелинейни оптимизационни задачи, възникващи при полилинеаризацията.
- Разработени са подобрени алгоритми за калибриране и повишаване на точността на устройства за екологичен мониторинг.

4.2. Научно-приложни приноси, доказващи с нови средства на съществени нови страни в съществуващи научни проблеми при изследването на сензорни системи:

- Предложена е система за откриване и проследяване на обекти с използване на безпилотни летателни апарати
- Разработени и верифицирани са интелигентни сензорни системи за мониторинг на параметри на въздух, питейна вода, почва и шум в урбанизирани среди.
- Разработени и реализирани са мултисензорни системи и мащабируеми мобилни сензорни системи за мониторинг на основни параметри на въздуха базирани на нискобюджетни сензори и контролери с ограничени изчислителни ресурси.
- Изследвана и верифицирана е сензорна система за измерване на влажността на почвата
- Разработени и верифицирани са мобилни безжични системи за измерване и картографиране на основни шумови параметри.

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

Дисертантът подкрепя теоретичния анализ с експерименти и представя резултатите в реномирани международни научни списания и научни форуми.

Основните резултати от дисертационния труд са намерили място в 64 публикации, от които 49 са в реферирани и индексирани в световно известни бази данни.

От тях:

- 12 са статии в чуждестранни списания с Импакт фактор ;
- 7 са статии в списания без Импакт фактор;
- 40 са доклади на международни конференции у нас и в чужбина (Германия, Чехия, Словакия, Хърватска).

Резултатите от дисертацията са публикувани в известни научни издания като Electronics, Energies, Sensors, Computation, Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering на Springer и други.

Четири от публикациите са самостоятелни, което е критерий за личното му участие в подготовката на труда.

След завършването на конкурса за професура през 2020 г., авторът има над 220 цитирания в Scopus и WoS, което подчертава широката признателност в научната общност както в страната, така и в чужбина, към резултатите от дисертацията.

Налични са 11 научноизследователски проекта по тематиката на труда,

Тези факти недвусмислено доказват личния принос на кандидата в изследванията и публикациите.

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

Дисертационният труд, който е в актуална област на електрониката, е написан ясно, разбираемо, с точен и стегнат език, отлично техническо оформление. Авторът показва много



добро владее на теоретичния материал и съвременните средства за анализ, проектиране и изследване. Общото впечатление, което оставя дисертационният труд, е задълбочеността при неговата разработка.

Част от информацията в уводната част на дисертационният труд и приложенията може да бъде дадена в по-обобщен вид.

На някои от фигурите, надписите са на английски език, а е добре да се преведат на български.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дисертантът показва много добри изследователски възможности. Налице са научни, научно-приложни и приложни приноси, достатъчно на брой и качество публикации по темата на труда, отразяване на резултатите му от научната общност. Считаю, че дисертационният труд отговаря на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България и в частност на изискванията, заложи в Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени в ТУ-София. Оценявайки актуалността на дисертационния труд, задълбочеността му, наличието на научни, научно-приложни и приложни приноси, достойние на изследванията му до научната общност и международното признание, предлагам на научното жури да присъди на проф. д-р. Марин Беров Маринов научната степен „доктор на науките” по:

област на висше образование: 5.Технически науки,

професионално направление: 5.2. Електротехника, електроника и автоматика,

научна специалност: „Методи, преобразуватели и уреди за измерване и контрол на физико- химични и биологични величини“

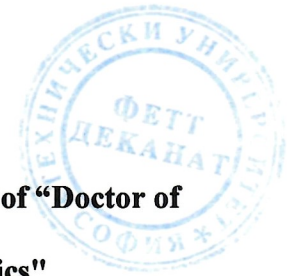
6.03.2024 год.  
София



Изготвил становището: (п)  
/проф. д-р Т. Таков/



ФЕТТ 75-НС2-066



## POSITION

**on the thesis submitted for awarding the educational and scientific degree of "Doctor of Science"**

**in professional field 5.2 "Electrical Engineering, Electronics and Automatics"**

**scientific discipline "Methods, converters and devices for measurement and control of physiochemical and biological quantities"**

**Author of the thesis: Prof. Dr. Eng. Marin Berov Marinov**

**Topic of the thesis: "Intelligent sensor systems for environmental monitoring"**

**Member of the Scientific Jury: Prof. DSc. Tihomir Borisov Takov**

### 1. Relevance of the topic discussed in the thesis

The thesis presents the author's research in the field of sensorics. Environmental monitoring involves observation and study of the environment to provide reliable data and valuable information through analytical learning. This science-based approach comprises the first three rungs on the ladder of knowledge leading to a better understanding of problems and informed decision-making. The market for environmental monitoring and research technologies is currently over €20 billion.

The three main approaches for developing tools for environmental research are the development of new sensor technologies, the design of efficient algorithms using advanced methods such as machine learning and artificial intelligence, and the use of large-scale sensor networks to monitor environmental parameters. These approaches complement one another to improve environmental monitoring.

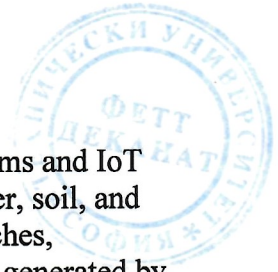
This thesis presents the use of these approaches in the design of intelligent sensor systems for monitoring basic environmental parameters including air quality, water quality, soil quality, and noise parameters. State-of-the-art methods for sensor signal processing and building wide-area wireless sensor networks are also discussed. These systems have been the subject of increased research by representatives of the global scientific community in recent years. The problem is of great relevance to the world scientific community, as evidenced by the ever-increasing number of articles and papers.

The above is a good reason for me to state the relevance and originality of the discussed topic.

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

Solving the problems defined in the thesis required that the author have a thorough knowledge of environmental monitoring systems. From the analysis of the table, submitted by the author, presenting the minimum requirements for the defense of a thesis according to the Regulations of the Technical University - Sofia, it becomes obvious that Professor Marin Marinov has achieved results that entitle him to initiate the procedure for the defense of the thesis study in the procedure for awarding the degree of Doctor of Science. Compared to the required minimum of 350 points, he has achieved over 2800 points thus significantly exceeding the established minimum.

As part of the evaluation of the current status of the study area, the work does a critical review of available environmental monitoring systems used for various applications. The main



objective of the thesis focuses on the development of low-cost smart sensor systems and IoT devices designed to monitor key parameters in the air environment, drinking water, soil, and noise pollution levels in urban areas. To achieve this objective, advanced approaches, methods, and algorithms are used to combine and improve the quality of the data generated by these systems.

The thesis has a length of 411 pages and consists of an introduction, 7 chapters, contributions, a list of references used to include 442 sources, and 5 appendices, including 207 figures and 52 tables. The overall layout of the work is excellent, the language is clear with the use of specialized concepts and terminology.

### **3. Correspondence of the selected research methodology, the aim and objectives of the thesis with the contribution it makes**

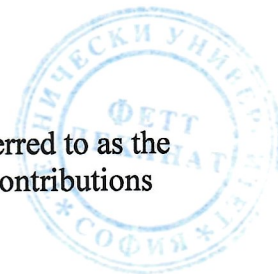
The aim and objectives of the thesis are clearly and comprehensibly stated. The research methodology is based on a comparative critical literature review of environmental monitoring systems. The thesis presents a structured approach to the design and implementation of smart devices using low-cost sensors and microcontrollers with limited resources. These devices target a variety of applications and must be mobile, support wireless communication, and enable wide-area monitoring with high temporal and spatial resolution. Based on this analysis, it becomes clear that the use of low-cost sensors and appropriate algorithms implemented on resource-constrained microcontrollers can lead to satisfactory measurement accuracies, especially in more limited ranges that are key for the assessment of controlled environmental parameters.

The specifications of intelligent sensor systems for environmental monitoring and recent trends in their development are studied. In addition, nonlinear optimization problems arising from the polylinearization method are analyzed, and an approach for estimating sensor noise parameters is proposed. Also, methods and algorithms for improving the accuracy of sensor data are presented. Novel methods for object localization and detection are justified as well as numerical algorithms for calibrating and improving the accuracy of environmental monitoring devices are presented. A new stochastic approach to estimating sensor parameters is analyzed, and respective methods and algorithms are proposed to increase the accuracy of sensor data. The analysis and estimation methods are well chosen, and the results show a very good command of the research toolbox. The chosen research methodology is consistent with the stated aim and objectives of the thesis.

### **4. Scientific, scientific-applied, and applied contribution of the thesis**

The material presented in the thesis, on which the contribution is built, has a scientific and scientific-applied character. The credibility of the obtained results is proven by the 64 publications in reputable journals and conferences at home and abroad and by the use of its results by foreign and national authors (citations). The author of the thesis has formulated a total of 5 scientific and 12 scientific and applied contributions.

I hereby accept the submitted reference of scientific and scientific-applied contributions. They are well structured and demonstrate that the aim and objectives have been achieved.



The contributions are of a scientific and scientific-applied nature and can be referred to as the group - creation of new research methods and algorithms. The more important contributions can be summarized as follows:

4.1 Scientific contribution like enriching existing knowledge in the design and research of sensor systems:

- A new adaptive algorithm and a generalized approach for linear approximation of sensor features and linear interval approximation are proposed and implemented.
- An innovative approach for polygonal approximation of non-self-crossing sensor transfer functions specified in pointwise or analytical form is developed and verified.
- Two alternative nonlinear optimization problems arising in polylinearization are justified and proven analytically.
- Improved algorithms for calibration and accuracy enhancement of environmental monitoring devices are developed.

4.2 Scientific-applied contribution which proves by new means significant new aspects of existing scientific problems in the study of sensor systems:

- A system for object detection and tracking using unmanned aerial vehicles is proposed.
- Intelligent sensor systems for monitoring air, drinking water, soil, and noise parameters in urban environments are developed and verified.
- Multi-sensor systems and scalable mobile sensor systems for monitoring basic air parameters based on low-cost sensors and controllers with limited computational resources are developed and implemented.
- A sensor system for soil moisture measurement is investigated and verified.
- A mobile wireless system for measuring and mapping basic noise parameters is developed and verified

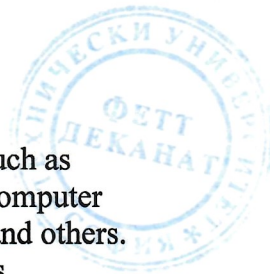
## 5. Assessment of the publications on the thesis

The author of the thesis supports the theoretical analysis with experiments and presents the results in reputable international scientific journals and forums. The main results of the thesis have been described in 64 publications, 49 of which are in refereed and indexed world-renowned databases.

These are as follows:

- 12 are articles in foreign journals with Impact Factor.
- 7 are articles in journals without Impact Factor.
- 40 are papers presented at international conferences in the country and abroad (Germany, Czech Republic, Slovakia, Croatia).

ФЕТТ 75 - HC2 - 066



The results of this thesis have been published in well-known scientific journals such as Electronics, Energies, Sensors, Computation, Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social Informatics, and Telecommunications Engineering of Springer and others. Four of the publications are in sole authorship, which is a criterion of the author's involvement in the preparation of the thesis.

After being awarded the title of Professor in 2020, the author has more than 220 citations in Scopus and WoS, which demonstrates his acknowledgment by the scientific community, both in the country and abroad of the results described in the thesis.

There are 11 research projects on the thesis topic.

These facts definitively prove the personal contribution of the candidate in the research and the publications.

## 6. Comments, recommendations, and remarks

The thesis, which is in a topical area of electronics, is written in clear, understandable, precise, and concise language, with an excellent technical layout. The author shows a very good command of the theoretical material and modern tools of analysis, design, and research. The thesis leaves with an overall impression of an in-depth work.

Some of the information in the introductory part of the thesis and the appendices could be given in a more summarized form.

The captions of some of the Figures are in English, and it would be better to translate them into Bulgarian.

## CONCLUSION

The thesis demonstrates very good research capabilities. There are scientific, scientific-applied, and applied contributions, the publications on the topic of the work are sufficient in number and quality, and acknowledgment of its results by the scientific community. I believe that the thesis meets the requirements of the Law for the Development of Academic Staff in the Republic of Bulgaria and in particular the requirements set out in the Regulations for the Conditions and Procedure for the Acquisition of Scientific Degrees at TU-Sofia. Appreciating the topicality of the thesis, the in-depth study, the presence of scientific, scientific-applied, and applied contributions, the dissemination of the results of the research in the scientific community, and the international recognition, I propose that the Scientific Jury award Prof. Dr. Marin Berov Marinov the scientific degree of Doctor of Science in:

Field of higher education: 5. Technical Sciences

Professional field: 5.2 Electrical Engineering, Electronics and Automatics,

Scientific discipline: "Methods, converters, and devices for measurement and control of physiochemical and biological quantities"

06.03.2024

Sofia



Jury Member:

(n)

/Prof. DSc. T. Takov/

