

14.11.2023

СТАНОВИЩЕ

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

Автор на дисертационния труд: маг. инж. Ивайло [REDACTED] Начев

Тема на дисертационния труд: Средства и алгоритми за автоматично кацане на безпилотни летателни апарати, чрез радиочестотна обработка и псевдо конично сканиране

Член на научното жури: проф. д-р инж. Станимир [REDACTED] Садинов

1. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем в научно и научноприложно отношение.

Темата за използването на безпилотните летателни апарати (БЛА), през последните години е обект на активен изследователски интерес в последните години. Съществуват интересни разработки за тяхната навигацията, управление и автоматичното им приземяване, като повечето от тях са базирани на диференциални GPS системи. Докторантът предлага интересен подход за изследване на възможностите и разработване на система за автоматично кацане на БЛА, чрез анализ, разработване и изследване на средства и алгоритми за позициониране с радиочестотна обработка и псевдо конично сканиране (ПКС) с намалена изчислителна сложност. Подобна идея се прилага в антените с конично сканиране за автоматично скачане на космически апарати. Интегрирането на тази технология в площадки за безпилотно приземяване на БЛА, би позволило кацането им в трудно достъпни пространства на открито и закрито. Проблемите, които се решават са свързани с анализа и дефинирането на основните изисквания и технически параметри на радио комуникационната система, която да реализира поставената идея.

В научно и научноприложно отношение в дисертационния труд са решени множество задачи, свързани с проектиране, симулиране, изработка и измерване на различни елементи и средства на система с псевдо конично сканиране. С оглед приложимостта на предложените идеи са изследвани и оценени ограничителните условия на работа, систематичната и случайната грешка на позициониране и на тази база са разработени алгоритми за автоматично кацане и следене на БЛА, използващи специален опростен подход за определяне на ъгловите координати на обекта.

Методите за обработка на информацията и научните подходи, които са използвани, са свързани с теоретичен и симулационен анализ в областта на средствата и алгоритми за автоматично кацане на БЛА, чрез радиочестотна обработка и ПКС. В последствие от тях е извършена практическа реализация на системата за автоматично кацане и следене на БЛА. Проведени са практически експерименти, с които са потвърдени теоретичните и симулационни данни. Представена е приложимост на разработените средства и алгоритми за автоматично кацане на БЛА, чрез радиочестотна обработка и псевдо конично сканиране.

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

Дисертационният труд включва увод, списък на използваните съкращения, пет глави за решаване на формулираните основни задачи, основни насоки за бъдеща дейност в научната област, списък на основните приноси, списък на публикациите по дисертацията и използвана литература. Използваната литература съдържа 177 научни източника. В дисертационния труд са цитирани и 9 публикации на докторантът, чрез които получените резултати са станали достояние на научната общност. Всички литературни източници са подбрани така, че да отразяват съвременните научни достижения в областта на тематиката на дисертационния труд. Цитирани са статии от авторитетни научни списания, конференции и книги. Извършеният аналитичен обзор позволява на докторантът да дефинира коректно целта и основните задачи за изследване, които тя решава успешно в отделните глави.

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

Методите за изследване са обособени основно в отделните глави, като симулационни и експериментални, като обхващат алгоритми, подходи, реализация и изследване на система за автоматично кацане на БЛА, чрез радиочестотна обработка и псевдо конично сканиране (ПКС) с намалена изчислителна сложност. Анализирани са различни варианти за реализация на система за автоматично кацане на БЛА с радиочестотна обработка, посредством ПКС, като се дефинират основните изисквания и технически параметри на радиокомуникационната система. Реализиран е вариант на система за автоматично кацане, чрез който се доказва приложимостта и се представя изследване на различни методи и средства за търсене на различни варианти за подобряване на динамичният обхват на характеристиките. Основната цел е подходът да дава възможност за опростена реализация на системата и да има необходимата точност за безпилотно кацане на БЛА. Предложени са подходи за използване математически зависимости, които позволяват определянето на директната зависимост на ъгловите координати на обекта, чрез измерените мощности от псевдо конично сканиране. Предложеният подход дава възможност да се изследва и оцени систематичната и случайната грешка за позициониране – грешките за определяне на ъгловите координати, с различни конфигурации и структури на фазирана антенна решетка (ФАР) с ПКС.

Резултатите са разтълкувани и са допринесли за съставянето на модели, методи и подходи за решения при обработка на информацията, като се разработят, изследват и определят ограничителните условия и се представят функционалните възможности на алгоритми за автоматично кацане и следене

на БЛА, използващи разработения подход за определяне на ъгловите координати на обекта. Получените резултати са анализирани и илюстрирани с много таблици и фигури, като потвърждават избора на научноизследователския подход и тяхната приложимост. В този смисъл формулираната цел и задачи на дисертацията са изпълнени, като в синтезиран вид те са изложени в изводите и заключенията.

4. Приноси на дисертационния труд.

Приемам формулираните и декларираните от докторантът приноси и техния научен, научно-приложен и приложен характер. Приносните моменти имат значимост на новост в разглежданата проблематика и се явяват разширение на съществуващите знания. От получените резултати може да се установи, че новосъздадените и модифицираните методи, алгоритми и подходи са подходящи за прилагане в съвременните системи за автоматично кацане на безпилотни летателни апарати. Направените изводи и изпълнения на целите и задачите след всяка глава, синтезираните алгоритми и разработените подходи, процедури и експерименти, могат да се приемат като полезни препоръки за внедряване в съвременните комуникационни и информационни системи.

5. Преценка на публикациите по дисертационния труд.

По темата на дисертацията са представени на английски език 9 научни публикации, като от тях 2 са в реферирани международни списания, 7 са в международни конференции. Осем от публикациите са в съавторство с научния и ръководител и една е самостоятелна. В тях са публикувани и са станали достояние на научната общност голяма част от резултатите на проведените аналитични и симулационни експерименти, представени в дисертацията. От направена справка към момента за докторантът в популярните световни бази данни установих, че публикациите свързани с дисертационния труд са отразени в бази данни на Scopus, като е констатирано към момента 7 техни цитирания. Реално към момента там са регистрирани 15 публикации негови публикации, като „Хирш“ фактора за цитиране е $h=3$ (без самоцитиране). Представена е информация за участие на докторантът в един университетски научно-изследователски проект, пряко свързан с темата на дисертационния му труд.

Всичко това ми дава основание да заявя, че научните постижения на автора са огласени достатъчно широко и са известни у нас и в чужбина.

6. Мнения, препоръки и бележки.

Считам, че дисертационният труд постига заявената цел, а дефинираните задачи са изпълнени на високо научно ниво и дисертацията има завършен характер. Препоръчвам в бъдеще докторантът да продължи научноизследователската си работа съвместно с колегите от ТУ София, като

получените резултати да бъдат представени и публикувани в международни конференции и в реферирани списания с „импакт“ фактор (WoS) или Scopus ранг.

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

Считам, че представеният дисертационен труд **отговаря** на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България и оценката ми за него е напълно **положителна**. Постигнатите резултати ми дават основание **да предложа** да бъде придобита образователната и научна степен „доктор“ от инж. **Ивайло [REDACTED] Начев**

в област на висше образование - 5. Технически науки,
професионално направление - 5.3 „Комуникационна и компютърна техника“,

докторска програма - „Радиопредавателна и радиоприемна техника“.

Дата: 14.11.2023 г.

ЧЛЕН НА ЖУРИТО: [REDACTED]
(проф. д-р инж. Станимир Садинов)

P-NC 1-080
14.11.2023r.



OPINION

on a dissertation work for the acquisition of an educational and scientific degree
„doctor”

Author of the dissertation: **Master Eng. Ivaylo [redacted] Nachev**

Dissertation topic: **Means and algorithms for automatic landing of
unmanned aerial vehicles via radio frequency processing and pseudo
conical scanning**

Member of the Scientific Jury: **Prof. Stanimir [redacted] Sadinov, PhD**

1. Relevance of the problem developed in the dissertation work in scientific and scientific applied terms.

The topic of the use of unmanned aerial vehicles (UAVs) has been the subject of active research interest in recent years. There are interesting developments for their navigation, control and automatic landing, most of them based on differential GPS systems. The PhD student offers an interesting approach to explore the possibilities and develop a system for automatic landing of UAVs, through the analysis, development and research of means and algorithms for positioning with radio frequency processing and pseudo-conical scanning (PCS) with reduced computational complexity. A similar idea is applied in conical scanning antennas for automatic jumping of spacecraft. Integrating this technology into unmanned landing pads for UAVs would allow them to land in hard-to-reach outdoor and indoor spaces. The problems to be solved are related to the analysis and definition of the basic requirements and technical parameters of the radio communication system, which will implement the proposed idea.

In a scientific and scientific-applied sense, numerous tasks related to the design, simulation, fabrication and measurement of various elements and means of a pseudo-conical scanning system have been solved in the dissertation work. In view of the applicability of the proposed ideas, the limiting conditions of work, systematic and random positioning error have been studied and evaluated, and on this basis, algorithms have been developed for automatic landing and tracking of UAVs, using a special simplified approach for determining the angular coordinates of the object.

The information processing methods and scientific approaches that have been used are related to theoretical and simulation analysis in the field of means and algorithms for automatic landing of UAVs, through radio frequency processing and PCS. Subsequently, they carried out a practical implementation of the system for automatic landing and tracking of UAVs. Practical experiments were carried out, which confirmed

the theoretical and simulation data. The applicability of the developed means and algorithms for automatic landing of UAVs, through radio frequency processing and pseudo conical scanning, is presented.

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

The dissertation includes an introduction, a list of abbreviations used, five chapters for solving the formulated main tasks, main directions for future activity in the scientific field, a list of the main contributions, a list of publications on the dissertation and used literature. The used literature contains 177 scientific sources. In the dissertation, 9 publications of the doctoral student are cited, through which the obtained results became known to the scientific community. All literary sources have been selected in such a way as to reflect modern scientific achievements in the field of the subject of the dissertation work. Articles from authoritative scientific journals, conferences and books are cited. The performed analytical overview allows the doctoral student to correctly define the goal and the main research tasks, which she solves successfully in the individual chapters.

3. Correspondence of the chosen research methodology and the set goal and tasks of the dissertation with the contributions achieved.

The research methods are mainly separated in the individual chapters, such as simulation and experimental, covering algorithms, approaches, implementation and research of a system for automatic landing of UAVs, through radio frequency processing and pseudo-conical scanning (PCS) with reduced computational complexity. Various options for the implementation of a system for automatic landing of UAVs with radio frequency processing, by means of the PCS, have been analyzed, defining the basic requirements and technical parameters of the radio communication system. A variant of an auto-landing system is implemented, through which the applicability is proven, and an investigation of various methods and means of searching for various variants to improve the dynamic range of characteristics is presented. The main goal is that the approach enables a simplified implementation of the system and has the necessary accuracy for unmanned UAVs landing. Approaches for using mathematical dependencies are proposed, which allow the determination of the direct dependence of

the angular coordinates of the object, through the measured powers of a pseudo-conical scan. The proposed approach makes it possible to study and evaluate the systematic and random positioning error - the errors for determining the angular coordinates, with different configurations and structures of a phased array antenna (PAA) with a PCS.

The results have been interpreted and contributed to the formulation of models, methods and decision approaches in information processing by developing, investigating and defining the constraint conditions and presenting the functional capabilities of UAVs automatic landing and tracking algorithms using the developed determination approach of the object's angular coordinates. The obtained results are analyzed and illustrated with many tables and figures, confirming the chosen research approach and their applicability. In this sense, the formulated goal and tasks of the dissertation have been fulfilled, and they are presented in a synthesized form in the conclusions and conclusions.

4. Dissertation Contributions.

I accept the contributions formulated and declared by the doctoral student and their scientific, scientific-applied and applied nature. Contributions have the significance of novelty in the considered issue and are an extension of existing knowledge. From the obtained results, it can be found that the newly created and modified methods, algorithms and approaches are suitable for application in modern systems for automatic landing of unmanned aerial vehicles. The conclusions drawn and the implementation of the goals and tasks after each chapter, the synthesized algorithms and the developed approaches, procedures and experiments can be taken as useful recommendations for implementation in modern communication and information systems.

5. Assessment of dissertation publications.

On the subject of the dissertation, 9 scientific publications are presented in English, of which 2 are in refereed international journals, 7 are in international conferences. Eight of the publications are co-authored with the researcher and supervisor and one is independent. In them, a large part of the results of the analytical and simulation experiments presented in the dissertation were published and became available to the scientific community. From a search made at the moment for the doctoral student in the popular world databases, I found that the publications related to the dissertation work are reflected in the Scopus databases, and 7 of their citations have been found at the

moment. In fact, 15 publications of his publications are currently registered there, with the "Hirsch" citation factor being $h=3$ (without self-citation). Information is presented on the doctoral student's participation in a university research project directly related to the topic of his dissertation work.

All this gives me reason to state that the scientific achievements of the author have been announced widely enough and are known at home and abroad.

6. Reviews, recommendations and notes.

I believe that the dissertation achieves the stated goal, the defined tasks are fulfilled at a high scientific level and the dissertation has a completed character. In the future, I recommend that the doctoral student continue his research work together with his colleagues from TU Sofia, and that the obtained results be presented and published in international conferences and in refereed journals with an "impact" factor (WoS) or Scopus rank.

7. Conclusion with a clear positive or negative evaluation of the dissertation work.

I believe that the submitted dissertation meets the requirements of the Law on the Development of the Academic Staff in the Republic of Bulgaria and my assessment of it is completely **positive**. The achieved results give me the reason **to propose** that the educational and scientific degree "Doctor" be acquired by **Eng. Ivaylo Nachev**

in the field of higher education - 5. Technical sciences,
professional field - 5.3 "Communication and computer technology",
doctoral program - "Radio transmission and radio reception technology".

Date: 14.11.2023

MEMBER OF THE JURY: [Redacted]
/Prof. Stanimir Mihaylov Sadinov, PhD/