

## РЕЦЕНЗИЯ

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

**Автор на дисертационния труд:** маг. инж Александър Шамлиев

**Тема на дисертационния труд:** Оптимизиране на траекторията на безмоторни летателни апарати чрез мултисензорна система за оценка на атмосферната динамика

**Рецензент:** проф. д-р инж. Димчо Стоилков Чакърски-ТУ, София – катедра „Автоматизация на дискретното производство“

**Професионално направление:** 5.2 Електротехника, електроника и автоматика

**Научна специалност:** Приложение на принципите и методите на кибернетиката в различни области на науката

Настоящата рецензия е изготвена въз основа на Заповед № 20/12.02.2020 г. на Директорана института по роботика - БАН и Протокол от първото заседание на научното жури от 14.02.2020 г.

### **1. Общо описание на дисертационния труд и на приложените към него материали**

Дисертационният труд съдържа 131 страници основен текст. Илюстриран е с множество фигури (82 бр.). Структуриран е в 5 глави. Литературната справка обхваща 110 заглавия, всички на латиница.

Научният съвет на ИР - БАН е взел решение за разкриване на процедура за публична защита на дисертационния труд (Протокол № 1 от 27.01.2020 г.).

Маг. инж Александър Шамлиев е роден на 28.04.1987 г. в гр. София. През 2008 г. завършва висше образование в ТУ- София специалност "Авиационна техника и технологии", ОКС "бакалавър" и през 2010 г. същата специалност ОКС "мгистър.

Маг. инж Александър Шамлиев е записан в редовна докторантура от 1.01.2016 год. със Заповед № 8/29.01.2016 г. на Директора на ИСИР-БАН. Той е изпълнил всички ангажименти от индивидуалния план, положени са успешно всички изпити от докторантския минимум. Има заповед на Директора на Института по роботика за отписване от докторантура (Заповед №15/16.01.2019 г.).

Дисертантът понастоящем работи на длъжност „Авиационен инженер" при Института по Роботика на Българската Академия на Науките - София.

### **2. Актуалност на проблема**

Темата за оптимизиране на траекторията на безмоторни летателни апарати чрез мултисензорна система за оценка на атмосферната динамика

е актуална. Това поставя много високи изисквания към системите за управление на безпилотните летателни апарати. Възникват ситуации, при които те не могат да се справят с поставените им задачи достатъчно добре. Оптимизирането на траекторията на безмоторни летателни апарати чрез мултисензорна система за оценка на атмосферната динамика е от особено значение. Тази тематика е приоритет за много изследователски екипи и центрове.

### **3. Познание състоянието на проблема**

Докторантът познава много добре състоянието на разглеждания проблем. Той е оформил библиография от 110 заглавия, повечето от които на латиница.

Обзорната част е аналитична. Разгледани са теоретични и фундаментални физични принципи. Сериозно внимание е обърнато на динамиката на полета на безмоторен летателен апарат. Установено е, че използваните методи, концепции и модели, свързани с управлението на безмоторни летателни апарати, използвани към момента, нямат връзка с изложените физични принципи. Принципите на динамиката на безмоторния полет, заедно с теоретичните изследвания на термодинамиката на конвективните процеси и динамиката на граничния слой на атмосферата, безспорно са в основата на безмоторните полети. Именно това, не е изследвано до този момент в текущите разработки на тази тематика.

В резултат на направения обзор правилно е формулирана целта на дисертационния труд.

**Целта на дисертационния труд е:** Оптимизиране на траекторията на безмоторен летателен апарат в конвективни вертикални движения на въздуха, като едновременно се покриват експлоатационните летателни характеристики на летателния апарат и се извлича възможно най-много енергия от атмосферата.

За постигане на тази цел е предвидено да се решат пет **основни задачи:**

- Изследване на видове микро сензори и техните особености с цел използването им при полети в граничния слой на атмосферата;
- Създаване на мултисензорна система за измерване параметри на граничния слой на земната атмосфера;
- Разработване методи и алгоритми за ниско енергийна работа на мултисензорната система;
- Измерване и запис на параметри на граничния слой на атмосферата;
- Обработка и анализ на измерените данни;
- На база на измерванията да се създаде метод за оценка в реално време на атмосферната термична конвекция;

- Приложно и експериментално реализиране на методи за оптимизация на полета на безмоторен летателен апарат;

**Втора глава** представя основата на атмосферната динамика в контекста на безмоторния полет. Представени са основните принципи при пилотируемите безмоторни летателни апарати. В тази глава също се посочват основите, които залягат в текущия дисертационен труд.

**Трета глава** представя разработените мултисензорни системи за анализ на динамиката на граничния приземен слой на земната атмосфера. На база на тези системи са събрани данни от тестови полети и впоследствие са предложени алгоритми за оптимизиране на траекторията на безмоторния летателен апарат. Тестовите полети са изпълнявани на дистанционно управляеми мултикоптерни и безмоторни платформи, както и на пилотируем парапланер.

**Четвърта глава** е същността на дисертационната работа – представени са резултатите от направените измервания и са предложени алгоритми за оптимизация на траекторията на полета на безмоторен летателен апарат.

**Пета глава** представлява обобщение и анализ на резултатите. Представени са и виждания за бъдещото развитие на подхода. Посочени са недостатъците и предимствата на метода, както и приложните и научно-приложните приноси на настоящия труд.

#### **4. Подход и решение на проблема**

Докторантът е възприел реалистичен методичен подход за постигане на целта. На базата на литературните източници и въз основа на собствени анализи и изследвания оценява и формира методичен подход за решаване на поставените задачи и за постигане на целта.

Оценявам възприетите от автора подходи и приложени решения като правилни за постигане на целта и формулираните задачи в дисертационния труд, което се потвърждава и от постигнатите резултати.

#### **5. Достоверност на получените резултати**

Дисертационният труд е разработен в обем от 131 страници основна текстова част, вкл. илюстрациите и списък на използваната литература

Въз основа на известни в литературата и практиката постановки, докторантът изучава проблемите и предлага съответни решения.

За решаване на поставените задачи е използван съвременен инструментариум, в т.ч. математическо моделиране, алгоритмизиране, оптимизация, програмиране и др.

На основата на извършеното в дисертационния труд, а именно: разработени модели, алгоритми, модули за управление, приложен софтуер, анализи и оценки, които приемам за достоверни и достатъчни за исканата образователна и научна степен доктор.

## **6. Основни приноси**

Формулиран и доказан е с нови средства съществуващ научен проблем, като са разгледани съществени нови страни и са приложени нови методи на изследване, като са доказани и нови факти.

### **Научно-приложни приноси**

- Разработена е методология за оптимизация на траекторията на полета на безмоторен летателен апарат;
- Създаден е нов метод за оптимизиране на траекторията на безмоторен полет в граничния слой на атмосферата;
- Предложен е нов подход за наблюдение на температурни флукутации и обмен на енергия на границата на конвективни процеси в атмосферата;
- Разработени са методи за подобрене на измервания от микро електромеханични сензори при приложението им в безмоторни и дистанционно управляеми летателни апарати;

### **Приложни приноси**

- Реализирана е хардуерна система за анализ на динамичните характеристики на граничния слой на атмосферата.
- Създадени са технически средства и методи за измерване на локални явления в атмосферата;
- Основните резултати могат да се използват в научните изследвания на Института по роботика и инженерната практика на фирми и организации, занимаващи се с безмоторни и дистанционно управляеми летателни апарати.

## **7. Публикации по темата на дисертацията.**

Основните резултати по дисертационния труд са отразени в 5 публикации, от които три са самостоятелни.

Резултатите от дисертационния труд са докладвани на семинарите на секцията и ежегодните конференции на ИР – БАН. Освен това са представени в Университет CEINE – Сантяго-Чили, (в рамките на проекта SubSPEED), в международната конференция “ *Robotics & Mechatronics and Social Implementations*”, Варна, 2018 г. и в Конференцията на САИ “Automatics and Informatics” -2017 г.

## **8. Използване на получените резултати в практиката**

Резултатите от дисертационния труд могат да се използват в инженерната практика при проектиране и управление на мултимерна жироостабилизирана платформа за видеозаснемане за безпилотни летателни апарати

Може да се отбележат следните достойнства на дисертационния труд, разработен от маг. инж. Александър Шамлиев:

- Извършен е анализ на микро сензори с цел използването им при полети в граничния слой на атмосферата;
- Създадени са два типа мултисензорни системи за измерване параметрите на граничния слой на земната атмосфера;
  - Разработени са методи и алгоритми за оптимална работа на мултисензорната система за целите на поле в граничния слой на динамична атмосфера, запазвайки ниска енергийна консумация;
  - Измерени и обработени са данни от над 30 полета на безмоторен летателен апарат в динамична атмосфера, като в резултат на тези измервания са реализирани методи за оптимизация на траекторията на безмоторен летателен апарат.
- Изучен и е използван съвременен инструментариум за разработването на дисертационния труд.

## **9. Лични впечатления**

Не познавам лично маг. инж. Александър Шамлиев. Определено считам, че маг. инж. Шамлиев притежава необходимите качества, задълбочен е и се е доказал, че може да извършва научни изследвания самостоятелно и в екип.

## **10. Критични бележки и препоръки по дисертацията**

Въпреки положителната ми оценка на дисертационния труд, имам следните забележки и препоръки, повечето от които са от формално естество и не намаляват достойнствата му:

- Общите изводи от първа глава не се дадени пунктуално за решените и нерешените задачи.
- Няма взаимно еднозначно съответствие при номерацията на гланите и подточките.
- Фигурите се означават с „фиг. „, а не „фигура“ както в подфигурния текст, така и при цитиране.
- Формулите се означават в малки скоби в края на формулата, напр. (12) вместо Формула 12.
- Прието е надтабличния текст да бъде от горната страна на таблицата, напр. „Таблица 4.2 Класификация на измерените параметри“, а не под таблицата. При цитиране на таблиците се пише „табл. 4.2“ вместо „таблица 4.2“.
- Има някои редакционни и технически грешки, които не са отстранени.

**Заклучение.**

*Моята обща оценка за представения дисертационен труд е положителна. Същият е завършен по обем и съдържание. Постигнати са достатъчно научно-приложни и приложни приноси.*

*Докторантът Александър Шамлиев е събрал необходимите кредити при изпълнението на минималните национални изисквания, както е указано в ЗРАС, Правилника на БАН и Вътрешните правила на ИР.*

*Въз основа на запознаването ми с представената дисертационна работа, съдържащите се в нея научно – приложни и приложни приноси считам, че представеният материал на дисертационен труд отговаря напълно на изискванията на Закона за РАСРБ и Правилника за реда и условията за придобиване на научни степени на БАН. Изпълнени са всички изисквания за получаване на образователната и научна степен доктор.*

*Предлагам на уважаемото научно жури да оцени положително дисертационния труд на докторанта маг. инж Александър Шамлиев, като му присъди образователната и научна степен „доктор” по професионално направление 5.2 Електротехника, електроника и автоматика, научна специалност " Приложение на принципите и методите на кибернетиката в различни области на науката "*

София, 20.04.2020 г.

**РЕЦЕНЗЕНТ:**

(проф. д-р инж. Димчо Чакърски)