

РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационен труд на тема
"Определяне на оптимална траектория на безмоторни летателни апарати на базата на
мултисензорна система за оценка на атмосферната динамика",
на инж. Александър Йосифов Шамлиев от И-та по роботика – БАН,
за присъждане на образователната и научна степен "доктор",
по научната област 5 Технически науки,
професионално направление 5.2 Електротехника, електроника и автоматика.

Рецензент: доц. д-р Димо Т. Димов от ИИКТ – БАН

Утвърден съм за член на Научното жури по защитата на указаната дисертация със заповед № 20 / 12.02.2020г. на Директора на И-та по роботика (ИР) на БАН, доц. д-р Август Иванов, на основание чл.4 от ЗРАСРБ и Решение на Научния съвет на ИР-БАН (протокол № 01 / 27.01.2020г.). На първото заседание (13.02.2020г.) на Научното жури бях избран за един от двамата рецензенти на указания дисертационен труд.

Бяха ми предоставени следните документи: Дисертация (128 стр.), автореферат на дисертацията (49 стр.), списък с авторски публикации по дисертацията (5 заглавия), копия на 3 от авторските публикации, както и другите необходими документи съгласно ЗРАСРБ, Правилника за прилагането му и Вътрешните правила за развитие на академичния състав на ИР-БАН (<http://www.ir.bas.bg/documents/pravilnik.pdf>). Документите бяха дублирано предоставени и на електронен носител – CDR. Допълнително, дисертантът ми изпрати по e-mail и копия на останалите 2 публикации по дисертацията.

Обща характеристика на дисертационния труд:

Дисертацията, с общ обем 128 стр., включва кратък увод, 5 глави, съдържание, списък на аббревиатури, списък на използваната литература (110 заглавия); таблици (7), фигури и графики (~70) с доста объркана номерация; написана на добър език, разбираем и за непрофесионалисти.

Целта и задачите на дисертацията са формулирани в края на Гл.1 (§6), след задълбочен анализ по темата, като хронология и като съвременно състояние, по света и у нас.

Целта е, цитирам "оптимизиране на траекторията на безмоторен летателен апарат (БЛА) с аеродинамичен принцип на работа ... в конвективни вертикални движения на въздуха" като се търсят оптимални решения, най-вече за БЛА с неподвижно крило. Формулирани са 7 задачи, тясно свързани с целта, всичките от приложен и/или научно приложен характер, компресирано в автореферата до 5 задачи, а именно:

- 1) Създаване на мултисензорна система за измерване параметрите на атмосферата;
- 2) Измерване и запис на параметри на граничния слой на атмосферата;
- 3) Обработка и анализ на измерените данни;
- 4) На база на измерванията, създаване на метод за оценка в реално време на атмосферната термична конвекция;
- 5) Приложно и експериментално реализиране на методи за оптимизация на полета на безмоторен летателен апарат;

Актуалност на разглеждания проблема:

Дисертацията касае на пръв поглед "екзотичната" област Безмоторно летене. Освен класическия, предимно спортен и/или милитаристичен интерес, определено внимание тук напоследък наблюдаваме и от страна на опазването на околната среда, предвид безенергийния (или ниско енергийния) пренос на товари по въздуха.

Дисертационният труд представя нов метод за измерване в реално време на състоянието и динамиката на атмосферата за целта на безмоторния полет. Проведени са серия от оригинални експерименти за измерване на параметри на атмосферата, на чиято основа се предлагат алгоритми за оптимизиране на траекторията на безмоторния полет.

Познаване състоянието на проблема от страна на дисертанта:

Очевидно докторантът притежава сериозен експериментален опит в целевата приложна област – теория и практика на безмоторното летене, което проличава и от описанието на постановката, в

Гл.1. Описанието е достатъчно изчерпателно (~30 стр., с рефериране на 26 източника) и включва: динамика на БЛ, енергийно описание на атмосферата, анализ на методите за управление на БЛ, термолокация, инерциални методи за позициониране, определяне на височината на облаците (чрез добив и обработка на изображения на аерозоли, прахови частици и т.н.), визуално (евристично) търсене чрез облитане и сканиране (на термо потоци), ветрови срезове, реене подобно птиците и др.) Подкрепено е с ~15 фигури (снимки и/или графики, 12 от тях взаимствани чрез референции), 15 математични формули и 1 таблица. Обобщено са систематизирани основните принципи, методи и/или най-добри практики при БЛ. Финално, формулирани (констатирани) са 4 основни нерешени проблема за БЛ, първият от които се смята за мотивация на дисертационния труд, а именно "Липса на оценка за атмосферната динамика в реално време (за целите на БЛ)". Тук са формулирани целите и задачите на дисертацията, извлечени логически от описанието в Гл.1.

В Гл.2 е дадено по-детайлно теоретично описание на средата на движение на БЛА, т.е. на атмосферата, в статика и термодинамика, сух и влажен въздух, адиабатни процеси, радиационни процеси, почва и приземен слой, вертикална устойчивост на температурното разпределение, вертикална и хоризонтална конвекция, стратификация и турбулентност, алbedo на водни площи и т.н; както и основни математически обекти за моделиране на движение и/или флуидни конвекции – координатни системи, преходна матрица за динамиката в точка, и Ойлерови ъгли спрямо квартерниони за описание на ротациите. Тук се реферират ~10 нови източника. Приведени са основни формули (~50), илюстрации (~11, 8 от тях взаимствани по референции, а 3 са авторски).

Глава 3 се отнася до разработената от докторанта компютърна мултисензорна конфигурация, основана на микро-електро-механични сензори (MEMS). Тук са описани главно сензорите за налягане (за височина и скорост по посока), влага, инерциални за ъглово отместване (жироскопи), за линейно ускорение (акселеромери), и магнитомер (в ролята на високомер). Основно внимание се отделя на сензори от съвременната MEMS технология, заради ниското, тегло и енергийна консумация. Поради съпътстващите ги проблеми, свързани с точността и повтаряемостта, главно при инерциалните сензори (дрейф, бял шум и други ефекти от температура и/или околна радиация), тук се разглеждат и методи за компенсиране на съответните грешки при измерване. За попълване на комплекта от необходими измервания се добавя и приемник GPS (Global Positioning System). Напоследък, GPS нямат проблеми с атмосферните неравномерности, особено високо над земната повърхност. Акцент в Гл.3 е "оптимизацията на пиезо-резистивен серзор" за налягане използван като високомер чрез каскада от 3 филтъра за стабилизация на измерванията – изглаждащ + "butterworth" + Калманов филтър. Дисертантът съобщава за достатъчно добър резултат при проведените измервания в полет. Самата мултисензорна система е представена съвсем лаконично, с обща блок-схема и списъци на използвани сензори, и специфичен софтуер. Разработената система се обявява за конвенционална компютърна конфигурация за реално време, без иновационни претенции, но като абсолютно необходима за измерванията по темата, и в двете си версии – за запис на данни (за off-line обработката им по-късно) и за on-line видео наблюдение на следените параметри по време на полет.

Глава 5, озаглавена "Оптимизация на траекторията на полет на БЛА", всъщност описва многобройните (над 30 полета) експериментни измервания чрез разработената от докторанта компютърна система. Измерените данни са обобщени и представени в подходящи графики в подкрепа на една или друга негова идея за подобряване на "летателната култура" при БЛА. По-конкретно дават се оригинални препоръки за управление на радиуса на завоя ("към ядрото на конвективна термика") и алгоритъм за оптимизация на полета за откриване на близка конвективна термика (алгоритъмът е предназначен най-вече за практикуващи планеристи).

Глава 5 финално обобщава резултатите от дисертацията, дава насоки за бъдеща работа по темата, формулира основните приноси в дисертацията и др., които ще коментирам отделно.

Списъкът на реферираната литература е 110 източника, последните 5 от които са обявените от докторанта за разработени по дисертацията. С изключение на няколко "evergreens", болшинството от публикациите са след 2000г., болшинството книги но и статии в специализирани издания, всички на английски (7 от тях на български).

Авторефератът, в предостатъчен обем от 49стр, адекватно резюмира дисертацията, с всички необходими акценти и изисквания по съдържанието му.

Методика на изследването:

Методиката на изследването, с практично-теоретична специфика, е избрана от докторанта и може да се резюмира като: Разработване на специализирана микро компютърна (и мултисензорна) система за запис и/или визуализация в реално време на данни за състоянието на атмосферата при полет с БЛА. Обобщените експериментални данни съобразно натрупаните теоретични знания и личен летателен опит да изкристализират до полезни методики за практиката с БЛА и/или разширение на известните такива.

Оценка на публикациите по дисертацията

Дисертантът декларира 5 публикации, написани по дисертационния труд, по време на докторантурата. Прегледът им указва, че и 5-те са тясно свързани с дисертацията. Но само една от тях, №1 се цитира в текста на дисертацията (а също и в автореферата), а именно, Гл.4 (§4.4).

Всички публикации са на английски, 4 от тях са в специализирани издания у нас и 1 в чужбина (под печат). Няма данни за цитирания на тези публикации, но това не е пряко изискване за присъждане на ОНС "доктор". Прочее, от публикация №2 (в чужбина, под печат) могат да се очакват скорошни цитирания, предвид междинно-потвърждаващия документ от редакцията на Int. J. of Cyber-Physical Systems (IJCPS), USA (допълнително представен от дисертанта).

Оценка на приносите:

Дисертантът формулира лаконично 4 научно-приложни и 2 приложни приноса в представената дисертация. Приемам приносите, както са описани. В дисертацията и в автореферата, обикновено на финала на всяка глава се дават обобщени изводи и/или резултати, а понякога и в отделните параграфи, в курсив. Но, никъде не се указва съответствието с формулираните приноси. Подобно и за публикациите, с изключение на Гл.4 (по-точно §4.4), публ. №1 (както стана дума).

Допълнително, дисертантът предостави по e-mail следното съответствие между приноси, публикации и параграфи от текста на дисертацията:

Научно-приложни приноси:

- 1> Разработена методология за оптимизация на траекторията на полета на безмоторен летателен апарат, виж №2, №3, г §2.1.6, §4.1, §4.2;
- 2> Създаване на нов метод за оптимизиране на траекторията на безмоторният полет в граничния слой на атмосферата, №1, №3, и §4.3, §4.4, §4.5;
- 3> Наблюдение на температурни флуктоации и обмен на енергия на границата на конвективни процеси в атмосферата, №2, и §4.3;
- 4> Разработени методи за подобрене на измервания от микроелектромеханични сензори при приложението им в безмоторни и дистанционно управляеми ЛА, №3, №4, №5, и §3.5;

Приложни приноси:

- 5> Реализиране на хардуерна система за анализ на динамичните характеристики на граничния слой на атмосферата, №3, №4, №5 и Глава 3 (по конкретно §3.5, §3.6, §3.7);
- 6> Създаване на технически средства и методи за измерване на локални явления в атмосферата, №2, №3, №4, §3.5, §4.1, §4.2.

Приемам това съответствие, като достатъчно потвърждение на приносите в тяхната оригиналност и публичност.

Значимост на разработката за науката и практиката.

Основните области на приложение на тази работа са в безмоторното летенето, в удължаване на времето за полет и постигнатото разстояние. Тези резултати са приложими и при летенето на/с маломощно задвижвани летателни апарати, парапланери, делтапланери и съответните моторни версии, напоследък и при дронове, особено от хеликоптерен тип, и др.

Навременно откриване на вертикални потоци от топлинна енергия от парапланер, което е от решаващо значение за безопасността на пилота при приближаването им.

Допълнително възможно приложение – при изследване/наблюдение на долния слой на атмосферата, напр., балони, аеростати и др. Тук би могло да се добави и новия интерес към дирижабло строенето :)

Лично участие на докторанта.

В 3 от общо 5-те публикации по дисертацията дисертантът е единствен автор, а в съвместната "чужбинска" публикация, с участието на научния ръководител, дисертантът е първи

съавтор. От стила на изложението (дисертация и автореферат) е видно, че текстовете са негово дело (виж и критичните бележки). Колкото до разработката на мултисензорната система, както и летателните експерименти с нея, няма съмнения за авторство и лично участие; предвид и представената CV – дисертантът е инженер по сензорна навигация и електроника, инженер-авионик, софтуерен специалист, и не на последно място, опитен парапланерист.

Критични бележки, въпроси, препоръки:

- стр.39: терминът "дебелина" на атмосферата, утвърден ли е (?). Може би "височина" е по-правилно ?
 - стр. 65. Кватерниони (К) (неточности): "К може да се опише като комплексно число". Наистина, комплексно число може да се представи като К, т.е. "хиперкомплексно число", докато обратното "Не". Кватернионът и 4-мерният вектор не са еквивалентни обекти, за тях се дефинират различни операции, например от типа "умножение".
 - стр. 85, формула 85: грешки в индексите,
 - стр.103: в текста се цитира [104], в списъка тя е малко преди първата от авторските публикации, а в текста на съответните фигури, от 4.07 до 4.10 не личи, че графиките там са взаимствани, т.е., излиза, че са автори, така ли е (?); подобна е ситуацията и на стр.111, фигури от 4.15 до 4.18 (?)
 - стр.104, ред 15–16: поставен е (реторичен) въпрос "Например, какво ще стане, ако се увеличи или намали радиуса на завиване в ядрото на конвекция? ", защо не се отговаря веднага (?)
 - стр.112: блок-схемата от Фиг.4.22: Кой я изпълнява – компютър или летецът-планерист (?)
 - Необичайно индексирание на формулите – текстово под съответната формула. Откъде е този стил, който само излишно "раздува" текста, защо е предпочетен пред препоръката от защитата.
 - Тук-там се срещат повторения на предлози, съюзи и други кратки думи, вероятно от някакви "сору-paste" операции с текста, а също и някои граматически неясноти, пълен / непълен член при съществителни от мъжки род и др.
 - Неточности в номерацията на фигурите: за номера от 2.04 до 2.13 липсват фигури;
 - Объркана номерация в Гл.2, §4, под-параграфите §1.1.x => §1.4.x;
- (?) Защо предпочитате описание на ротациите с кватерниони, пред "класическите" Ойлерови ъгли, които са по-интуитивни. Свързано ли е това с феномена "gimbal lock".
- (?) Бихте ли изключили изцяло GPS приемника от Вашата многосензорна система за навигация.
- (?) С какъв подтекст (смисъл) натоварвате израза "ЛИА като сензор" (заглавие на §3.5).

Записаните бележки и въпроси касаят главно техническото изпълнение на дисертацията и са леко отстраними. Финално поставените 3 въпроса засягат странични детайли, главно с цел да потвърдят приложната и научно-приложната значимост на представения дисертационен труд.

Заклучение:

В резюме на написаното тук, смятам, че представеният дисертационен труд отговаря на изискванията на Закона за РАСРБ и му давам определено положителна оценка. Предлагам да бъде присъдена образователната и научна степен "доктор" на *Александър Йосифов Шамлиев* в професионалното направление 5.2 "Електротехника, електроника и автоматика".

30.04.2020 г.

Подпис:

/доц. д-р Д. Димов/