

## РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационния труд  
на инж. Огнян Димитров Огнянов,  
докторант редовна форма на обучение  
на тема

### **„Мониторинг на околоземното космическо пространство, астроклимат и основни технологии за наблюдение на космически обекти”**

за получаване на образователната и научна степен „Доктор”  
в Научна област 4. Природни науки, математика и информатика,  
професионално направление 4.1. Физически науки, научна специалност  
„Физика на океана, атмосферата и околоземното пространство“

от

професор, дтн, инж. Георги Сотиров,  
Институт за космически изследвания и технологии - БАН

Настоящата рецензия е изготвена на основание Решение на Научния съвет на Института за космически изследвания и технологии – БАН (ИКИТ-БАН), заповед № 15/29.01.2025 г. на директора на ИКИТ-БАН, Решение на научното жури (Протокол №1/14.02.2025 г.) и в съответствие на Чл. 6 (1) от Правилника за реда и условията за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в БАН и Чл. 10 (1) от ЗРАСРБ.

#### **1. Актуалност и значимост на разработвания научен проблем, цел и задачи на дисертационния труд**

Въпросите свързани с усвояването и използването на космическото пространство са особено актуални през последните години. Според космически специалисти към началото на 2025 година в околоземна орбита летят около 10 хил. спътника. Тенденцията е броят им съществено да се увеличава, при което две трети да са за различни търговски организации, а останалата част - за граждански и военни агенции в над 60 държави.

Зависимостта на света от космоса нараства, както за целите на националната сигурност на страните, така и за икономическите и обществените услуги и инфраструктура. Всичко това води до увеличаване на интереса и нуждата от възможности за проследяване и наблюдение на обекти в пространството - не само самите сателити, но общият брой обекти, включително космически отломки. Има и загриженост, че възможностите за проследяване и наблюдение не съответстват на изключително сложната

обстановка в околоземното пространство.

Налице са също така опасения, че възможностите за проследяване и наблюдение не са в крак с необходимостта от тези услуги. Поддържането на точна и прецизна информация за местоположението на спътниците, отломките и заобикалящата ги среда, в допълнение към осигуряването на работа без радиочестоти и радиочестотни смущения, все повече се разглежда като критично за безопасни и устойчиви операции в космоса.

В тази връзка осигуряването на висококачествена информация за космическата ситуационна осведоменост днес е все по-актуална. Развиващите се тенденции в космическата среда, където има ръст в броя на обектите в пространството, растеж в брой и разнообразие на операторите, увеличаване на разнообразието на видовете дейности в пространството, и промяна на сателитните технологии все повече ще налага необходимостта от предоставяне на съвременна информация за космическата ситуационна осведоменост на различни нива – не само национални, но за тези в частния сектор.

Това определя и основната цел на дисертационния труд, свързана със създаване на цялостна концепция за изграждане и развитие на система за наблюдение и контрол на околоземното космическо пространство на територията на Република България. За постигането на тази цел авторът е решил следните задачи:

1. Проучване на местата, подходящи за разполагане на наблюдателни станции.
2. Изследване астроклимата на избраните местоположения.
3. Изследване на техниките за наблюдение на близки космически обекти
4. Провеждане на наблюдателна кампания в България и заснемане на близки космически обекти.
5. Изследване на характеристиките на оборудването и софтуера, подходящи за наблюдение на близки космически обекти.
6. Обмяна на опит с водещи международни специалисти, обсерватории и организации в областта на наблюдението на космически обекти в близка околоземна орбита.

Поставените цел и задачи от докторанта са правилно формулирани и съответстват на идеята за едно типично научно и научно-приложно изследване.

## **2. Обща характеристика и структура на дисертационния труд**

Дисертационният труд се състои от увод, единадесет глави, заключение, научни и научно-приложни приноси и литература с общ обем 130 страници и съдържа 75 фигури и 16 таблици. Литературната справка обхваща 74 източника, от които 73 на латиница и 1 на кирилица. Дисертационният труд е илюстриран с цветни фигури и графики, което позволява добро онагледяване и възприемане на получените резултати.

Глава 1 „Увод в наблюдението на космическото пространство” по същество представлява аналитичен обзор на наблюдението на космическите обекти в близката околоземна орбита. Особено внимание е отделено на

проследяването на космическите отпадъци (КО), тъй като проблемът с тях е един от най-важните, пред които днес е изправено човечеството. Проведена е сравнителна класификация на КО по размер, възможните последици от сблъсъци, както и анализ на съществуващите методи за защита на космонавтите в космическите кораби. Представени са и съществуващите в момента основни области на изследване на проблема с КО.

За целите на изследването са анализирани системите и средствата за откриване и наблюдение на космически обекти и особеностите на наземните и космически базирани сензори за наблюдение.

На основата на уравнението на Кеплер са разгледани някои от основните концепции на орбиталната механика, дефинирани са орбиталните елементи и са приведени таблични данни за различни орбити на спътниците. Проведена е каталогизация на космическите данни и са формулирани основните формати за обмен на данни на орбитите и тяхната интерпретация, а така също особеностите на симулацията и сценариите за визуализация на орбитите на наблюдаваните обекти и сравнението им с каталожни данни.

В глава 2 „Избор на подходящи региони и терени за наблюдения“ на базата на концепцията за разпределено наблюдение е направен предварителен подбор на 12 подходящи за целите на наблюдение площадки. Чрез изследване на астроклимата и светлинното замърсяване на предварително подбраните площадки са изследвани и определени най-подходящите за целите на изследването места за наблюдение на територията на страната.

В глава 3 „Изграждане на мрежа от метеорологични станции и сензори за небесно светлинно замърсяване“ е проведен анализ на възможностите на съвременните метеорологични средства, а така също на сензорите за видимост и небесно светлинно замърсяване. Синтезирани са схеми на автоматизирани наблюдателни станции за наблюдение на видимостта и времето.

Глава 4 „Извършване на проучване за оборудването и методиките за проследяване на космически обекти“ е посветена на предимствата и недостатъците на различни оптически уреди и техники за проследяване на космически обекти. Оценени са най-добрите практики и опит на водещи европейски институти в това направление и е подготвено предложение за проект, свързан с разработване на динамичен модел и изчислителни инструменти за симулация на промяна на орбитата на космическите отпадъци в екстремна геофизична среда и на методология за проверка на резултатите от орбиталните симулации чрез съвместни наблюдения от оптичен телескоп и сателитна лазерна локационна станция.

В 5 глава „Разработка на оборудване за проследяване на космически обекти“ са изследвани и оценени възможностите за разработка на стационарна и мобилна станция за проследяване на космически обекти. Синтезирана е специализирана конфигурация на системата – хардуер и софтуер за отделните подсистеми и изискванията към тях.

В глава 6 „Избор на техники и стратегии за наблюдение“ за целите на ситуационната космическа осведоменост са дефинирани трите основните

методи за наблюдение – от една, от две точки и от две или повече точки, като са определени техните особености. Разработена е подходяща методология за наблюдение на базата на дефинираните методи за наблюдение.

Глава 7 „Провеждане на наблюдателната кампания“ е свързана с изследване и валидиране на резултатите, свързани с точността на прогнозата на астроклимата за периода на наблюденията, приложимостта на определените техники за наблюдение, удачността на използваната оптична и фотографска апаратура и качеството на астроснимките. В резултат от проведените експерименти от определените площадки за наблюдение са отработени техниките както на ръчното заснемане, така и за компютъризирано заснемане, като за целите на изследването е избран спътник от групировката GLOBALSTAR. Успешно са наблюдавани спътници от всички видове орбити, включително LEO, MEO и GEO. Избран и изследван е подходящ софтуер за предсказване на орбити и провеждане на наблюдения.

В Глава 8 „Обработка на резултатите от оптични наблюдения“ на базата на използването на астрометрията и подходящ софтуер са определени координатите на космическите обекти от получените снимки на спътници. За целите на изследването е разработен специализиран софтуер, с който автоматизирано се откриват следите на спътници и се определят координатите им. Изследвана и оценена е грешката между прогнозираната орбита и реалните измервания.

В Глава 9 „Определяне орбитите на наблюдаваните спътници“ е представена методика за определяне на орбитата на спътници. В резултат от оптичните наблюдения от две от предварително избраните обсерватории (в Синеморец и Говедарци) са изчислени и получени резултати за орбитите на спътниците GLOBALSTAR M071 и GPS BIF-7.

В Глава 10 „Визуализация на изчислените орбити за космическите обекти“ са представени възможностите и характеристиките на софтуера Gpredict за моделиране орбитите на наблюдавани космически обекти. Приведен е пример при използването на този софтуер за спътници от серията NOAA-WX.

Глава 11 „Изграждане на национални и над национални мрежи за наблюдение“ е посветена на разработката на организационната и функционална структури на бъдеща система за наблюдение на космически обекти на територията на България. Направено е сериозно проучване на възможността България да участва в европейската наблюдателна мрежа.

Дисертационният труд завършва с изводи и са представени научните и научно-приложни приноси, авторските публикации по дисертационния труд и използваната литература. Акцентът е поставен върху изследването на околоземното космическо пространство, астроклимата и технологиите за наблюдение на космически обекти. Особен интерес представляват предложените схеми на мобилната и стационарна оптични станции за наблюдение.

Избраният от докторанта подход осигурява постигането на поставените пред научния труд цел и задачи.

### **3. Характеристика на научните и научно-приложните приноси в дисертационния труд. Достоверност на материала**

При рецензирането на дисертационния труд може да се заключи, че докторантът задълбочено познава състоянието на проблема и творчески е подбрал при разработването и решаването му. По същество авторът стриктно се е придържал към основната схема на научното изследване - описание на функционалните зависимости между основните параметри и методи за изследване, моделиране и проверка за адекватност на получените резултати.

Избраните и акуратно осъществени подходи за решаване на научния проблем и възможността за практическото му приложение характеризира докторанта като добре осведомен, творчески оценяващ нивото на развитие и постиженията в научната област, свързани с изследване на околоземното космическо пространство, астроклимата и основни технологии и системи и средства за наблюдение на космически обекти. Като научен работник, авторът е способен самостоятелно да формулира и решава сложни комплексни научни задачи.

Постигнатите резултати се явяват нови подходи, методи, модели и доразвитие на съществуващите към настоящия момент знания, допълнени с експериментален и фактологически материал. Направените заключения правилно обясняват физическата картина на изследваните явления и са логически завършени, поради което материалът е достоверен и претендираните приноси следва да бъдат признати.

### **4. Оценка на научните резултати и приносите на дисертационния труд**

По принцип приемам приносите на дисертационния труд, така както са формулирани в дисертацията и автореферата, но съгласно общоприетата терминология бих обобщил научните приноси като: доказване с нови средства на съществени нови страни на съществуващи научни проблеми и теории; нови схеми на изследване; получаване на нови и потвърдителни факти.

В резултат на авторските изследвания са оценени възможностите на технологиите и подходите за контрол на околоземното космическо пространство и факторите, които влияят върху ефективността на наблюденията и възможностите за откриване и проследяване на космически обекти, като са анализирани, пространствените и времевите показатели и условията на тяхното използване.

Новото и оригиналното в работата се състои в проведеното изследване на астроклимата, направено е предпроектно проучване на различни инфраструктури за позициониране на оборудване за проследяване на спътници и космически обекти и разработените два вида оптични станции за практическа употреба - мобилна и стационарна.

Оценката за нивото на дисертацията и личния принос на автора ми

дава основания да направя заключението, че представеният дисертационен труд съответства на изискванията за самостоятелно научно изследване с високо научно ниво, предявени в ЗРАСРБ и Правилника за приложението му.

## **5. Оценка на публикациите по дисертацията и авторството**

По темата на дисертацията са представени общо 11 публикации в научни списания и сборници в чужбина и у нас – на национални конференции с международно участие, което е достатъчно, като брой кредити по кредитната система възприета в БАН. От тях една публикация е самостоятелна, а останалите са съвместни работи на автора с неговия научен ръководител.

В публикуваните статии и доклади са разкрити основните постановки на дисертационния труд, което дава възможност на заинтересованите лица да се запознаят с постигнатите резултати.

Декларирам, че нямам общи публикации с автора на дисертационния труд.

## **6. Литературна осведоменост и компетентност на докторанта**

Дисертантът познава много добре изследвания проблем, което се демонстрира в процеса на изложението. За същото свидетелства и големия брой ефективно използвани в литературния обзор източници, основната част от които са на латиница. Повечето от използваните литературни източници са от последното десетилетие.

## **7. Оценка за автореферата**

Авторефератът е твърде голям по обем - 62 страници. Той съдържа една формула, 15 фигури и 6 таблици и представя правдиво структурата, съдържанието и приносните елементи на дисертационния труд.

## **8. Критични бележки**

1. Структурата на дисертационния труд не съответства на броя на поставените научни задачи. За постигане на основната цел на изследването в общият обем на дисертацията от 130 страници са включени 11 глави при заложен 6 задачи.

2. Разработените глави са несъразмерни по обем и съдържание. Има такива с обем 2-6 страници, които биха могли да се обединят в обхвата на поставените задачи за изследване, за да бъде по-целенасочено и логически издържано изложението.

3. Налице са не цитирани и не номерирани формули, при което не става ясно, кои от тях са дело на автора. Липсват изводи в отделните глави на дисертацията.

4. По - голямата част от представените схеми и получени резултати са на английски език, което не съответства на изискването за основен език на дисертационен труд.

5. При оформянето на дисертационния труд и автореферата на много места са допуснати редакционни грешки - например използването на различно разстояние в междуредието, а така също и голямо разнообразие на граматични времена в текста.

6. Неправилно е оформен представеният списък със съкращенията, който реално се състои от терминологичен речник и списък на съкращенията. Списъкът на приетите съкращения в дисертацията е непълен, а в автореферата отсъства. Това в някои случаи затруднява възприемането на съдържанието.

Представените критични бележки следва да бъдат отнесени не само към докторанта, но и към неговия научен ръководител и учените от секцията, където се е обучавал и апробирал авторът.

Посочените критични бележки не намаляват и не омаловажат достойнствата и приносите на представения дисертационен труд. На лице е една завършена работа, както с научни, така и научно-приложни приноси, илюстрираща много доброто познаване от страна на автора на основния инструментариум за мониторинг на околоземното космическо пространство, астроклимата и основни технологии за наблюдение на космически обекти, както и демонстрираща умението на докторанта за самостоятелна научна и научно-изследователска работа.

## 9. Заключение

Положителната оценка при анализа на дисертацията и личния принос на автора за постигнатите резултати ми дава основание, да направя заключение, че представеният дисертационен труд на тема „Мониторинг на околоземното космическо пространство, астроклимат и основни технологии за наблюдение на космически обекти” съответства на изискванията ЗРАС на Република България и Правилника за приложението му за придобиване на образователната и научна степен “Доктор”.

Във връзка с това препоръчвам на членовете на уважаемото Научно жури да гласуват за присъждане на инж. Огнян Димитров Огнянов образователната и научна степен “Доктор” в Област на висше образование: 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление 4.1. Физически науки, научна специалност „Физика на океана, атмосферата и околоземното пространство“.

Дата, 20.03.2025 г.

РЕЦЕНЗЕНТ .....  
Проф. д-н. инж. Георги Сотиров

ВЯРНО С ОРИГИНАЛА

