



РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационен труд за присъждане на научната и образователна степен „доктор“ в област на висше образование: 4. „Природни науки, математика и информатика“ Професионално направление: 4.4. „Науки за Земята“ Научна специалност: „Дистанционни изследвания на Земята и планетите“

на

докторант в редовна форма на обучение
ас. Златомир Добрев Димитров

на тема

Оценка на параметрите на дървостоя в нарушени и ненарушени горски територии, чрез методи базирани на радарните технологии – поляриметрия и интерферометрия (POL-SAR & InSAR)

от

проф. д-р Христо Стоянов Николов

Настоящата рецензия е изготвена въз основа на заповед № 34 от 30.03.2023 г. на директора на Института за космически изследвания и технологии при Българската академия на науките, както и на решенията от първото заседание на Научното жури, състояло се на 07.04.2023 г.

Актуалност на проблема

Предложеният на научното жури дисертационен труд разглежда важна тема свързана с оценка на таксационните, респективно на качествените параметри, на дървостоя в горски територии в Република България въз основа на данни от радари със синтезирана апертура (РСА). Изхождайки от включената в дисертацията кратка литературна справка следва да се отбележи, че това е първото за страната изследване с предложените и приложени от докторанта методи на изследване на избрания тип обекти. Предимство на избрания подход, който е основан на активни дистанционни методи за изследване на земната повърхност, е възможността за осигуряване на надеждна информация за изследвания тип обекти през кратки интервали от време (напр. 12 дни). По този начин се на практика се осигурява постоянен мониторинг на текущото състояние на горски площи за големи и в повечето случаи труднодостъпни райони. В светлината на изследванията относно климатичните промени, водещи до промяна в горските масиви, както в световен, така и в национален мащаб, бих отбелязал, че актуалността на разработената тематика в предложената работа е безспорна и е необходимо да получи светото продължение в проекти с национално или международно финансиране.

Общо представяне на дисертационния труд

Дисертационният труд е разделен на въведение, шест глави, заключение, списък на приносите, списък с публикациите дисертанта по темата, списък на използваната литература, приложения допълващи основния текст и резюме на работата на английски език. Обема на дисертацията е 269 страници, като в тях са включени 158 фигури и 90 таблици, които са добре оформени и са в пряко отношение с текста. В нейното начало са разположени съдържание и списъци на използвани съкращения, таблици и фигури, което улеснява възприемането и справките в целия текст. Използваните от дисертанта литературни източници са 198, от които 169 са на английски език и 29 на български. Добро решение от страна на автора е всяка глава от дисертацията да завършва с заключения и изводи, които обосновават всеки един от етапите за постигане на поставените цел и задачи.

Във въведението ясно е формулирана целта на изследването, както и конкретните обекти на изследване, които са подходящо подбрани и представителни. Предложената работна хипотеза показва познаване на набора методи за постигане на поставената цел. В него е направен и преглед на прилаганите от български автори дистанционни методи за изследване състоянието на площи от земната повърхност заети от гори.

Направеното в глава 1 изложение доказва, че докторантът владее на високо ниво теорията на активните дистанционни методи за изследване на Земята, както и методите за обработка на получаваните от РСА данни с тематична насоченост за изследване състоянието и промените в горски масиви. Много добро впечатление прави подробното описание на различията при получаване на данни от РСА в сравнение с данните от оптични сензори, като са изложени техните специфични особености. Това допринася да бъде изяснен подбор на методите за обработка и последващата тематична интерпретация на данните от РСА за конкретно избрания тип обекти (горски масиви). В тази глава също така са разгледани и използваните към момента от научната общност сателитни апаратурни комплекси за регистрация на РСА данни. Като продължение на теоретичните основи при използване на РСА данни в практиката е направен преглед на анализите, които е възможно да бъдат направени на базата на тях. Посочени са и процедурите използвани за определяне на реалните параметри на дървостоя – моделни (функционални) и алометрични. Извършен е подбор на такива методи, които отговарят на конкретните обекти на изследване – методи, използващи амплитудата на обратноотразения сигнал, методи базирани на кохерентността при интерферометрична обработка и методи използващи поляриметрични характеристики. Друг метод за изследване на избраните обекти представен в глава 1 е времева серия. Подробно представени са изследвания на водещи учени в областта за получаване на запаса на горските насаждения, на надземната биомаса на горските насаждения, на височината на дървостоя и при нарушения в горски масиви. Това е извършено с цел, базирайки се на техните достижения, да се достигне до резултати за тези параметри за изследваните от дисертанта райони. В тази глава са представени и резултати (не получени от

автора) за поведението на двата споменати параметъра при регистрации в различни РСА честотни обхвати – X, C и L.

Глава 2 започва с представяне на обобщена методология за постигане на резултатите, както и на последователността на обработка на данни от РСА. За постигане на поставените цели на дисертацията са използвани следните аналитични процедури - радарна поляриметрия, радарна интерферометрия и времеви подход базиран на времева серия. Добро впечатление прави факта, че е направено обстойно проучване насочено към подбор на представителни участъци от горски масиви, които да бъдат изследвани с данни от РСА. За тези райони е създадена геобаза данни (ГБД), в която са включени всички използвани векторни и растерни слоеве, което е предпоставка за тяхното добро систематизиране и улеснява изготвянето на необходимите картосхеми на районите. Може да се каже, че тя е солидна основа при провеждане на бъдещи изследвания на докторанта. След изготвянето на ГБД въз основа на данните от нея от докторанта е формулиран и изчислен „Индекс за хомогенността“, който е използван за установяване на нарушения в широколистни гори. Направен е преглед на три различни апаратурни комплекса РСА, работещи в три различни честотни обхвата – ALOS PALSAR (L-обхват), TanDEM-X (X-обхват) и Sentinel-1 (C-обхват), данните от които са използвани при обработките в глава 3. Важен източник на данни е високоточен (12 m) цифров модел на релефа (ЦМР) предоставен от външен доставчик, който е предпоставка за получаване на по-добри резултати. За валидация на получаваните резултати са използвани и други източници – „GlobBiomass“, „CCI-Biomass“ и „COPERNICUS HRL TCD-2015“. За обработка на цитираните източници на данните са използвани съвременни софтуерни решения с/без отворен код. Тези с отворен код предоставени от докторанта за свободно ползване доказват добрите познания от страна на докторанта за програмиране в различни среди – на команден ред и от скриптове на езици от високо ниво, с които са реализирани обръщания към приложните интерфейси на програмни пакети за обработка на РСА данни.

В глава 3 са изложени принципите на поляриметричния анализ, който е необходим за получаване на характеризиращи параметри (наричани от автора дескриптори) изчислени от РСА данни в L-обхват съобразен с особеностите на разсейващата среда. От тях са изведени поляриметрични дескриптори, които са приложени за определяне гъстотата на горските масиви. В същата глава е описана процедурата за създаване на времева серия с РСА данни в C-обхват насочена към провеждане на времеви анализ за определяне вида на гората и създаване на маски (векторни слоеве) за видовете. За тази цел са използвани както готови скриптове, така и създадени от докторанта. Използвайки РСА данни в X-обхват е проведен и скаларен интерферометричен анализ, който е насочен към определяне височината на активните фазови центрове в горския обем, а от тях оценка височината на дървостоя. Програмните средства за неговото провеждане са под формата на обръщания приложния интерфейс на специализиран софтуер GAMMA, като са отчетени спецификите на конкретните РСА продукти.

В глава 4 са изложени резултатите от проведените от докторанта тематичен и мултичестотен амплитуден анализи за класифициране на дескрипторите по алгоритми с и без обучение разграничаване на няколко типа обекти – гора; гора в област с геометричен дефект от регистрация; площи с храсти и треви. Получените от тях резултати показват, че при използване на поляриметричните възможности на Sentinel-1 се определят геометричните характеристики на гората, а от тях се извежда вида на типа горски масив. На базата на интерферометричните дескриптори от TanDEM-X се определя височината на дървостоя, тъй като тези данни предоставят информация за фазовите центрове на отражение на PCA сигнала, но те не позволяват отчетливо разграничаване на границите на гората. За получаването на тези граници е най-удачно да се прилага метода с дълга времева серия (в случая докторанта е използвал данни от Sentinel-1). В потвърждение на данните от литературните източници е потвърдено, че физичните процеси протичащи при изследване на горски масиви се описват най-пълно посредством поляриметрична декомпозиция в L-обхват, тъй като проникването на PCA сигнала е най-голямо.

Глава 5 е посветена на числено моделиране, прилагайки статистически регресионен анализ за изчисляване на следните таксационни параметри на горските масиви – височина на дървостоя, запас и надземна биомаса. Те са определени на базата на кохерентност, интензивност, диференциална фаза и диференциална височина, които са изчислени от наличните PCA данни. Самото моделиране е проведено в няколко програмни среди и впоследствие резултатите са интерпретирани съвместно като са изчислени статистически разпределения за всеки един модел и са отделени само онези, отговарящи на зададените критерии за оптималност. От получените резултати от регресионния анализ за взаимовръзка между данни от PCA и биомаса/запас показва, че най-добри са тези, при които е използван X-обхват. От друга страна височината на дървостоя се корелира най-добре с PCA данни от X- и C-обхвати. По отношение на моделиране с интерферометричните дескриптори от TanDEM-X очаквано най-добрите решения са тези с нелинейните модели.

Глава 6 е посветена на проследяване на динамиката в нарушени горски територии причинена от абиотичен стрес базирано на метода с дълга времева серия с данни от Sentinel-1, която обхваща четиригодишен период. Като резултат от проведените обработки и получените резултати се констатира, че в X- и C- обхвати добре се регистрира състоянието на растителността преди и след стреса, което позволява разграничаване на площите с нарушения. Времевия анализ позволява да се проследи степента на възстановяване на горската растителност, като висока чувствителност към промените в дървостоя е с помощта на VH поляризиран PCA сигнал, докато индекса dRVI показва връзка с геометрията на обектите. При идентифициране на последиците от стреса бистатични регистрации в X-обхват влияние оказва геометрията при регистрация, а най-високи стойности от моделирането са получени при използване на разликова кохерентност и разликов ЦМР.

В заключението на дисертацията са обобщени резултатите от проведените изследвания и са направени допълнителни изводи. В резултат на тях е потвърдена и дефинираната работна хипотеза, че оценката на геометричните и физичните характеристики на дървесната растителност е възможно да се реализира, използвайки данни от РСА с отчитане на техните специфични особености. Предложени са и бъдещи посоки на изследвания, прилагачи данни от допълващи активни апаратурни комплекси, както и развиване на методите на поляризационната интерферометрия. Те нееднозначно показват желанието на дисертанта да продължи своята кариера в научната област.

След обстойно запознаване с текста на дисертацията мога да кажа, че тя е в съответствие с минималните национални изисквания към научната дейност и не съм забелязал плагиатство по смисъла на ал.7 § 1 от „Допълнителните разпоредби“ на ЗРАСРБ.

Оценка на приносите представени от докторанта

Приемам предложените от докторанта приноси, които имат научен, методологичен и научно-приложен характер. Към тези с научна насоченост са статистическите регресионни модели, а към методологичните бих посочил алгоритмите за определяне таксационни параметри на гори и идентификация на нарушени горски територии, в следствие на абиотичен стрес. Относно научно-приложните приноси бих отличил изготвянето на оценъчни карти, дължащи се на абиотичен стрес, в конкретни нарушени тестови участъци от горски масиви в северозападна Стара Планина. Друг принос в тази категория е дефинираният „Индекс за хомогенност на горската растителност“, на база таксационни параметри в подотделите, въз основа на който е създаден и програмно реализиран алгоритъм за неговото изчисляване.

Оценка на публикациите на докторанта по темата на дисертацията

Използваната от докторанта литература е на съвременна и в нея са включени основни публикации по темата, които добре доказват, че приносите от проекта на дисертация са на високо научно ниво. Разработките са включени в проекта на дисертационен труд са представени в 3 устни доклада, 1 постерен доклад и 4 публикации в пълен текст в списания и сборници от конференции.

Оценка на автореферата на дисертацията

Обемът на представения окончателен вариант на автореферата е 85 страници. В него са включени основните моменти от всяка една от главите на дисертацията без това да нарушава логическата връзка в изложението и позволява да бъдат оценени получените резултати и формираните на тяхна база приноси.

Съвместни публикации

С автора на дисертацията нямам общи публикации и не попадам под разпоредбите на ал.2а, ал.3, ал.4 и ал.5 § 1 от „Допълнителните разпоредби“ на Закона за развитието на академичния състав в република България.

Забелязани пропуски и грешки

Цитираните по-долу пропуски и грешки не са от съществено значение за качеството на настоящата дисертация, но в някои пасажи от текста правят впечатление – напр. използван е терминът „осреднява“ вместо „усреднява“. На някои места изреченията са трудно разбираеми, вероятно от желание да се изложи повече фактология в по-малък обем текст.

Не е правилно дефинирането за нерешени задачи да се помества в изложението, а по-скоро следва да бъде във въведението при цел и обект.

Считам че номерацията на формулите е редно да се разполага вдясно от самата формула.

Някои термини са неправилно формулирани като например „интерферометричен фазов анализ“ – „интерферометричен анализ на фазовия сигнал“; „темперирани гори“ – „гори от умерения пояс“; „дву-частотни“ – „в два частотни диапазона“; „Лонгозна гора“ - „лонгозна гора“.

Според мен фиг. 19 е завъртяна по грешка.

Въпреки споменатите забележки давам положителна оценка на получените резултати от разработката на дисертационния труд на докторанта.

Заклучение

Във връзка с изложеното до тук считам, че дисертационният труд отговаря на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Р. България и Правилника към него, както и на Правилника на ИКИТ по този закон, конкретно в текстовете за получаване на образователната и научна степен „доктор“. Препоръчвам на членовете на Научното жури, да присъдим на ас. Златомир Добрев Димитров образователната и научна степен "доктор" в област на висше образование: 4. „Природни науки, математика и информатика" Професионално направление: 4.4. „Науки за Земята" Научна специалност: „Дистанционни изследвания на Земята и планетите".

София

28 април 2023 г.

РЕЦЕНЗЕНТ:

/м/
/проф. д-р Хр. Николов/

ВЯРНО С ОРИГИНАЛА

