

РЕЦЕНЗИЯ

върху

дисертационен труд за придобиване на образователната и научна степен “Доктор”,

Автор на дисертационния труд: Андрей Стоянов Стоянов

Тема на дисертационния труд: “Приложение на мултидисциплинарен подход за мониторинг и пространствено-временен анализ на горска растителност и наводнени територии на база дистанционни изследвания” по професионално направление 4.4. Науки за Земята”, научна специалност „Дистанционни изследвания на Земята и планетите”.

Рецензент: проф. д-р инж. Никола Вичев Колев, доктор на селскостопанските науки.

1. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем в научно и научно-приложно отношение:

Темата е интересна и актуална, защото мониторингът на околната среда, базиран на аерокосмически данни и изображения, изисква използването на сателитни данни от различни диапазони на електромагнитния спектър, при решаването на различни задачи за оценка на разнородни обекти в обхвата на науките за Земята.

Използването на сателитни данни при оценяването на горски и водни ресурси предоставя информация, свързана с определяне на: пространствения обхват и динамика на горската покривка и на водната повърхност. Възниква нужда от разработване и внедряване на нови подходи и методи за получаване на мултиспектрални данни с малка времева разделителна способност, които да дават възможност за изследване динамиката на горската биосистема и на наводнени площи.

Дистанционните изследвания от космически летателни и наземни средства на горска растителност и на наводнени територии представлява перспективно направление на науките за Земята и осигурява бърза и обективна информация за тяхното състояние.

2. Поставени цели и задачи:

Основна цел на дисертационния труд е да се предложи и приложи методика за оценка на състоянието на изследваните обекти чрез използване на сателитни данни от различни спектрални диапазони, и на сегментирани сателитни данни като се интегрират по достъпен начин.

Обект на изследването са смесен клас, състоящ се от почвено покритие, горски екосистеми и водни покрития, включително растителност, със слята повърхност.

Дисертацията решава в общ план задачи за намиране и избор на обекти и тестови участъци за изследване; подбор на спътникови изображения с различни пространствени, спектрални, радиометрични и времеви характеристики, съдържащи информация за избраните територии; извеждане и прилагане на различни методи за обработка на сателитни данни; интерпретация и сравнителен анализ на получените резултати и верификация на резултатите с тези от приложената методика за изследване на посочените типове обекти от земната повърхност.

Решаването на тези задачи ще осигури знания в помощ на бъдещите изследвания на околната среда.

3. Степен на познаване състоянието на проблема и творческа интерпретация на литературния материал:

Прегледът на списъка на използваната литература, включваща 136 заглавия, от тях само 6 – на кирилица, показва, че авторът на дисертацията познава концептуални разработки в областта на обработката на данни от мониторинга на земните ресурси, от

почвените и растителни структури, картографията и др. такива. В списъка с цитирани имена са включени и разработки на други докторанти от ИКИТ, на които аз съм бил рецензент, което показва уважение и колегиалност.

4. Съответствие на избраната методика на изследване с поставените цел и задачи на дисертационния труд:

В дисертацията се развива методологията по използването на сателитни изображения на земното покритие (почви, растителност, водни площи), получени от фамилията Sentinel и оценка на тяхното състояние.

Предложени са съвременни цифрови технологии за обработка на информацията, нейното пространствено представяне като информационни слоеве и генерирането на тематични карти, позволяващи да се издигне процесът на изследване на принципно ново информационно и технологично ниво.

Сателитните изображения дават възможност за бърз и широкообхватен обзор на големи територии с висока разделителна способност и в широк спектрален диапазон. С разработката дисертантът внушава че използването на аерокосмическа информация за изследване на обекти от земното покритие дава възможност за получаване на спектрални данни от обекти с голям размер, трудно обозрими чрез стандартни методи и средства с цел следене на състоянието на изследваните обекти.

Обработката на сателитните изображения позволява извличане на важни признаци, описващи обекта чрез растителни и дървесни маркери, както и на водните обекти с цел обхващане на динамиката на обектите през различни времеви диапазони, с което съществува възможност за регистрация на промените, включително наводнения, настъпили в определен времеви период.

Дисертантът правилно, според мене, е анализирал климата в територията на природен парк „Сините камъни”, който е от умерено континентален до планински и е описал условията, при които са проведени изследванията. Направил е кратка характеристика на горската растителност, която е смесена широколистна.

Методологията включва регистрация и обработка на данните при теренни тестови условия, който подход аз подкрепям. Демонстрира се инженерно познаване на създадените в Института за космически изследвания и технологии системи за оценка на земното покритие, които дисертантът използва в своите изследвания. Предлага се количествен подход при избора на състав на картите от сателитните изображения. Избрани са тестови участъци за провеждане на теренни наблюдения с цел верификация на спътниковите данни с резултати от теренни наблюдения на смесени класове обекти (растителност, води). Приемам, че обектите са представителни за изследваните територии в двата обекта (парк „Сините камъни” и наводнени територии в долното течение на река Тимок).

Дисертантът е установил, че поглъщането на ЕМС доминира в UV обхвата на спектъра и в целия диапазон след жълтия цвят над 580 nm, обхващайки целия дял от близкия ИЧ спектър. Почти целият близък и среден ИЧ диапазон от падащата радиация се поглъща от водните молекули, което обяснява защо водните обекти в изображенията на каналите от ИЧ спектър са толкова тъмни или черни. Вълните с дължини в обхвата на зеления и жълтия цвят (520-580 nm) се поглъщат от водата, като разсейването е незначително. Същото се отнася, за дължините на вълните на оранжевия и червения цвят, където поглъщането е в по-големи стойности отколкото разсейването.

За осъществяването на мониторинг на териториалния обхват на водни обекти се използват основно изображения от диапазона на електромагнитния спектър в границите между 740-2500 nm, при които ясно може да се разграничат териториите, заети от вода от тези на сушата. В близкия и среден ИЧ диапазони водните тела са много тъмни, дори черни, защото те поглъщат почти цялата падаща ЕМР, особено когато водите са с голяма дълбочина и в техния състав не присъстват разтворени минерали или органични частици. И обратно, териториите заети от сушата, които се състоят основно от растителност и голи почви, отразяват голяма част от ЕМР в близкия и среден инфрачервен диапазон от електромагнитния спектър, в резултат на което на изображенията те са представени предимно в ярки и светли тонове.

Приложената в настоящия труд методика, включва използването на обработени оптични данни за избрани различни времеви интервали, в които растителността е в своята най-активна фаза от вегетационния ѝ период в годините 2016 -2021г.

Формираният по този начин времеви период дава възможност за проследяване динамиката и настъпилите промени на териториите, заети от горска растителност.

Избраните сателитни изображения са подложени на различни обработки и са получени различни ТСТ изображения, които са декомпозирани до своите основни компоненти: brightness, greenness и wetness.

Приложената методика дава възможност за точното и прецизно определяне на пространственото разпределение и моментно състояние на горската покривка на територията на ПП „Сините Камъни“ за избраните периоди. Тази методика за горски мониторинг може да се интегрира в управлението на горите, горското стопанство и при инвентаризацията на горските ресурси.

Използваната методика за мониторинг и оценка на състоянието на териториите, засегнати от проливни дъждове и предизвиканите от тях високи водни нива на реките, включва: комбинирането на различни обработени оптични (Sentinel 2 – MSI) и радарни сателитни изображения (SAR-Sentinel 1) и приложение на Ортогонална Трансформация за получаването на компонента – „мокрост“ от територията, засегната от наводнението, за избрани времеви интервали.

Формиран по този начин, избраният времеви период позволява проследяване динамиката на речните води и настъпилите промени в околната среда, в която попада речното корито.

За извършването на мониторинг и оценка на състоянието на наводнените територии от проливните дъждове и високите речни нива на р. Тимок в настоящото изследване са използвани сателитни изображения от мисиите „Sentinel-1“, „Sentinel-2“, от програмата „Коперник“ на ЕКА.

Методиката за обработка на спътникови данни, варира за различните типове избрани входни данни, в конкретния случай това са: SAR данни и оптични данни от мултиспектралния инструмент. Това се дължи на различните принципи на регистриране на ЕМЕ от двата типа сензори. В много случаи се налага получените данни да бъдат използвани комбинативно за генериране на композитни изображения, с цел получаване на детайлни резултати.

Избраните спътникови данни от всички времеви точки са преработени за получаване на по-представителни резултати за различните компоненти на околната среда, и по-специално за вода и растителност. Тук също е приложен и използван автоматизиран модел на оптични изображения от инструмента MSI, за получаването на ТСТ компонента

– „мокрост“ (влажност) – необходим за мониторинга на динамиката на речните води, и ГСТ компонента „зеленост“, нужен за генерирането на NDGI. Методиката за линейна ортогонална трансформация в многомерно пространство на сателитни данни използва трите компонента – яркост, зеленост и мокрост, които са ортогонални, т.е. декорелирани едни спрямо друг. Този вид спектрална трансформация преобразува оригиналните силно корелирани данни в три некорелирани класа (яркост, зеленост и мокрост) като не се намалява броят на признаците в пространството, а се повишава степента на тяхната идентификация при класификация на обектите от земното покритие.

Не намерих в дисертацията изведени данни и коментар за състоянието на почвената повърхност, независимо, че дисертантът споменава почвата като елемент на земното покритие.

Методичният подход на дисертанта позволява да се използват сателитните изображения от фамилията Sentinel, да се получат ценни данни и карти на двете територии, с което да се натрупат знания и опит в съвместното използване на космическите технологии и на наземните теренни наблюдения в избраните тестови участъци.

В критичен тон мога да кажа, че дисертантът не прави разлика между методика и метод, което се вижда от коментара в дисертацията на стр.42.

5. Кратка аналитична характеристика на дисертационния труд:

Дисертационният труд е развит в увод, четири глави, заключение, приноси и литература и включва 96 страници, 49 фигури и 5 таблици, публикации по дисертацията списък на литературата и благодарности.

Приемам, 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 БАН за дисертация за образователната и научна степен «Доктор».

Уводът е посветен на актуалността на проблема за мониторинг на околната среда чрез използването на сателитни изображения от различни диапазони на електромагнитния спектър и идеята за прилагане на комплексни методи за оценка на разнородни данни за изследваните обекти.

В глава първа дисертантът е разгледал познатото досега състояние на приложението на сателитни изображения при оценяването на горски и водни ресурси и събития. Той е направил литературен обзор на използваните методи и средства от дистанционните изследвания и по-специално, е разгледал използването на оптични данни и изображения от фамилията Sentinel 1 и 2. Обсъдена е същността на ортогоналната трансформация като инструмент за компресиране и визуализация на данни от мултиспектралния скенер за извличане на информация за характеристиките на земеделските земи. Обсъждат се спектралните вегетационни индекси на основата на отражателните характеристики в рамките на кривите на спектрално отражение на гола почва, растителност и вода,

Накрая е формулирал целите и задачите на труда като задачите са ясно поставени и конкретни, и изпълнението на които очаквано довежда до успешна разработка на темата.

Във втора глава на дисертацията, озаглавена „Местположение и описание на обектите на изследване. Спектрално отражателни характеристики“ са разгледани физико-географските и климатични характеристики на двата обекта на изследване – природен парк „Сините камъни“ и поречието на река Тимок при вливането ѝ в река Дунав в обхвата на засегнатите от наводнение площи.

Характерно за растителността в обект „Сините камъни е, че тя включва листопадни широколистни гори от средно-европейски тип, но е с черти, характерни за средиземноморската горска растителност. Формациите на цера, благуна, косматия дъб, източния габър и мъждряна са представители на ксеротермния дъбов пояс. По-голяма част, т.е. 9 000 ha, от територията на парка, е покрита с монодоминантни и смесени широколистни гори, а над 600 ha са заети с иглолистни

Дисертантът предлага количеството лъчист поток, отразен от листа, количеството лъчист поток, погълнат от листа и количеството лъчист поток, пропуснат през листа, да бъдат измерени, за да бъдат използвани в уравнението за енергиен баланс с цел проследяване какво се случва с цялата падаща енергия.

В трета глава на дисертацията, озаглавена „Методика за мониторинг и пространствено-времеви анализ на динамиката на горска растителност и наводнени територии. Избор на данни. Вегетационни индекси” е развита методиката на изследването, която обхваща използване на информационни слоеве за оценка на смесен клас от земното покритие, в случая, почви, растителност и води. Дискутирани са кривите на спектралните отражателни характеристики на растителността и на водата, които са най-информативни за оценката на състоянието на растителността и на водата в двата обекта. Обработката на информационните слоеве и последващият анализ, са наложили избор на подходящи подложки и използването на създадените информационни слоеве позволява да се генерират тематични карти, обслужващи поставените изследователски задачи.

Що се отнася до втория избран обект в обхвата на засегнатите площи в община Брегово от наводнението на р. Тимок, което се е случило на 11.03.2018 г. проследен е пространственият обхват и динамиката на наводнението на р. Тимок за избран изследван период чрез приложение на Ортогоналната Трансформация за сегментиране на данни от Sentinel 2, както и чрез приложението на данни от радар. Направено е изследване на спектралните отражателни характеристики на водата в реката и в наводнените площи като е оценена температурата на водата в реката и валежите, и са изчислени: водната площ (в т.ч. реки, потоци, езера); водния състав; дълбочината на водата и площта на снежното покритие на територията.

В настоящото изследване са използвани сателитни изображения от Sentinel-2 MSI (EKA) и Landsat 8 Oli Tirs (НАСА). Мултиспектралното устройство, има 13 канала и регистрира данните в оптичния диапазон с различни пространствена и спектрална разделителна способности от видимия диапазон на електромагнитния спектър.

NDGI е формиран на основата на компонента *зеленост (greenness)* получен чрез декомпозирането от приложената трансформация на избрани оптични изображения от инструмента MSI. Този индекс отразява настъпилите промени в динамиката на растителността за избрания времеви период. Получените стойности варират между -1 и +1 и съответстват на негативните и позитивни промени, настъпили в състоянието на растителността. Най-често използваните вегетационни индекси не са достатъчно чувствителни към настъпилите минимални промени в състоянието на растителността, което е най-забележимо при изследванията за възстановителните процеси на горските екосистеми след пожар. Получените вследствие на приложената ортогонализация три диференцирани класа са силно чувствителни към минималните промени, настъпили в състоянието на растителността. В настоящото изследване е използвана компонента *зеленост*, на чиято основа е изчислен индексът NDGI, обхващащ количествените позитивни и негативни стойности в процесите на развитие и растеж на растителността.

Крайните стойности – $NDGI = -1$ отразяват пълната деградация на растителността, докато $NDGI = +1$ показва интензивно нарастване на листната биомаса или поява на растителност. На тази основа дисертантът обосновава твърдението, че позитивните и негативни стойности на индекса представляват една количествена скала, която може да бъде използвана за оценка на настъпилите промени в горската растителност.

Обработката на сателитните изображения позволява да се извлекат признаци, описващи обектите, като почвени, растителни и снегови маркери, както и да се улови динамиката на обектите през различни времеви диапазони (сезони). Използваните спътникови данни са обработени за получаване на ТСТ компоненти (мокrost и зеленост), нужни за генериране на $NDGI$ на обектите за вода и растителност.

В тази глава дисертантът е показал спътникови оптични и радарни изображения на териториите от втория обект, засегнати от проливни дъждове и предизвиканите от тях високи водни нива на реките, чрез обработени оптични и радарни сателитни изображения и приложена ортогонална трансформация за получаване на компонента „мокrost” на засегнатата от наводнението територия.

Глава 4, озаглавена „Анализ на получените резултати”, включва аналитични резултати за състоянието на горската растителност чрез приложени карти със стойностите на $NDGI$ за обосновани периоди на изследването.

В тази глава са включени карти и разсъждения за двата обекта на изследването, които показват настъпилите промени в горската растителност в обект „Сините камъни” и на количествените стойности на водния компонент в изследвания район на обект „Река Тимок” за различни времеви периоди.

Използването на тези карти позволява проследяването на динамиката на растителността за кратки периоди от време. Този подход е приложим и за земеделски нужди за проследяване на динамиката и развитието на култури с по-къс вегетационен период.

Използваните класификации на стойностите на $NDVI$ и на компонента *-greenness* са избрани с цел по-добра и точна визуализация на различните видове растителност и тяхното териториално разпределение от изследвания район.

В заключението дисертантът подчертава, че на базата на получените резултати чрез приложения комбинативен подход за обработка на сателитни изображения от оптичния и микровълновия диапазон на електромагнитния спектър, и генерираните компоненти *яркост, зеленост и мокrost*, се дава възможност да се оценят настъпилите промени на компонентите от земната повърхност, за избраните територии на изследване..

6. Научни и научно-приложни приноси на дисертационния труд:

Като цяло подкрепям формулираните в дисертационния труд приноси, които се заключават обобщено в: разработена е методика на база ортогонализирани спектрални спътникови данни за изследване и мониторинг динамиката на горски екосистеми; въведена е класификация на стойностите на компонента *greenness*, за нуждите на горския мониторинг; разработена е методика за изследване на пространствено и времево разпределение на наводнени територии на база оптични и SAR спътникови данни и са въведени наименованията на компонентите *greenness* и *wetness*, на български език съответно, *зеленост* и *мокrost*.

Приемам, че приносите се отнасят до получаване на нови и потвърждаващи съществуващи факти и данни, и имат значение за аерокосмическите изследвания и околната среда като са с характер на научно-приложни.

7. Оценка на степента на личното участие на дисертанта в приносите:

Приемам, че дисертантът е участвал активно в дейностите по разработките, което се вижда от текста и от публикациите по дисертацията.

В образователно отношение дисертантът е усвоил редица методики по обработка на данни и карти от експедиционни изследвания.

8. Преценка на публикациите по дисертационния труд:

Публикациите по дисертацията са 4 на брой, публикувани предимно през последните 3 години и са представителни за обхвата на дисертацията. Три са включени в сборници на международни конференции, и една - в научното списание „Ecological engineering and environment protection”.

Това е основание да се приеме, че резултатите от изследванията по дисертацията са познати на научната общност.

Отбелязвам, че дисертантът няма доказано по законоустановен ред плагиатство в дисертацията и научните си трудове (Чл.24. ал.5 от ЗРАСРБ).

Нямам общи публикации с дисертанта и не съм свързано лице с него по смисъла на параграф 1, т. 5 от Допълнителните разпоредби на ЗРАСРБ.

9. Значимост и използване на резултатите от дисертационния труд в научната и социалната практика:

Дисертационният труд е полезен за практиката, защото прилагането на избория от дисертанта подход и на методиката позволяват да се вземат правилни решения за оценка на състоянието на природни обекти и за управление на процесите в екосистемите.

10. Оценка на съответствие на автореферата с изискванията за изготвянето му:

Прочетох внимателно автореферата и констатирах, че е с по-голям обем, заради големия брой карти. Смятам, че той отразява коректно основните части на дисертацията и дава представа за същността на разработката.

11. Мнения, препоръки и бележки:

1. Срещат се правописни грешки и неточности в текста и оформянето на дисертацията.
2. В критичен тон мога да кажа, че дисертантът не прави разлика между методика и метод, което се вижда от коментара на (стр.42).
3. Цитираната литература не е подредена, съгласно изискванията за дисертация.

12. Заключение:

Давам положителна оценка на резултатите от разработката на дисертационния труд на тема “Приложение на мултидисциплинарен подход за мониторинг и пространствено-временен анализ на горска растителност и наводнени територии на база дистанционни изследвания” по професионално направление 4.4. Науки за Земята”, научна специалност „Дистанционни изследвания на Земята и планетите” и затова ще гласувам ПОЛОЖИТЕЛНО. Предлагам на членовете на журито, назначено със заповед N34 от 28.04.2022г. на директора на Института за космически изследвания и технологии при Българската академия на науките, да гласуват да се присъди на Андрей Стоянов Стоянов образователната и научна степен “Доктор” по научна специалност „Дистанционни изследвания на Земята и планетите”.

Рецензент:
03. 06. 2022г

проф. д-р ищж. Никола Вичев Колев, д.н.

ВЯРНО С ОРИГИНАЛА

