

ИНСТИТУТ ЗА КОСМИЧЕСКИ ИЗСЛЕДВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ - БАН
Вх. № 893 10.10.2022

РЕЦЕНЗИЯ

Относно: Дисертационен труд за получаване на образователна 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”

Тема на дисертационния труд: „Моделиране и картографиране на биофизични и биохимични параметри на посеви от зимна пшеница на базата на сателитни изображения”

Автор на дисертационния труд: Илина Боянова Каменова, докторант, задочна форма на обучение в секция „Дистанционни изследвания и ГИС” към ИКИТ-БАН.
Научен ръководител: доц. д-р Петър Димитров

Изготвил рецензията: доц. д-р Милена Стоянова Керчева, от ИПАЗР „Н. Пушкиров”, професионално направление 6.1. Растениевъдство, научна специалност „Почвознание”,

Рецензията е изготвена в изпълнение на Заповед № 82/01.09.2022 на Директора на Института за космически изследвания и технологии (ИКИТ) към БАН за състава на Научно жури и Протокол №1/14.09.2022 г. от заседание на Научното жури.

Съответствие с изисквания за придобиване на образователна и научна степен „Доктор”.

Илина Боянова Каменова е зачислена в задочна докторантура със Заповед № 04/10.01.2014 г. на Директора на ИКИТ-БАН със срок на обучение 4 години (включително едногодишно прекъсване по майчинство, съгласно заповед 108/27.10.2017) и е отчислена с право на защита със Заповед № 12/18.01.2019 г. на Директора на ИКИТ-БАН.

Представената ми по конкурса документация е пълна и добре подредена и показва, че процедурите по провеждане на конкурса са изпълнени, като са спазени изисквания на Закона за развитие на академичния състав в Република България.

Общата оценка за подготовката на докторантката е 286 кредитни точки, изчислена съгласно кредитната система, възприета в БАН, и надхвърля минимума от 250 точки за допускане до предварителна защита. Оценката е формирана от изпълнението на:

- Образователната програма:
 - успешно полагане на изпит по базов специализиран предмет;
 - изкарани 3 избираеми лекционни специализирани курса във водещи научни организации: у нас 1 бр. в ИКИТ на тема „Природни бедствия и екологични катастрофи” юни 2014 г. с лектори проф. д-р Гаро Мардиросян и проф. д-р Бойко Рангелов) и 2 бр. в чужбина: „Land Use/ Land Cover Change and Ecosystem Processes”, Trans-Atlantic Training, Krakow, Jagiellonian University, Institute of Geography and Spatial Management, 5-7 юни 2014; 2015 GOF-C-GOLD Data Initiative Training - training on access, management, use and application of earth observation

data, tools and methods; 20 юли – 7 август 2015; USGS EROS Center in Sioux Falls, South Dakota and Department of Earth and Environment, Boston University, Boston, Massachusetts, USA),

- успешно положени изпити по езикова подготовка и по компютърни умения и статистика („Анализ на данни с R, базова подготовка за използването на различни пакети при подготовка на данни, статистически анализ, визуализация на резултати” към ЦО-БАН);
- Докладване пред научни форуми на научни резултати по темата на дисертацията: семинари в първичното научно звено и 1 доклад на международна научна конференция;
- Публикации на научни резултати по темата на дисертацията: 2 броя в списание Aerospace Research in Bulgaria, на които ас. Каменова е първи автор и 1 брой в Сборник от 18-та конференция SES (приет за печат), на който тя е самостоятелен автор.

Илина Каменова покрива минималните национални изисквания и изискванията на БАН за получаване на научната и образователна степен „Доктор“ съгласно „Правилника за прилагане на Закона за развитие на академичния състав в Република България“ и „Правилник за условията и реда за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в Българска академия на науките“, като има 46,66 точки в група показатели Г, при минимум от 30 т.

Кратки биографични данни.

Илина Каменова завършва висше образование в СУ „Св. Климент Охридски“ през 2008 г. със степен Бакалавър по „География и биология“ и педагогическа правоспособност. През 2013 г. получава дипломата си за Магистър по „Геоинформационни науки“ със специализация в Дистанционни изследвания за картиране на земното покритие и прецизно земеделие от Университета във Вагенинген, Нидерландия. Илина Каменова постъпва на работа в ИКИТ-БАН през 2013 г., а от началото на 2014 г. е назначена на академичната длъжност асистент. По време на докторантурата ѝ Илина Каменова печели проект към Европейската космическа агенция през 2015 г. за достъп до спътникови изображения от трети страни, чрез който е извършено заснемане на един от двата тестови района по дисертацията от RapidEye през 2015 и 2016 г. Ръководител е на проект, финансиран по програмата за подпомагане на младите учени и докторантите в БАН (Договор № ДФНП-17-177). Участвала е в работата по проект TS2AgroBg, финансиран от ЕКА по програма PECS, като част от получените данни за втория тестови район са включени в дисертацията, които е анализирала самостоятелно, получавайки нови резултати, извън тези получени в съвместната ѝ работа с колеги по проекта. Лауреат е на наградата за най-млади учени на БАН „Иван Евстратиев Гешов“ за 2017 г.

Обща характеристика и оценка на дисертационния труд

Дисертационният труд на Илина Боянова Каменова е в обем от 150 страници. Състои се от: „Въведение“; Глава 1. Основни теоретични и методични въпроси; Глава 2. Материали и методи на изследването; Глава 3. Резултати от изследването; Заключение; Приноси; Списък на публикациите свързани с дисертацията и благодарности; Литература; четири Приложения. Дисертационният труд съдържа

22 таблици и 49 фигури и карти. Списъци на таблиците, фигурите и използваните съкращения са представени отделно.

Използваната литература обхваща 150 източника: 12 на кирилица и 138 на латиница. Почти половината от тях (72 броя) са публикувани през последните 10 години.

Изложението на дисертационния труд е написано стегнато, с много добър научен език, като логически следва формулираните 6 научни задачи за постигане на целта. Всички глави завършват с дискусия и изводи. Табличният, графичен и картен материал са оформени много добре.

Актуалност и цел на дисертационния труд

Дистанционните методи намират все по-широко приложение в земеделието за оценка на развитието на културите и за мониторинг на изпълнението на мерки, подлежащи на финансово подпомагане. Зимната пшеница у нас и в Европейския съюз е най-разпространената селскостопанска култура и нейната продуктивност е от съществено значение за изхранването на населението. Създаването на високопродуктивни сортове от тази култура ги прави по-чувствителни към засушаване и други неблагоприятни метеорологични условия, както и към ненавременното извършване на агротехническите мероприятия. Поради тази причина използването на дистанционните методи за мониторинг на развитието на зимната пшеница е актуално, икономически обосновано и се разглежда като важен и независим източник на информация. Утвърждаването сателитната информация като основен мониторингов механизъм за големи територии, засети със селскостопански посеви, се основава на възможността за извличане на по-детайлна в пространството и времето спектрална информация, усъвършенстваните сензори за регистриране на спектралното отражение и разработените алгоритми за извличане на информация от спектралните изображения. За обвързването на тези данни с биофизични и биохимични показатели за селскостопанските култури са предложени значителен брой вегетационни индекси (ВИ), които изискват локалното им валидиране с наземна информация.

Целта на изследването в дисертационния труд на Илина Каменова е да се моделират и картографират пространствената и времева динамика на набор от биофизични и биохимични параметри на посеви от зимна пшеница на базата на многоканални сателитни изображения.

Степен на познаване на проблема

Теоретичната и методична обосновка, направена в Глава 1, показва добро познаване на проблемите, касаещи оценката на състоянието на селскостопанските посеви. Направен е обзор на основни теоретични и методични въпроси, свързани с обекта на изследване - зимна пшеница, необходимостта от прилагане на прецизно и интелигентно земеделие, значението и начини на осъществяване на мониторинг на селскостопанските посеви, приложение на многоканална сателитна информация за мониторинг на биофизични и биохимични показатели (ББП) и начини на определяне на тези показатели. Въз основа на изчерпателния обзор на основните принципи и методи, използвани в дистанционните изследвания, са аргументирани методите за класификация и моделиране на ББП, приложени в настоящия дисертационен труд. Добрата литературна осведоменост на докторантката личи и при дискусиите и изводите от получените резултати, направени в останалите глави на дисертацията.

Обект и методи на изследване

Обектите и методите на изследване са описани в Глава 2. Изследването е проведено в два тестови райони през два сезона: „Требич“, Софийско (2014-2015 и 2015-2016) и „Кнежа“ (2016-2017 и 2017-2018). Климатичните, агроклиматични, агроекологични и почвени характеристики на районите са описани според утвърдени национални класификации. За периода на изследване е използвана и базата метеорологични данни на системата за мониторинг на растежа (CGMS), подържана от JRC в грид от 25x25 km.

Полевите кампании са осъществени в рамките на два проекта, финансирани от ЕКА, в които ас. Илина Каменова активно участва. В тестови район „Кнежа“ са обследвани два сорта пшеница „Анапурна“ и „Енола“ в 30 тестови площадки, а в тестови район „Требич“ е обследван сорт „Енола“ в 11 тестови площадки. Изследваните биофизични показатели са: индекс на листната повърхност (LAI); дял на погълнатата фотосинтетична активна радиация (fAPAR); и проективно площно покритие (fCover). Данни за биохимичния показател - общо хлорофилно съдържание (ССС) са представени и дискутирани само за тестови участък „Требич“. Наземните данни са получени с прецизна съвременна апаратура (AccuPAR PAR/LAI Ceptometer, модел LP-80, Decagon Devices за определяне на LAI, fAPAR и fCover и CCC – 300, Opti Sciences за CCC). Датите на измерване са съобразени с фенологичните фази на културата и с датите на заснемане на сателитните изображения.

Сателитната информация в район „Кнежа“ е от Sentinel-2, допълнена с данни от полеви спектрометър ASD FieldSpec4, а в „Требич“ е от съзвездие от сателити RapidEye. Добрата подготовка и уменията на Илина Каменова отчетливо проличават в обработката на сателитните изображения, получени от Sentinel-2 и RapidEye и тяхната класификация. Докторантката е приложила специализирани програмни продукти за атмосферни корекции на наличните изображения от Sentinel-2, съставяне на разновременни и композитни изображения по два метода с цел отстраняване на влиянието на облачна покривка, сенки и други несъдържащи информация пиксели.

За идентифициране на посевите от зимна пшеница през различни фази на развитие чрез сателитни изображения и техните продукти, са приложени три класификационни алгоритъма: метод на опорните вектори (SVM), метод на гора от дървета на решенията (RF) и метод на максималното правдоподобие (MXL). За обучаваща база данни е използвана информацията за земеделските култури през изследваните периоди за тестваните райони, събрана в „Интегрирана система за администриране и контрол (ИСАК)“. Използвани са три статистически индикатора за точност на класификацията: обща точност, карра статистика и F статистика.

Изградена е маска с полетата със зимна пшеница според класификационния алгоритъм, показал най-висока точност и ефективност. Само върху този слой са приложени и статистически оценени, чрез метода на кръстосано валидиране, линейни и експоненциални регресионни модели за оценка на биофизичните и биохимични параметри чрез вегетационни индекси (ВИ). Тествани са 40 ВИ, получени от каналите на Sentinel-2 и 18 ВИ от данните на RapidEye, поради по-малкия брой спектралните канали. Изследвани са 5 сценария на регресионно моделиране, включващи различни набори от данни, получени за район «Кнежа»: 1 - всички налични данни; 2 – данни за фаза братене общо за двата сорта; 3 - данни за

фаза вретенене общо за двата сорта; 4 - данни за сорт Анапурна; 5 – данни за сорт Енола.

Калибриран и тестван е семи-механистичен модел CSDM (Canopy Structural Dynamic Model) за определяне на ежедневната динамика на индекса на листна повърхност LAI в течение на вегетационния сезон на полетата в „Кнежа“ на базата на сумата от ефективни температури на въздуха (данни от JRC MARS Meteorological Database), като за целта са написани скриптове на Python.

Изброените приложени методи за изследване показват, че Илина Каменова притежава необходимите знания и умения за получаване и обработката на наземни и сателитни данни, събиране, изграждане и статистически анализ на бази данни, програмиране и работа със специализирани програмни продукти.

Резултати

В глава 3 са представени резултатите от изследването. В раздел 3.1 са изложени резултатите от класифициране на площите със зимна пшеница по три класификационни метода в изследваните тестови райони чрез използване на единични, разновременни и времеви композитни (само за „Кнежа“) сателитни изображения. Установено е, че трите тествани класификационни метода (SVM, RF и MXL) дават сходни точности с тенденция за по-висока точност на непараметричните методи (SVM и RF). От сравнителния анализ между единични, разновременни и композитни изображения е направено заключение, че с времевите композитни изображения може да се получи достатъчна точност и да се възстанови липсваща информация от някои изображения. Съставени са карти с площите заети със зимна пшеница, получени по класификационния метод, показал най-висока точност. Подчертано е значението и добрата точност за ранна класификация на посевите (в края на март), постигната с данни от Sentinel-2.

В раздел 3.2 са представени резултатите от регресионното моделиране на ББП от вегетационните индекси (ВИ). Извършена е значителна по обем работа по тестване на модели и ВИ за прогнозиране на ББП. За района на „Кнежа“ това е извършено по 5 сценария и е сравнена точността на прогнозиране през отделните етапи. Установени са ВИ, с които се постига най-добра прогноза за всеки един от ББП в отделните фази, общо за периода и по сортове. Въз основа на резултатите от регресионното моделиране е предложено групиране на ВИ в зависимост от тяхното значение за ББП и фенологичните фази, което също следва да се отчете като принос от дисертационния труд. За тестови район Кнежа най-оптимален индекс за моделиране на LAI през целия сезон е SR3, а за fAPAR и fCover е gNDVI. За фенофаза братене най-добър предиктор за LAI е Clre7, а за fAPAR и fCover - NDRE. Във фенофаза вретенене най-добър предиктор за LAI е DVI, а за fAPAR и fCover - MCARI/OSAVIre. С най-голяма точност за район „Кнежа“ са прогнозните стойности за fAPAR, следвани от fCover и LAI. За района на Требич за оценка на LAI и CCC за целия сезон най-добри резултати, макар и с по-ниска точност от Кнежа, са получени с Clre и reNDVI, а за fAPAR и fCover с reNDVI. Въз основа на регресионни зависимости с най-висока точност са съставени карти на биофизични и биохимични показатели на зимната пшеница в двата района в отделни фази.

Резултатите от симулирането на динамиката на LAI е представено в раздел 3.3. Този подход е нов за страната, тъй като при него се използва оценка на LAI, получени със сателитни данни и регресионни модели, както и метеорологични информация за сумата на ефективните температури в грид, за симулиране на

ежедневната динамика на LAI със семи-механистичния модел CSDM. Както посочва докторантката, този модел може да се използва за различни цели, касаещи оценка на развитието и продуктивността на зимната пшеница, реконструиране на липсващи данни и др.

Оценка на научните и научно-приложните приноси на дисертационния труд.

Приемам формулираните от докторантката четири приноса от дисертационния труд. Те имат научно-приложен характер и допринасят за извличането на по-точна информация от сателитните изображения за пространственото разпространение и динамика на биофизичните и биохимични показатели на зимна пшеница. Те показват подходи за преодоляване на липсващи данни (използване на композитни изображения от сателита Sentinel-2 и реконструкция на LAI чрез модела CSDM) и идентификация на вегетационни индекси, даващи най-точни оценки за биофизичните показатели LAI, fAPAR, fCover и CCC при зимна пшеница в изследваните райони и фенологични фази. Съставени са карти на посевите от зимна пшеница и техни биофизични и биохимични показатели в различни етапи от вегетационния сезон.

Оценка на автореферата

Авторефератът се състои от 49 страници и отразява достатъчно информативно съдържанието на дисертационния труд. Представени са списъци на публикациите и изнесените доклади, свързани с дисертационния труд и абстракт на английски език. Забелязани са някои технически грешки, като напр. грешно заглавие на Таблица 4, пропуснати мерни единици на променливите във Фигура 14.

Въпроси и препоръки

За по-голяма информативност във фигурите, представящи регресионните зависимости на ББП от вегетационните индекси, може да се добавят коефициентът на детерминация R^2 . Интерес представляват определените стойности на калибрираните параметри в уравнение 7, което препоръчвам да се включи в бъдеща публикация. В съдържанието е пропуснато да се отбележи Приложение Г.

Заклучение

Изложеното по-горе ми дава основание да дам висока оценка на проведеното изследване, получените резултати и приноси, представени в дисертационния труд. Те показват, че докторант Илиана Каменова притежава задълбочени теоретични знания и компютърни умения в областта на дистанционните изследвания на земеделските площи, дигиталното картографиране и приложенията им за оценка на развитието на селскостопанските култури. Предлагам на почитаемото Научно жури да присъди образователната и научна степен „Доктор” на асистент Илиана Боянова Каменова 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”.

Дата: 10.10.2022 г.
София

Изготвил рецензията: /m/
доц. д-р Милена Керчева

