

РЕЦЕНЗИЯ
върху дисертационен труд на тема

„Пространствен анализ и оценка на състоянието и екосистемните услуги на екосистеми в горната горска граница на Рила“

за присъждане на научната и образователна степен „доктор“
в научна област 4. Природни науки, математика и информатика, професионално
направление 4.3. Биологически науки,
научна специалност „Екология и опазване на екосистемите“,

Автор: Костадин Маринов Катранджиев

Научен ръководител: доц. д-р Светла Вълева Братанова-Дончева

Научни консултанти: проф. д-р Стоян Недков и проф. д-р Нешо Чипев

Изготвил рецензията:

проф. д-р Миглена Кирчева Жиянски, Институт за гората - БАН, професионално направление 6.1. „Растениевъдство“, научна специалност „Почвознание“, определена за член на Научното жури със Заповед № 96/23.12.2024 г. на Директора на ИБЕИ-БАН

КРАТКИ БИОГРАФИЧНИ ДАННИ НА КАНДИДАТА

Костадин Маринов Катранджиев притежава бакалавърска степен по екология и магистърска степен по екологичен мениджмънт, придобити в Нов Български Университет (2012 г.). От 2016 до 2018 г. е бил редовен докторант в секция „Екосистемни изследвания“ към Института по биоразнообразие и екосистемни изследвания на БАН (ИБЕИ-БАН), където разработва дисертационния труд, обект на настоящата рецензия. След приключване на срока на редовната докторантура (до 31.12.2018 г.) е отчислен с право на защита. Дисертационният труд е обсъден и насочен за защита на разширено заседание на отдел „Екосистемни изследвания, екологичен риск и консервационна биология“ при Института по биоразнообразие и екосистемни изследвания, БАН, състояло се на 29 октомври 2024 г. В хода на обучението, кандидатът е участвал в специализирани обучения и курсове (дистанционни методи, ГИС, статистически анализ), които допринасят за професионалното му развитие. В периода април 2019 – януари 2020 преминал специализирано обучение в Института за космически изследвания и технологии (ИКИТ) към БАН, свързано с обработка на спътникови данни. Успешно е положил изпит по английски език и компютърна грамотност в ЦО-БАН. Общият брой кредити за периода на обучението на кандидата в докторската програма е 474.

Представеният комплект документи от докторанта е в съответствие с чл. 39 (1) от Правилника за условията и реда за придобиване на научните степени и за заемане на академични длъжности в ИБЕИ-БАН.

Дисертационният труд е с общ обем 58 страници (отделно, общо 87 страници скрепени публикации по темата на дисертацията) и съдържа 10 основни раздела, включително 5 таблици и 17 фигури. Списъкът на цитираната литература съдържа 73 заглавия на латиница и кирилица.

ЗНАЧИМОСТ НА ИЗСЛЕДВАНИЯ ПРОБЛЕМ В НАУЧНО И НАУЧНО-ПРИЛОЖНО ОТНОШЕНИЕ

Изследванията на високопланинските екосистеми представляват интерес за съвременната екологична наука и допринасят за обогатяване на нашето разбиране за комплексната динамика на природните системи. От научна гледна точка, анализът на структурните и функционалните характеристики на екосистемите във високопланинските райони допринася за изучаването на взаимодействието между биотичните и абиотични компоненти на средата в контекста на климатичните промени, спомагайки за създаването на по-точни и обхватни модели за екосистемна динамика. Същевременно определянето на реакциите на високопланинските екосистеми при въздействието на климатични фактори дава информация за механизмите на адаптацията им и за тяхната устойчивост, което е от ключово значение за екологичната наука. В научно-приложен аспект разширеният анализ, интегриращ геоинформационни технологии, климатология и екология, представлява прилагане на иновативен подход и предоставя научна основа за оценка на екосистемните услуги, с оглед стратегическото планиране и управление на високопланинските територии. Прилагането на дистанционни методи и ГИС технологии осигурява възможност за редовен и ефективен мониторинг на труднодостъпни и динамични екосистеми, което е от особено значение за навременното идентифициране на негативни тенденции и за предприемане на адекватни мерки.

ЦЕЛ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Целта на изследването е критичен анализ и оценка на функционалното състояние на дефинирана високопланинска екосистема в югозападните части на НП “Рила”, както и оценка на капацитета ѝ да осигурява избрани екосистемни услуги, с приложение на дистанционни методи и геоинформационни технологии.

За изпълнение на дефинираната цел, в дисертационен труд са изпълнение следните научни задачи:

1. Изготвена е структурно-функционална характеристика на избрана и дефинирана високопланинска екосистема на територията на НП Рила;
2. Извършени са анализ и оценка на съществуващи данни;
3. Направена е оценка на функционалното състояние на високопланинската екосистема с използване на вегетационни индекси чрез дистанционни (ортофото, сателитни), GIS- базирани и други методи;
4. Направен е избор и са оценени екосистемни услуги в териториалния обхват на дефинираната „високопланинска екосистема“.

СТРУКТУРА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Дисертационния труд е оформен под формата на основен текст подкрепен с три скрепени публикации, които доказват оригиналността и качеството на научната работа.

Публикации:

„Application of remote sensing for high mountain ecosystem condition assessment (South-west Rila Mountain - Bulgaria)“ – публикувана в международно реномирано списание **Ecological Engineering and Environment Protection** (2018, No 2).

„Spatial distribution of high-mountain ecosystems – application of remote sensing and GIS: a case study in south-western Rila Mountains (Bulgaria)“ – публикувана в списанието **Silva Balcanica** (2019, том 20, номер 3).

„Data Fusion for Ecosystem Services Assessment: a Case Study in Bulgarian South-western Rila Mountains“ – тази публикация е в процес на подготовка за публикуване.

Така, общият брой на оформените публикации по дисертационния труд е **три** – две вече публикувани в реномирани международни списания и една, която е подготвена за излизане. Това показва високо ниво на научна активност и способност за самостоятелна разработка на оригинални научни резултати.

ДОКАЗАТЕЛСТВА ЗА ОРИГИНАЛНОСТТА И САМОСТОЯТЕЛНАТА РАЗРАБОТКА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Разработеният дисертационен труд е резултат на самостоятелна научно-изследователска дейност на автора, представена по оригинален начин посредством прилагането на иновативен методологически подход за оценка на екосистеми във високопланинските райони и тяхната реакция към климатичните промени. Докторантът дефинира обект на проучването за целите на дисертационния труд на база на направена литературна справка и интерпретира оригинални концепции и методи за интеграция на данни от различни източници. Усвоените и приложени съвременните методи за дистанционни изследвания от своя страна позволяват на докторанта по-точно проследяване на динамиката на високопланинските екосистеми и оценка на екосистемните услуги. За провеждане на проучването са събрани и анализирани сателитни изображения от различни сензори (напр. Landsat и Sentinel-2), както и климатични данни, които са обработени чрез специализирани ГИС и статистически софтуер. Този подход дава възможност за получаване на нови резултати, публикувани в престижни научни списания. Дисертационният труд има интердисциплинарен характер, което потвърждава самостоятелната научна инициатива на автора да допринесе за прилагане на комплексен и интегриран модел в екологичните изследвания.

СТЕПЕН НА ПОЗНАВАНЕ НА СЪСТОЯНИЕТО НА ПРОБЛЕМА И СЪОТВЕТСТВИЕ НА ИЗПОЛЗВАНАТА ЛИТЕРАТУРА

Дисертационният труд демонстрира задълбочено познаване на актуалното състояние на научната проблематика, като авторът се позовава на богата и разнообразна литература – както на международно, така и на национално ниво. Това е видно от използваните източници, посочени в публикациите, които реферират към класически трудове и съвременни публикации, свързани с оценката на екосистемните услуги и влиянието на

климатичните промени върху високопланинските системи. Литературата, използвана в дисертацията, интегрира знания от екология, климатология и геоинформационни технологии, което отразява съвременните тенденции и методологични изисквания за решаване на комплексни екологични проблеми. Докторантът демонстрира, че е запознат с последните разработки и стандарти в областта на оценката на екосистемните услуги, като използва методологии и модели, които са доказали своята ефективност при анализа на природните системи в контекста на глобалните климатични промени. Използваните източници потвърждават, че избраната методология (включително изчисляване на NDVI, NDWI, NDGI и интеграция на климатични данни) е базирана на утвърдени научни принципи и практики. Това допринася за надеждността на изследването и валидността на получения научен резултат. Дисертационният труд показва висока степен на познаване на състоянието на проблема, като използваната литература е добре структурирана и съобразена със спецификата на темата.

МЕТОДОЛОГИЧНА РАМКА

Дисертационният труд представя обоснован и разработен теоретичен модел, който служи за интегриране на множество данни и методологически подходи при оценката на екосистеми във високопланински райони. Основна характеристика на този модел е разглеждането на екосистемата като комплекс от взаимосвързани структурни и функционални подсистеми, обхващащи биотичната и абиотична хетерогенност, енергийни, водни и материални баланси. Това позволява проследяване на динамиката на екосистемата в контекста на климатични промени. Теоретичният модел съчетава данни от дистанционни наблюдения (изчислени индекси като NDVI, NDWI, NDGI), климатични модели и данни от теренни изследвания. Предвид, че разработеният модел се основава на утвърдени научни принципи и подходи, прилагането му е своеобразна адаптация на националната Методологическа рамка за оценка и картографиране на екосистемите в посока интегрирана регионална оценка. Това осигурява пилотна основа за интерпретация на резултатите и за формулиране на допълнителни изследвания и надграждане. Моделът е динамичен и дава възможност за проследяване на времеви изменения.

В обобщение, избраната методология и методика на изследване са разработени и адаптирани така, че да отговарят на поставената цел и задачи на дисертационния труд. Те осигуряват интегриран подход за интегриран регионален анализ на високопланинските екосистеми, проследяване на климатичните промени и оценка на предоставяните от тях екосистемни услуги, като по този начин допринасят както за научната, така и за практическата значимост на пилотното изследване.

СЪОТВЕТСТВИЕ НА ИЗБРАНАТА МЕТОДОЛОГИЯ И МЕТОДИКА НА ИЗСЛЕДВАНЕ С ПОСТАВЕНАТА ЦЕЛ И ЗАДАЧИ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Дисертационният труд демонстрира значим собствен принос в събирането и анализа на емпиричните данни, както и някои значими научни, методологични и научно-приложни приноси, постигнати чрез интегрирания анализ на климатични и дистанционни данни. Те обогатяват теоретичните модели и предоставят практически инструменти за устойчиво управление на високопланинските екосистеми. За по-съществени приемам следните:

Установена е динамиката на промени в пространственото разпределение на основните типове и подтипове екосистеми, изразено в увеличаване и изместване във височина на горските екосистеми за сметка на тревните и храстови. По параметъра гъстота на горскодървесното покритие е установено увеличаване на гъстотата до 2200 – 2300 м н.в.

Моделът за интегрирана оценка на екосистемните услуги е приложен пилотно във високопланински район на НП „Рила“. Формулирани са нови индикатори (напр. за оценка на изменението в обхвата на екосистемата и екосистемната сукцесия), които допринасят за по-комплексна оценка на състоянието на екосистемите. Адаптирането на параметрите (например за оценка на физическото използване на ландшафти, културно наследство и достъпност) към конкретните условия на високопланинските райони позволява по-точна и приложима оценка на екосистемните услуги на местно ниво.

Разработената методика за интегрирана оценка на функционалното състояние на високопланинските екосистеми чрез вегетационни индекси може да бъде използвана при оценката растително покритие в други комбинации на сухоземни екосистеми и да се приложи в планове за управление на национални и природни паркове, горски стопанства, селскостопански сдружения и други;

Предложен е набор от мерки за опазване и подобряване на потенциала на изследваните екосистеми да предоставят културни екосистемни услуги.

КРИТИЧНИ БЕЛЕЖКИ И ПРЕПОРЪКИ

По-долу са представени няколко критични забележки и препоръки, които могат да подобрят качеството и приложимостта на дисертационния труд:

Въпреки обширния набор от използвани данни (сателитни, климатични, теренни), съществуват периоди с липса или недостатъчна детайлизация, което ограничава пълната времева проследимост на динамиката на екосистемите.

Различията в разделителната способност и характеристиките на данните от различните сателитни сензори (напр. Landsat и Sentinel-2) могат да доведат до несъответствия в изчислените вегетационни индекси. Препоръчва се въвеждането на по-строги процедури за междусензорно калибриране и нормализация на данните.

Някои от адаптираните параметри в методиката (напр. за оценка на културните екосистемни услуги) се нуждаят от допълнителна разработка и верификация чрез разширени теренни изследвания, за да се гарантира тяхната прецизност и надеждност.

Анализът на взаимовръзките между климатичните параметри и вегетационните индекси би могъл да бъде разширен с фокус върху локалните микроклиматични особености, които оказват съществено влияние върху растителността в различни части в дефинираната по обхват територия.

За допълване на данните от дистанционните източници е важно да се увеличи броят и качеството на теренните измервания, тъй като те допринасят за по-прецизна научна верификация на резултатите от сателитните наблюдения. В същото време,

дистанционните методи осигуряват достатъчно точна и надеждна информация и са особено ценни за бързи оценки на мащабни или трудно достъпни терени. Настоящото пилотно проучване предоставя ценен опит в комбинирането на тези подходи, демонстрирайки тяхната ефективност и възможности за бъдещо усъвършенстване на методологията.

Разглеждането на допълнителни показатели за оценка на екосистемните услуги – особено в контекста на културните и регулиращите екосистемни услуги – допринася за по-детайлен и приложим анализ на състоянието на екосистемите. Предвид, че проучването е пилотно то демонстрира прилагането на конкретни индикатори на локално ниво, но една разширена и по-изчерпателна оценка на културните екосистемни услуги би допринесла съществено за усъвършенстване на методологичната рамка.

С оглед на непрекъснатото развитие на климатичните данни (например преход от ERA Interim към ERA 5), препоръчва се редовна актуализация и калибриране на използваните климатични модели за да се гарантира съвместимостта им с останалите данни.

За нуждите на дисертационния труд авторът дефинира по структурни и функционални критерии „високопланинска екосистема“ в югозападните части на НП Рила, имаща специфични функционални характеристики и пространствено разпределение. Авторът посочва, че „високопланинската екосистема“ обект на проучването е по-конкретно транзитна зона на преход от планинска зона (зона на гъста гора) към субалпийска (редколесие) и алпийска зона и изтъква, че в нея участват три основни компонента – горски, включващи иглолистни, широколистни и издънкови; тревни и храстови. Понататък в текста посочва, че „районът включва също водни тела и земи с рядка растително покритие.“ Предвид характерът на проведеното пилотно проучване и идеята за прилагане на интегрирана оценка в обхвата на избран високопланински район, считам за по-подходяща дефиниция „високопланинския район на Рила планина над 1150 м н.в., включващ различни типове екосистеми“. Отчитам припокриване на дефиницията с тази отнесена към термина на английски език, а именно „treeline ecosystem“.

Посочените критични бележки и препоръки са насочени към допълнително усъвършенстване на интерпретативния подход, повишаване на точността и оптимизиране на интеграцията между различните източници на информация, в полза на докторанта при бъдещата му работа.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дисертационният труд на кандидата Костадин Катранджиев представя научни, научно-приложни и практически резултати, които осигуряват оригинален принос в областта на екологичните изследвания и отговарят на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ) и Правилника за прилагане на ЗРАСРБ в ИБЕИ-БАН.

Представените материали и постигнатите резултати са в съответствие със спецификата на изследваната тема и изискванията на ИБЕИ. Дисертационният труд демонстрира, че Костадин Катранджиев притежава необходимите теоретични знания и професионални

умения в съответната научна област, както и доказана способност за самостоятелно провеждане на комплексно научно изследване.

Поради гореизложеното, давам своята положителна оценка на проведеното изследване, представено чрез рецензираните материали, автореферата, постигнатите резултати и научните приноси, и предлагам на почитаемото научно жури да присъди на Костадин Катранджиев образователната и научна степен „доктор“ в научна област 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление 4.3. Биологически науки, научна специалност „Екология и опазване на екосистемите“.

26.02.2025 г.

Рецензент:

Проф. д-р Миглена Жиянски