

РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационен труд за получаване на 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*”.

Автор на дисертационния труд

Асистент Камелия Любомирова Радева

докторант – задочна форма на обучение
при ИКИТ – БАН, София

**Тема на дисертационния труд: ИЗПОЛЗВАНЕ НА ДИСТАНЦИОННИ МЕТОДИ
ПРИ ПРОВЕЖДАНЕ НА МЕЖДИНЕН ЕКОЛОГИЧЕН МОНИТОРИНГ НА
ПРИРОДНИ ОБЕКТИ**

Рецензент: доцент д-р Емилия Георгиева Велизарова, определена за член на научното жури със заповед № 19/18.01.2019 год. от Директора на ИКИТ

1. Актуалност на разработката и полза за практиката

Знанието за предизвикателствата за околната среда такива като климатични промени, промени в земеползването, загуба на биоразнообразие и друри, и последствията, които те предизвикват става все по-многоаспектно и важно през годините. Тези предизвикателствата рефектират в политиките на различни нива - като Конвенцията на ООН за биологичното разнообразие, целите на ООН за устойчиво развитие и борба с изменението на климата и опазването на екосистемите, на Европейско и национално ниво. За да се оцени дали предприеманите дейности и провежданите политики за запазването устойчивостта на екосистемите дават желаните резултати е необходима надеждна информация за промените в качеството на околната среда и за причините за тези промени. Такава своевременна и достоверна информация за състоянието на елементите на околната среда и факторите, въздействащи върху нея на национално ниво се предоставя от Националната система за мониторинг на околната среда, която включва основните компоненти: атмосферен въздух, води, земи и почви, гори и защитени територии, биологично разнообразие, радиологичен мониторинг и мониторинг на шума, както и други контролно-информационни системи за: емисии на вредни вещества с атмосферния въздух, емисиите на отпадъчни води във водни обекти, информационна система за отпадъците, информационна система за опазване на земните недра. Осъществяване на основните задачи на Националната система за мониторинг на околната среда се

постигат чрез непрекъснато или периодично наблюдение на определени качествени и количествени показатели, характеризиращи състоянието на компонентите на околната среда и тяхното изменение в резултат на въздействието на природни и антропогенни фактори.

От друга страна, фокусът на съвременните предизвикателства и изследвания все по-често е насочен към подобряването на системите за ранно предупреждение, мониторинг и оценка на щетите за природни бедствия, предизвикани от неблагоприятни климатични явления.

Разбирането на сложните взаимодействия между отделните компоненти на околната среда и екстремните природни явления от една страна и осигуряване на устойчивост на тези компоненти от друга, изисква осъществяване на наблюдение в почти реално време. В този аспект, използването на сателитни данни и специализирани системи за управление на геопространствени знания е от особена важност и необходимост. Генералната дирекция „Околна среда“ на ЕС препоръчва използването на дистанционни наблюдения като възможност да се осигурят важни данни за състоянието на биоразнообразието, неговото директно картографиране, а в някои случаи да се използва и за оценка на статуса.

Прилагането на дистанционни, аеро- и космически методи са доказано надежден инструмент за мониторинг, картографиране и оценка на биоразнообразието на обширни територии, особено в случаите, когато са засегнати от естествени неблагоприятни явления като пожари, замърсявания, наводнения и други. Те дават възможност измененията да се проследят в динамика в различни времеви интервали, а резултатите – да се сравняват.

Ето защо, в представения ми за рецензия дисертационен труд, се разглежда изключително важен и актуален проблем, а именно - приложение на дистанционни методи при разработване и прилагане на методика за междинен екологичен мониторинг (ММЕМ) към различни екосистеми.

Прилагането на такава методика към мониторингови изследвания у нас не е провеждано, което прави изследванията – предмет на настоящия дисертационния труд актуални и новаторски и в този аспект.

Навременното установяване на нарушения на биотични и абиотични компоненти на екосистемите, позволява да бъдат проедприемани своевременни решения за ограничаване на загубите, което ще минимизира негативното въздействие върху биоразнообразието и ползите за хората. Ето защо считам, че научна тема на дисертационен труд е актуална, навременна и необходима, както към настоящия момент, така и за следващи изследвания и е със съществени ползи за практическо приложение.

2. Оценка на анализа на състоянието на изследвания проблем в дисертационния труд.

Представеният анализ на състоянието на изследванията, отнасящи се до екологичния мониторинг на природни обекти е направен многоаспектно и целенасочено. Последователно и подробно са разгледани същността и видовете

мониторинг, направен е задълбочен анализ на съществуващите методи и модели за определяне на състоянието и динамиката на разпространение на компонентите – предмет на екологичния мониторинг.

Важна част от литературния обзор представлява събраната и обобщена информация за законодателна рамка и политики на Европейско и национално ниво в областта на околната среда, мониторинга на екосистемите и междинен екологичен мониторинг. Подчертава се, че необходимостта от извършване на междинен екологичен мониторинг произлиза от отговорността за спазване на изискванията на посочените нормативни документи, свързани с Европейското и национално законодателство.

Специален акцент в анализа на литературата е поставен върху възможностите за приложение на дистанционните методи за целите на наблюдение на различни компоненти на околната среда в определени пространствено-времеви интервали. Разгледани са основните области на проучване, в случаите на използване на дистанционните изследвания за мониторинг на екосистеми, а именно: климат, топография, функциониране на растителността, пространствена структура, разпространение на местообитания и изследване на промените в тях. Анализирани са съществуващите изследвания за приложение на дистанционните методи във връзка с мониторинг на влажните зони, разпространение, локализиране на места за възстановяване, както и потенциала за запазване на съществуващите местообитания в тях.

В резултат от направения анализ на литературата е установено още, че с помощта на дистанционните изследвания е възможно да се осигури количествена оценка на избрани показатели на екосистемата, както и да се създаде времева база данни, чрез която да се осигурява визуален архив за определен уязвим район. По този начин, през периодични интервали от време ще е достъпна информация за тенденциите в развитието на местообитанията и промените в земеползването. В обзора на литературата е подчертана ясно и приложимостта на дистанционните изследвания и продукти за количествено определяне на компоненти на екосистемите, свързани с наличност на ресурси като фитомаса, продуктивност, плътност на растителността, плътност на покритие на короните и разпределение на мъртвата дървесина. Така, дистанционните технологии подпомагат не само оценката на тенденциите на промените в дадена екосистема времево и пространствено, но и дават възможност за разработването на стратегии за ефективна адаптация и смекчаване на последиците от загуба на ресурси на екосистемите. От анализа на литературата е установено, че данните от дистанционните технологии могат да бъдат използвани и на регионално ниво за вземане на решения при установено нарушаване на растителното покритие чрез наблюдение на функционални групи.

Представения критичен обзор на литературата ясно показва, че докторантката е запозната с основните продукти и техники на прилаганите дистанционни методи за целите на мониторинга на екосистемите такива като: мултиспектрални, хиперспектрални и панхроматични изображения с висока разделителна способност, които дават възможност да установяват разлики между специфични класове на

земното покритие. Тя подчертава още, че радарните изображения се използват широко при екологични проучвания свързани с класификация на земното покритие, оценка на биомаса на дървесната растителност, анализ на наводнения и времеви мониторинг. Ключов момент при използване на дистанционните изследвания е избора на подходящи спътникови данни и методи за по-нататъшна обработка и верификация с наземни данни. За целта ясно са описани подходящите индекси, които могат да се използват за оценка на различните състояния на екосистемите, подходящи за целите на междинния екологичен мониторинг. Прави се заключението, че дистанционните методи са подходящи за получаване на актуална информация за състоянието на екосистемите през различни времеви интервали, което е и основната цел на междинния екологичен мониторинг, респективно на дисертационния труд.

Анализът на състоянието на проблема ясно показва, че докторантката познава същността и съществуващите съвременни проучвания, запозната е с различни подходи, методи, законодателство и политики при използване на дистанционни методи за провеждане на междинен екологичен мониторинг на природни обекти. Умее да сравнява, обобщава и подбира правилния подход и индикатори в зависимост от спецификата на обектите на изследване.

Литературният обзор обхваща 30 страници от дисертационния труд. Графично е онагледен с 4 фигури и една таблица, които са нагледни и информативни. Общо са анализирани 242 източника, от които 14 са на кирилица и 228 на латиница. Цитирана е съвременна литература. Цитиранията в дисертационния труд са коректни и правилно отразени. Това е позволило на докторантката да направи правилна оценка за състоянието на изследванията по проблема, да дефинира ясно целта и задачите, да анализира резултатите от проучванията и да формулира правилни изводи.

3. Оценка на съответствие на целта, задачите и хипотезата на дисертационния труд и предложената методика на изследване

Въз основа на детайлния и критичен преглед на съществуващите проучвания са посочени правилно нерешените проблеми и е ясно формулирана целта на дисертационния труд. Основните задачи са подчинени на тази основна цел и допринасят за изясняването на проблема.

Обектите на изследване – общо четири различни типа екосистеми – влажна зона, резерват, природен резерват и поддържан резерват които са специфични по отношение на състояние на местообитанията, начина на управление и благоприятни за осъществяване на поставената цел и задачи в дисертационния труд. В тази връзка, за осъществяване на целта и задачите на настоящия дисертационен труд, детайлно са разгледани местоположението, физико-географската и биогеографската характеристика на районите, климата, почвеното разнообразие, състоянието на растителното покритие и неговото видово разнообразие.

Използваният методичен подход е представен в отделна глава от дисертацията. Направен е критичен анализ на необходимостта от прилагане на междинен екологичен мониторинг (МЕМ), както и същността на методиката за междинен

екологичен мониторинг (мМЕМ). За оценка на състоянието на екосистемите в посочените обекти на изследване са използвани последователни стъпки от традиционни и специфични методи на обработка на данни, включващи: георефериране на аерокосмичеките данни и съвместяването им в единна координатна система, която е приета на национално ниво за всяка страна, Генериране на композитни изображения, които се използват в последваща обработка за изчисляване на различните видове индекси, класификации и трансформирането им във векторен вид за извличане на конкретна информация от тях; ортогонализация на изображенията, която е използвана за определяне в n-мерно пространство на признаците на специфични индекси; на базата на тези индекси се изчисляват количествени показатели, с помощта на които се оценява динамиката на изменение на определени доминиращи компоненти на конкретния тип екосистема. Използваните вегетационни и други индекси са обобщени в табличен вид. Използвани са два типа входни данни: сателитни/ аеро-фото изображения и наземни данни. Сателитните данни включват растерни изображения от Sentinel-2, заснети през вегетационния период на 2010, 2012, 2014, 2017 и 2018. От генерираните композитни спътникови изображения се изчислени индекси, които служат за оценка на актуалното състояние на конкретната екосистема. В среда на ГИС са анализирани и интерпретирани обработените спътникови данни, Генерирана е база данни за целите на МЕМ за конкретната екосистема. От базата данни са генерирани тематични карти, диаграми и графики, които количествено отразяват както актуалното състояние, така и динамиката на изменение на доминиращите характеристики на конкретната екосистема.

Съществена част от представения методичен подход на дисертационния труд е подробното представяне на методиката на прилагания междинен екологичен мониторинг и интегрирането му с дистанционните методи и аерокосмичеките данни. Подробно са разгледани критериите, по които се извършва междинен екологичен мониторинг. Последователността от стъпки, критерии и показатели е показана чрез поредица от схеми.

Богатия набор от методи, показатели и индекси, съчетанието на дистанционните изследвания, сателитни/ аеро-фото изображения и наземни данни показва, че докторантката владее голям набор от знания и умения, необходими за анализ и интерпретация на получените резултати.

4. Аналитична характеристика на дисертационния труд

Дисертационния труд се състои от изискуемите части като включва „Съвременно състояние на проблема, свързан с провеждане на екологичен мониторинг на природни обекти“, „Методология за провеждане на междинен екологичен мониторинг на базата на аеро-космически данни“, резултатите от изследването са представени в Глава III „Приложение на методиката за междинен екологичен мониторинг за природни обекти (тип влажна зона, природен резерват) и анализ на резултатите“, „Заклучение“, „Приноси“, „Публикации на автора, свързани с

дисертационния труд“ и „Библиография“. Съотношението между отделните раздели е пропорционално. Дисертационният труд е представен на 131 страници, съдържащи 40 фигури и цветни карти и 4 таблици.

Глава I е посветена на анализ на съвременно състояние на проблема, свързан с изследването на използване на дистанционни методи за провеждане на междинен екологичен мониторинг на природни обекти. Подчертана е актуалността на проблема и необходимостта от провеждане на междинен екологичен мониторинг. Представен е подробен анализ на съществуващите съвременни проучвания различни подходи, методи, законодателна рамка и политики при провеждане на екологичен мониторинг, междинен екологичен мониторинг и използване на дистанционни и аерокосмически методи.

В Глава II са описани подробно методологията за провеждане на междинен екологичен мониторинг на базата на аеро-космически данни. Прави впечатление владението както на подходите, използвани при различните видове мониторинг на екосистеми, така също и методите и продуктите за събиране и обобщаване на аерокосмически данни, индексите с които се анализира събраната информация, изчисления и обобщения. Приложени са голям брой уравнения, анализирани са възможните статистически грешки и такива, които могат да възникнат в процеса на класификация. Представени са карти с основните характеристики на обектите на изследване.

Основна част в дисертационния труд заема Глава III - Приложение на методиката за междинен екологичен мониторинг за природни обекти (тип влажна зона, природен резерват) и анализ на резултатите. Тя се състои от 4 части, като всяка част представлява анализ на резултатите от прилагане на междинен екологичен мониторинг за всеки един от избраните обекти на изследване.

За Обект на изследване 1: Влажна зона „Негован“ са използвани спътникови данни, за някои климатични характеристики, до които има свободен достъп от web – страницата на JRC и данни за почвата чрез пробовземания и анализи на основни показатели. Използвани са данни с много висока разделителна способност и мултиспектрални спътникови данни от Sentinel-2 преди и след възстановителни дейности през 2015 г. За проследяване на настъпили промени и изследване на динамиката на тези промени се извършва ортогонализация на спътникови данни, анализиране на вегетационните индекси като нормиран разликов вегетационен индекс (NDVI), нормиран разликов индекс на зелената компонента (NDGI), нормиран разликов воден индекс (NDWI), SAVI, MSAVI, извършване на корелационен и многокомпонентен анализ.

В Обект на изследване 2 - резерват „Лешница“ аерокосмическите данни са избрани за времеви моменти, които попадат във времевия интервал на задължителния мониторинг, който за природни резервати е на десет години и е обвързан с периода на актуализиране на плановете за управление на резерватите. Използват спътникови данни от мултиспектралния инструмент на Sentinel-2, а динамиката на изменение се анализира чрез генерираните 3D-диаграми за Greenness компонентата и 2D и 3D-диаграми за NDVI индекса.

В Обект на изследване 3 - Поддържан резерват „Долна Топчия“, изборът на времеви интервал за междинен екологичен мониторинг съвпада с времевия интервал на задължителния мониторинг, който също е десет години и е обвързан с периода на актуализиране на плановете за управление на резерватите. Използваните изображения за визуализиране на състоянието на растителността са от близкия инфрачервен спектър тъй като се наблюдава най-висока степен на отражение при наличието на хлорофил, т.е. най-добро състояние на растителността.

С цел съпоставимост на получените резултати и за Обект на изследване 4 - Поддържан резерват „Сини бряг“, времевият интервал за междинен екологичен мониторинг също попадат във времевия интервал на действащия „План за управление“. За изследване на динамиката на изменение на компонентите на екосистемата са генерирани 2D – диаграми за индексите NDVI и за Greenness компонентата и 3D-диаграми за пространствено разпределение на NDVI, NDGI, dNDVI и диаграма на спектрален коефициент на отражение.

Резултатите от приложението на междинен екологичен мониторинг за изследваните обекти са интерпретирани с разбиране и компетентност. Последователността и компетентността на изложението показват, че докторантката добре познава особеностите на индексите тяхната чувствителност, преимущества и ограничения за приложимост за целите на дисертационния труд.

Данните в таблиците и фигурите представляват получените резултати, анализирани статистически, оформени нагледно, което прави материала лесен за възприемане.

Стилът на дисертационния труд е ясен, резултатите са анализирани правилно и интерпретирани, като са сравнявани с резултати от други изследвания или са изказвани хипотези и предположения, от което личи владението на материала и ясно и точно боравене с необходимата терминология.

5. Приноси на дисертационния труд.

В представения дисертационен труд, въз основа на големия обем резултати се формулирани 5 приноса, които внасят нови знания, данни и резултати по отношения на интегриран подход за провеждане на екологичен мониторинг за специфични екосистеми.

Приложен е нови подход за провеждане на екологичен мониторинг, който създава възможности за предоставя на информация за актуалното състояние на природни обекти за различни времеви периоди (при възникване на екологична катастрофа при липса на база данни или неактуални данни).

Важни са новополучените данни за динамиката на растителността в зависимост от проявите на различни природни събития, които се използват за допълване и актуализиране на съществуващи база данни за природни обекти.

Важен принос на дисертационния труд е разработването на критерии за извършване на междинен екологичен мониторинг на базата на аерокосмически данни, както и методика, която е приложена за различни видове природни обекти.

В дисертационен труд, докторантката е представила справка за приносите, които приемам и оценям положително, тъй като те отразяват в достатъчна пълнота резултатите от дисертационния труд.

6. Бележки и препоръки

Високо оценям дисертационния труд на задочен докторант Камелия Любомирова Радева, неговите работни хипотези, методи на изследване, резултати и приноси. Считам, че представения дисертационен труд е завършено научно изследване и дисертантката е готова да решава самостоятелно научни задачи. Препоръчвам да продължи изследването със същото усърдие и целеустременост.

7. Оценка на автореферата и публикациите по дисертационния труд

Представения автореферат отразява обективно, структурата и същността на дисертационния труд.

Във връзка с дисертационния труд са публикувани 4 научни статии по темата на дисертацията, като 2 са в международно списание "Екологично инженерство и опазване на околната среда" и 2 са в пълен текст на сборник с материали от международни конференции. Три от публикациите са на английски език. Тези публикации са още едно потвърждение за високата научна стойност на постигнатите резултати чрез дисертационния труд и допринасят за достъпността им до по-широк кръг от учени.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ:

Представеният дисертационен труд на тема: „Използване на дистанционни методи и ГИС при изследване на развитието и динамиката на деградационни процеси, водещи към опустиняване“, с автор Камелия Любомирова Радева, докторант – задочна форма на обучение при ИКИТ – БАН, София напълно отговаря на изискванията на ЗРАСРБ и Правилниците за неговото приложение за придобиване на 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 **“Аерокосмическа информация”**.

Въз основа на усвоените и успешно приложените от дисертантката **Камелия Любомирова Радева**, различни методи на изследване, направените обобщения, изводи и приноси давам изцяло **ПОЛОЖИТЕЛНА** оценка на представения дисертационен труд.

Предлагам на почитаемото Научно жури също да гласува **положително** и да присъди на **Камелия Любомирова Радева**, образователната и научна степен **“Доктор”** в област на висше образование: 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: 22. 02. 2019
София

РЕЦЕНЗЕНТ: 
/доц. д-р Емилия Велизарова/

