

РЕЦЕНЗИЯ

на Дисертационния труд на **Кремена Боянова Боянова** на тема: „**Пространствен анализ и оценка на екосистемните и ландшафтните услуги в планински водосбори чрез приложение на геоинформационни технологии**“

за присъждане на образователна и научна степен „доктор“, Професионално направление 4.4 Науки за земята (научна специалност 01.08.01. Физическа география и ландшафтознание - направление ГИС)

Научен ръководител: доц. Стоян Недков, **Национален институт по геофизика, геодезия и география, БАН – Департамент „География“, секция „ГИС“**

Според представената документация докторант Кремена Боянова Боянова се е дипломирала като инженер – геодезист в УАСГ – Геодезически факултет през 2011 г. и от 2012 г. е докторант към НИГТГ – Департамент „География“, Секция „ГИС“. Има 3 г. професионален опит по специалността в България и 1 г. и 4 м. изследователски опит в чужбина – Университете Тусон в Аризона, Кил в Германия и Шарлот в САЩ. Участва/ла е в разработването на един национален и 2 международни проекта, свързани с управление на отпадъците, замърсяване с арсен и биодеградационни процеси, също Sustainable Water Action – изграждане на линкове между ЕС и САЩ. Участвала е с 5 доклада и 2 постера в международни форуми - конгрес, 4 конференции, работна среща и семинар с приложени сертификати. Има публикувани 3 статии – 2 в международни и една в българско списание, 2 доклада в сборници от международна и национална конференция и един доклад по проект. Член е на Международната асоциация по ландшафтна екология и на Българската картографска асоциация. Има спечелена награда „Young Scientists Award“ за публикация на 5-тата Международна конференция по картография, 2014 г. Във връзка с повишаване на класификацията си докторантката е прослужала 4 допълнителни курса, отнасящи се до работа с ArcGIS, политики за ОС за устойчиво развитие, устройство на горите и анализ на данни с R-език.

В дисертацията се разработва изключително актуална тема, свързана с усилията да бъде извършено идентифициране, оценка и картиране на екосистемните услуги на територията на ЕС във връзка с управление и поддържане качеството на природната среда на необходимото ниво, осигуряващо висок жизнен стандарт на населението, възобновяване на природните ресурси и устойчиво равновесие на макробиологичните системи. Фокусирането върху оценката на хидроложките услуги в планински водосбори в България засилва актуалността на изследването, поради повишаване честотата и магнитуда на наводненията, преките и непреки загуби за обществото в днешно време, което е резултат от множество социално-икономически фактори и изменението на климата. Като методология и реализация - тестване, приложение и развитие на геоинформационни технологии за оценка на капацитета на ландшафти да предоставят конкретни екосистемни хидроложки услуги, разработката е една от първите подобни разработки за България.

Дисертацията е написана на 167 с. и включва Увод – 10 с.; 4 глави: 1. Теоретична постановка – 38 с., 2. Райони на изследване и изходни данни – 32 с., 3. Методика на изследването – 18 с. и 4. Резултати от изследването – 33 с.; Заключение – 4 с.; Приноси – 2 с.; Литература – 22 с. и Приложения – 6 с. (2 - за прехвърляне между типологията на физическите блокове земно покритие в различни системи и за прехвърляне между българската почвена класификация и по FAO). Включени са списъци на таблици, фигури и свързани с дисертацията публикации – общо 6 с. Разработката е изключително добре онагледена. Резултатите са обобщени в 19 таблици и 32 фигури, от които 12 карти.

Уводът е стегнат и информативен. Разглежда се актуалността на проблема: възникването на концепцията за екосистемните услуги (ЕУ), основни настоящи проблеми и задачи за решаване, изброени са основните публикации, съществуващите международни програми и стратегии, използването на ГИС приложения и специализирани софтуери за оценка и картиране на ЕУ. Дефинирани са последователно ландшафтните и свързаните с водите ЕУ (предмет на изследване и картографиране), аргументирани са обектите на изследване. Ясно е формулирана целта на изследването и 8-те задачи за нейното изпълнение. Изследван е капацитетът на три тестови суббасейна да предоставят определени екосистемни услуги – регулация на наводнения (за два от тях), снабдяване с прясна вода, пречистване и подхранване на подземните води (за един от тях). В **Глава 1** подробно са разгледани кръг от множество свързани с темата понятия и въпроси, като: *екосистемните и ландшафтните услуги (ЛУ)* – същност, основни дефиниции, развитие на теорията, основни публикации; *същността на понятието екосистема*, също и природните, икономически и социални индикатори за устойчиво развитие; *видовете ЕУ според различни класификации*; *същността на понятието ландшафт и ЛУ*; *свързаните с водите ЕУ – дефиниция и класификация*: регулация от наводнения от реки и планински потоци (като капацитет на ландшафта за задържане на вода и намаляване на повърхностния отток – интерцепция и инфилтрация); подхранване на подземните води, фактори определящи тяхното формиране и режим и методи за оценка; пречистване на водите; снабдяване с прясна вода – потенциал и реално предоставяне на услугата; *методите за количествена оценка на хидроложките ЕУ* като ключова стъпка в управлението на околната среда, изисквания към подбора на индикатори и концептуален модел за тяхната оценка; *класификация и преглед на съществуващите хидроложки модели* и характеристика на приложените в работата два детермистични модела – KINEROS и SWAT и техните приложения в ГИС среда – AGWA tool и ArcSWAT; *концепцията за воден отпечатък* като цялостен индикатор за потребление на прясна вода –

вкл. концепцията за зелени и сини водни ресурси и тяхното управление, за сивия воден отпечатък, терминът виртуална вода като индикатор за ползвания обем вода при производството на даден продукт; *разгледани са сравнително ГИС базираните приложения за оценка и картографиране на ЕУ.* В **Глава 2.** е аргументиран изборът на трите тествани района - суббасейна (р. Равна, р. Янтра и р. Огоста), направена е природно-географска характеристика и са изброени използваните изходни данни за земно покритие (CORINE Land Cover 2000 и прехвърлени в CORINE и SWAT-класификацията на физическите блокове от МЗХ за р. Огоста, съответно 14, 18 и 13 класа земно покритие за трите района), почви (електронна почвена карта за водосбора на р. М. Искър и трансектно контролно изследване; дигитална почвена карта на света за р. Янтра и привеждане по номенклатурата на ФАО), цифров модел на релефа (резолюция съответно 30, 25 и 50 m, топографски карти 1:50 000,), валежи и климатични данни (последните придобити по един институционален и 3 международни проекта и от on-line глобална климатична база). За анализа на екосистемната услуга регулация на наводнения във водосборните басейни на реките Равна и Янтра са интерпретирани публикувани моделни резултати от предходни изследвания. Моделните резултати от приложението на SWAT модела са оригинални. Изследваният период е 2000 – 2005 г. За оценка на сивия воден отпечатък са използвани данни от ИАОСВ за периода 2001-2005 г., резултати от реализирано проучване през 1994 г. за заливната тераса на р. Огоста и норми за As и Zn от хонландското законодателство. В **Глава 3.** За оценката на екосистемната услуга регулация на наводнения е приложен метода на Nedkov & Burkhard (2012) с изменение от Boyanova et al. (2014) при ползване на индикаторите инфилтрация, повърхностен отток и максимален отток и метода за класификация равен интервал, ръчна интерпретация на екстремните стойности и агрегиран анализ на класовете (0-5) стойности за трите хидроложки параметъра по класове земно покритие. За капацитет на типа земно покритие да осигурява услугата се приема класът, в който покритието заема най-голяма площ. Описани са 6 стъпки на анализа. За оценка на трите СВЕУ е изграден концептуален модел на основата на адаптацията на SWAT - модела и интегрирането на концепцията за водния отпечатък. За определяне на услугата подхранване на подземните води е използван същият индикатор. За услугата пречистване на водите са използвани индикаторите - сумарен воден отток за замърсяване от точкови източници; почвена инфилтрация (перколяция и почвен отток) за дифузни източници и СВО на As и Zn. При оценка на замърсяването от точкови източници са

използвани данни за повърхностните води, а при дифузното замърсяване е изчислен коефициента на разпределение в различни типове почви, също е определено теглото на As и Zn в почвата на пунктовете (чрез данни за концентрацията им и метода за интерполация - Вороной полигони) и Spline интерполация, като последния метод е използван също за създаването на карти на пространственото разпределение на замърсяването според съотношението на измерената концентрация на замърсителите в почвите и максимално допустимата концентрация. ЕУ снабдяване с прясна вода е оценена чрез индикатора – действителна евапотранспирация. Анализирания пространствена единица за трите СВУ е еднородната хидроложка единица като комбинация от земно покритие, почва и наклон.

Глава 4. Получените резултати са обобщени в 3 подточки: калибриране на резултатите от модела SWAT чрез SWAT-CUP софтуера, оценка на услугите и картографиране на услугите. Резултатите от калибрирането са дадени в две фигури – чувствителност на параметрите, измерени-симулирани резултати и неопределеност на резултатите и 1 табл. за стойностите на R^2 и нормализирания корелационен коефициент на модела SWAT, подложен на калибрация. Резултатите от оценката на ЕУ и ЛУ са обобщени в 3 таблици за количествените измерения на капацитетите и 1 таблица за капацитетите на класовете земно покритие да осигурят услугата, също 2 бокс-плот диаграми на разпределението на хидроложките параметри. Направена е оценка на 2 от ЕУ по отделно за три изследвани години от периода 2000-2005, които години силно се различават по валежни количества и по хидроложки показатели. За ЕУ – нужда от пречистване, е изчислен СВО на As и Zn за всяка година от изследвания период и резултатите са дадени таблично и графично. Представен е баланс между нужната и осигурената услуга за очистване от точково и дифузно замърсяване като се установява съответно неутрален и отрицателен баланс – резултатите са представени таблично и чрез бокс-плот диаграма. Получените баланси (положителен, неутрален и отрицателен) за нужните и осигурени услуги са картографирани по метода на матрицата в приложените 6 карти, илюстриращи получените резултати. На картите ясно се вижда ниският капацитет на водосбора на р. Огоста да осигури повечето СВЕУ, като възможностите намаляват през сухите години, също неспособността на водния басейн за самоочистване от As – замърсяване. Среден и висок осигурен капацитет (проявява динамика в зависимост от климата) е получен единствено за ЕУ – снабдяване с прясна вода.

В Заключение докторантката е направила оценка на извършената работа по зададените задачи; по проблеми на конкретното прилагане и адаптиране на използваните модели, методология и индикатори; за точността на получените резултати и информативността и детайлността на балните скали и изработените карти; също относно методичния характер на разработката и нейното значение за оценка на ситуацията, симулация на бъдещи сценарии и вземането на управленчески решения, както и за целите на стратегията за Биоразнообразие 2020 на ЕС. **Представените 4 приноса** като цяло приемам като имам забележки относно последователността на изброяването им и относно принос две - приемам изцяло само второто предложение. **Представеният Автореферат** отразява съдържанието на дисертацията и основните резултати. Докторантката е представила **списък с три отпечатани публикации по темата на дисертацията** – една в международно списание и два доклада на международна и национална конференция.

Забележки и препоръки: **1. Технически и структурни:** Номерата на фигурите в приложения списък са дублирани от №№ 0.3 до 0.14 и различни фигури се оказват с еднакви номера, също номерацията в текста не отговаря на тази в списъка; Отделни особености и елементи на прилагане на използваните хидроложки модели се коментират в гл. 1, 2 и 3; Не са дадени съкращенията в табл. 2.2. – има препратка към тях едва на следващата фигура; Фигурите: 3.2., 3.3 и 3.4 отразяват резултати за приложението на модела SWAT и е добре да бъдат в глава 4; Някои таблици, напр. Табл. 4.1., нямат характер на таблици; В т. 4.2. – Оценка на услугите има елементи на повторение от глава 3. Методи (напр. стр.108); Неточности – стр. 98 „апроксимирана интерполация“, вместо апроксимация; формула 5, стр. 90, ПДК вместо МДК, налични са правописни грешки в текста. **2. Методични:** **2.1.** При определяне на капацитета на водосбора да осигури пречистване на водите от дифузно замърсяване (конкретно за изчисляване на съотношението между измерената концентрация на As и Zn в почвите и МДК) е добре да бъдат използвани посочените в българското законодателство допустими стойности за почви - Наредба №3/01.08.2008 за допустимо съдържание на вредни вещества в почвите (фонови: As – 10 mg.kg⁻¹ и Zn – 88 mg.kg⁻¹; МДК: As – 25-30 mg.kg⁻¹ и Zn – 200-450 mg.kg⁻¹ в зависимост от pH и механичен състав); **2.2.** Изчисляването на СВО при замърсяване от точкови източници – стр. 90 е добре да бъдат използвани допустимите концентрации, приети в българското законодателство - Наредба № Н-4 от 14.09.2012 г. за характеризиране на повърхностните води, обн., ДВ, бр. 22 от 5.03.2013

г., в сила от 5.03.2013 г. Разминаването в използваните в работата и цитираните норми е значително: As – 25 mg.m⁻³ МДК и 10 mg.m⁻³ фонова; Zn – МДК не се прилагат и от 8 до 100 mg.m⁻³ е фоновата според съдържанието на CaCO₃ във водата, а повърхностните води в този район са известни като твърди води. 2.3. Приемам с резерви твърдението за по-голямата прецизност на метода на равните интервали в сравнение с този на квантилите при това изследване. Смятам, че твърдението в повечето случаи не е достатъчно аргументирано от наличните редици от данни (Бокс-плот диаграми, само при две редици няма extreme outliers - фиг. 4.4 а-2, в-2) и от получения капацитет на класовете земно покритие (табл. 4.3., не може да бъдат добре аргументирани получените стойности за типовете земно покритие и разликите за двата басейна).

Заклучение: За реализиране на темата докторантката се е запознала с водещия европейски опит, прослужала е допълнителни курсове и е прегледала голям брой специализирани литературни източници. Цитирани са 215 заглавия, от които само 32 са на кирилица. Прави впечатление добрата осведоменост, свободното боравене с разнообразна терминология от областта на географията, геоморфологията, екологията, географските информационни науки, опазването на околната среда, моделирането и др., което е необходимо условие за реализирането на поставените 8 задачи, изискващи по-широка интердисциплинарна подготовка и добро познаване на съществуващите методи за оценка и наличните хидроложки модели. Не без значение е натрупаният професионален опит и участието в научни проекти и в различни форуми. В Дисертационната разработка се изследват елементи на проблем, които е на дневен ред в ЕС – оценка и картиране на ЕУ и ЛУ. Разработването на подходи, индикатори, методология и адаптирането на модели и информационни технологии е належащо. Все още са много малко разработките, в които се предлагат решения. Дисертацията на докторант К. Боянова е една от тези първи разработки, в която *много селекции, решения и дейности, се правят за първи път* – напр. създаването на концептуален модел, осъществяващ връзката: хидроложко моделиране – концепция за ЕУ и ЛУ – воден отпечатък; прилагане и адаптиране на SWAT- модела, модифициране на съществуваща методика, анализ и обработка на резултатите от моделите, оценка на СВО и приложение на концепцията за оценката на СВЕУ, класификация на изходящите от приложените детерминистични модели данни, определяне на баланса между капацитета на ландшафта за осигуряване на услугите и реалната нужда от тези услуги, пространствен

анализ и картографиране на резултатите за ЕУ. Направените забележки и препоръки в никакъв случай не могат да омаловажат извършената работа, която може да се разглежда като една от първите версии за подход и оценка на ЕУ. Когато критикували милиардера Бил Гейтс за недостатъците на първата версия на Windows, той попитал: „А съществува ли първа версия без недостатъци?“ Получените резултати определено имат значение за по-нататъчното развитие на подходите и методологията за оценка и картиране на хидроложките ЕУ, както и за симулиране на сценарии за тяхното изменение и управление, също и за целите на Стратегията за Биологичното разнообразие 2020 на ЕС.

Въз основа на направения анализ на Дисертацията и наличните документи, препоръчвам на уважаемото научно жури да гласува за *присъждането* на Кремена Боянова Боянова на образователната и научна степен „Доктор“ по Професионално направление 4.4. Науки за земята (научна специалност 01.08.01. Физическа география и ландшафтознание - направление ГИС).

25.05.2015 г.

Рецензент:

(Доц. Д-р М. Любенова)