

## 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 „Картография и ГИС“

**Автор на дисертационния труд:** Петър Йорданов Николов

**Тема на дисертационния труд:** Моделиране в ГИС среда на екосистемната услуга регулиране на наводнения

**Член на научното жури:** проф. д-р Марияна Николова

### 1. Информация за докторанта

Петър Николов е изучавал география в Геолого-географския факултет (ГГФ) на Софийския университет „Св. Климент Охридски“ (СУ) в периода 2010-2015 г., а от 12.03.2016 г. е дипломиран магистър по Географски информационни системи и картография от същия факултет. От 24.01.2017 г. е зачислен като редовен докторант по специалност „Картография и ГИС“ в департамент География на Националния институт по геофизика, геодезия и география при Българската академия на науките (НИГГГ-БАН) с тема на дисертационния труд „Моделиране в ГИС среда на свързани с водите екосистемни услуги“. С решение на Научния съвет на НИГГГ от 18.01.2019 г. заглавието на дисертационния труд е променено съгласно Правилника за приложение на ЗРАСРБ в НИГГГ на „Моделиране в ГИС среда на екосистемната услуга регулиране на наводнения“. От 01.01.2020 г. докторантът е отчислен с право на защита в срок от две години. От биографичните данни личи, че през целия период на обучение Петър Николов е надграждал активно своята компетентност по избраната научна специалност и е натрупал ценен практически опит в изпълнението на редица проекти, тематично свързани със специалността и с темата на дисертацията. В качеството си на докторант към НИГГГ БАН е придобил компетентност по оценка на екосистемни услуги, изграждане на географски бази данни за изследвания на околната среда, дистанционни методи, GIS моделиране на ландшафтите в речните басейни, геодезично заснемане на застрашени от наводнения зони, DEM и TIN моделиране и др. Той работи със следните програми и програмни езици: ArcMap, ArcGIS Pro, QGIS, Global Mapper, GeoHECRAS, HTML, CSS, Python Basic и JavaScript. За последния е придобил сертификат от Академия „Терелик“. От 2016 г. Петър Николов работи като ГИС експерт и картограф в частна компания, където натрупва ценен практически опит в картирането на заливаеми и др. територии и в работата на терен с

безпилотни летателни апарати и други геоинформационни технологии. Работил е общо по 11 приложни и научно-приложни проекта, които са свързани с различни аспекти на управлението на територията и водите.

Приложен е списък с пет научни публикации, от които четири са в индексирани в световните бази данни издания и една е в сборник от международна научна конференция. Двете публикации по темата на дисертацията са в съавторство и на високо научно ниво.

## **2. Обща характеристика на дисертацията – обем и структура**

Представеният дисертационен труд е в обем от 139 страници, в т.ч. 41 фигури, 34 таблици и списък с използвани 126 литературни източника и седем веб страници. Съдържа увод (3 стр.), четири глави (Теоретична постановка (31 стр.); Методика за оценка и картографиране на екосистемната услуга регулация на наводнения в ГИС среда (36 стр.); Моделиране на ниво водосборен басейн и връзка с индикаторите за оценка на екосистемната услуга (6 стр.); Оценка на капацитета за регулиране на наводнения (45 стр.)), Заключение (5 стр.) и списъци с таблици (2 стр.), фигури (2 стр.) и използвана литература (9 стр.).

Авторефератът отразява в достатъчна степен съдържанието и приносите на дисертацията в 61 страници с добре поднесен илюстративен материал към текста.

## **3. Актуалност на проблема, цел и задачи на изследването**

В увода са представени актуалността, предмета и обекта, целта и задачите на изследването. Направен е не много успешен опит да се обоснове актуалността на темата, въпреки че тя е безспорна и би звучала много по-убедително ако беше подчертана по-ясно връзката между климатичните промени, опасността от наводнения, предизвикателствата произтичащи от нея и ролята на екосистемите за тяхното преодоляване. Въпреки това, необходимостта от приложението на хидроложкия модел Soil & Water Assessment Tool (SWAT) и неговата ГИС базирана версия ArcSWAT е много добре аргументирана с неговите автоматизирани възможности за оценка на състоянието на екосистемите и техният потенциал да предоставят екосистемната услуга регулация на наводнения за всяка териториална (ландшафтна) единица (Hydrologic Response Unit) при различни сценарии за промени в състоянието на климата, оттока и екосистемите. Оптимизирането на процеса на оценка на капацитета на екосистемите да предоставят услугата регулация на наводнения е от ключово значение за практическото приложение на екосистемния подход в управлението на риска от наводнения в речните басейни и за намиране на оптималните природно базирани решения за тази цел. Считаме, че актуалността на темата е безспорна. За обект на

изследването аргументирано са избрани два тестови района – речният басейн в горното течение на р. Огоста и водосборът на р. Батулийска. Предмет на изследването са ГИС базираните средства за оценка и картографиране на капацитета на екосистемите да осигуряват екосистемната услуга регулиране на наводнения на ниво водосборен басейн. Целта е да се развие методиката за оценка и картографиране на екосистемната услуга чрез използване на осем подходящи хидроложки модела, работещи в ГИС среда, и да се усъвършенстват алгоритмите за оценка на приложимостта ѝ при използване на различни входни данни. За изпълнението и са набелязани седем ясно формулирани задачи, които изграждат структурата на постигнатите резултати.

#### **4. Литературна осведоменост**

Петър Николов показва много добро ниво на осведоменост във всички аспекти на физическата география и екосистемните услуги, които са засегнати в дисертационния му труд, както и в областта на моделирането в ГИС среда и приложението на геоинформационните технологии с тази цел. За съжаление, цитираните 126 литературни източника, не винаги и по всяка тема са най-актуалните (например, в т. 1.4.1.). Често се цитират едни и същи източници по теми, за които със сигурност има и други актуални публикации. Няма отделна глава със задълбочен преглед на литературата и изследванията по темата на дисертацията, от които да проличи актуалността на това изследване. Въпреки това, осведомеността на Петър Николов по всеки аспект на изследването, личи от текста в отделните глави на дисертацията.

#### **5. Методичен подход**

Понятийният апарат касаещ рискът от наводнения, географските информационни системи, програмирането в ГИС среда и концепцията за екосистемните услуги с картирането и картографирането им са разгледани подробно в Глава първа „Теоретична постановка“. От нея личи, че авторът на дисертационния труд има необходимата базисна теоретична подготовка за провеждане на изследването, познава състоянието на изследваната проблематика и критично преценява възможните подходи за постигане целта на това изследване. В Глава втора е представена в ясна логическа последователност методиката за оценка и картографиране на екосистемната услуга регулация на наводнения в ГИС среда. Тя включва шест стъпки, които са представени графично на фиг. 2.1. и са подробно описани в текста: 1. Избор на територия; 2. Събиране и обработка на данни; 3. Хидроложко моделиране с ArcSWAT; 4. Калибрация; 5. Използване на разработения ГИС инструмент; 6. Визуализация на резултатите.

Избраните тестови райони са Горният басейн на р. Огоста и басейнът на р. Батулия. Подробно са описани физикогеографските характеристики на двата района и изходните данни за хидроложкото моделиране. Посочени са източниците и характерът на входните данни използвани за захранване на модела в двата тестови района с техните пространствени характеристики. Те включват данни за релефа, земното покритие и почвите за двата района и хидро-климатични данни и данни за растителната покривка за тестовия район от басейна на р. Огоста. За първия район са използвани детайлни изходни данни, а за втория тестови район – базисни, широко достъпни данни. Идеята е, резултатите от хидроложкото моделиране с ArcSWAT за тестовия район р. Батулийска, на базата на тези данни, да бъдат съпоставени с реални детайлни данни за него, придобити в рамките на друго изследване за да се демонстрира оптимизирането на модела. Следващата стъпка от предложената методика е хидроложкото моделиране в ArcSWAT. В тази част е описано достатъчно подробно и ясно как се определят границите на територията въз основа на DEM, как се генерират еднородни хидроложки единици в нея, какъв е автоматизирания процес на обработка на климатичните данни и подготовката за същинското моделиране. Петата стъпка от методиката включва подбор на индикатори за оценка на екосистемната услуга регулация на наводнения, методи за оценка и създаване на автоматичен инструмент за оценка на екосистемната услуга и по същество за приложение на предложената методика. Използването на ГИС базиран хидроложки модел дава възможност като индикатори да се използват определени параметри на изхода на модела, които да представят количествено регулационната функция на екосистемите. В това изследване за тази цел са избрани три индикатора – „същинска“ (действителна) евапотранспирация (actual evapotranspiration) (mm H<sub>2</sub>O/day), повърхностен отток (surface runoff) (mm H<sub>2</sub>O/day) за всяка хидроложка единица и сумарен отток (water yield). Техните параметрите са генерирани от ArcSWAT и са получени от резултатната геобаза данни. Оценката на индикаторите и екосистемната услуга се осъществява чрез разработения автоматичен инструмент. Получените количествени стойности се трансформират в качествени оценки за капацитета на екосистемите да регулират оттока по скала от 0 до 5, където 0 означава няма капацитет, а 5 – много висок капацитет. Процесът на създаване на инструмента в ArcGIS е подробно описан в т. 2.5. и е представен графично на фиг. 2.11. Той включва три етапа – въвеждащ, сортиращ и оценяващ, с конкретни параметри за всеки от тях. С тяхното въвеждане започва създаването на програмния код в ArcGIS посредством командата “import ArcPy”. Диалоговият прозорец на инструмента за оценка на екосистемната услуга регулиране на

наводнения е максимално опростен и лесен за използване от потребителите. Четвъртата стъпка е калибрация. Тя е извършена чрез свободния софтуер SWAT-CUP (SWAT Calibration and Uncertainty Programs) чрез програма SUFI-2 (Sequential Uncertainty Fitting Algorithm), като този избор е аргументиран с резултати от предходни калибрации.

В тази глава е предложен оригинален подход за оценка на екосистемната услуга регулация на наводнения, чрез прилагането на по-модерен ГИС интерфейс и по-функционален хидроложки модел.

#### **6. Резултати**

Резултатите от изследването са представени в Трета и Четвърта глави, респективно „Моделиране на ниво водосборен басейн и връзка с индикаторите за оценка на екосистемната услуга“ и „Оценка на капацитета за регулиране на наводнения“. Трета глава започва с описание процеса и резултатите от калибрирането на модела. Калибрирането е извършено въз основа на месечни данни за оттока в ст. Гаврил Геоново за 2004 г. чрез пет итерации, като всяка итерация включва 500 симулации до постигането на задоволителен резултат. В резултат на симулациите от хидроложкия модел ArcSWAT се създават геометрични и атрибутивни данни за трите индикатора, евапотранспирация, повърхностен отток и сумарен отток, за 3007 еднородни хидроложки единици в тестовия район от басейна на р. Огоста и за 270 за басейна на р. Батулийска. Оценката на екосистемната услуга регулиране на наводнения се осъществява автоматично посредством описания в методиката инструмент и следвайки съответния алгоритъм. Създадената геобаза данни се свързва с файла на еднородните хидроложки единици чрез уникален идентификатор на всяка еднородната хидроложка единица. Така генерираната от инструмента атрибутивна таблицата с оценката на екосистемната услуга може да бъде визуализирана, а времето за оценките се съкращава значително.

Разработеният инструмент е съществен резултат от изследването с иновативен характер в контекста на изследваната екосистемна услуга.

В Глава четвърта е направена характеристика и визуализация на качествените оценки за всеки индикатор и оценка на услугата регулиране на наводнения за всяка хидроложка единица в тестовия район от басейна на р. Огоста за две дати с регистрирани наводнения от различно количество на валежа – 5 и 6 август 2005 г., и общо за периода с висока вълна от пети до девети август, както и оценка с калибрирани месечни данни. Обобщени са характеристиките на териториите със сходни оценки на индикаторите и на екосистемната услуга, както и техния дял от територията на тестовия район. Направена е оценка на

екосистемната услуга регулиране на наводнения в басейна на р. Батулийска само по свободностъпни и автоматично генерирани данни (JICA) за 5 и 6 август 2005 г. Добре обосновано е извеждането на индикатора „повърхностен отток“ от оценката. Създаден е масив от пространствени данни за капацитета на екосистемите в двата басейна за регулация на наводнения, от които са генерирани картите за тази услуга за двата тестови района. Резултатите показват, че територията на тестовия район в басейна на р. Огоста има среден до висок капацитет за регулиране на наводнения. Подобна е и тенденцията при тестовия район басейна на р. Батулийска.

Считаме, че поставената цел и задачите на този дисертационен труд са постигнати, като същевременно, резултатите са придружени от критичен анализ, въз основа на който в хода на работата се въвеждат някои корекции. Първичната обработка на изходните данни обезпечават необходимата информация за входа на хидроложкия модел ArcSWAT, чрез който се генерират първичните количествени резултати. Разработеният ArcGIS инструмент, който извършва обработка на тези резултати, генерира количествени данни за оценката на екосистемната услуга. Визуализацията на резултатите от различни симулации улеснява анализа. Разработеният инструмент позволява бързо генериране на крайни резултати и е основа за ускоряване на оценките на екосистемната услуга регулация на наводнения в речните басейни на България, като я приемаме за доказано подходяща за речни басейни в планински региони.

В Заключението Петър Николов прави точен анализ на предимствата и на ограниченията в прилагането на методиката, като подчертава потенциалът за усъвършенстването и. Ние също виждаме такъв потенциал в частта, която касае изборът на индикатори и нуждата от по-прецизният им подбор на базата на факторите, от които зависи пряко капацитета на екосистемите да задържат вода в райони с различни ландшафтни характеристики.

Извършена огромен обем от работа и са постигнати удовлетворяващи резултати с голям интердисциплинарен потенциал.

#### **7. Приноси на дисертационния труд**

Изведени са четири приноса, формулирани ясно и точно. Те са значими и много добре защитени в изследването, както и в публикациите по дисертационния труд. Във всеки от тях има иновативен елемент в методичен и/или в приложен аспект. Считаме, че те са резултат от работата на докторанта и ги приемаме без забележки.

## **8. Критични бележки и препоръки**

Биографичните данни са само на английски език и оставят чувството, че не са предназначени конкретно за тази процедура, въпреки че съдържат необходимата информация.

Списъкът с пет научни публикации не е библиографски издържан (липсва информация за авторите в него).

В т. 1.4.2. се разглеждат класификациите на екосистемните услуги, но не се посочва версията на CICES, която се коментира.

Какво се разбира под израза „полуваровикови скали“ (стр. 50)? Или „количество карбон в почвата“ (стр. 29)? Карбонът е геоложки период от Палеозоя. „Регулативни“ или „регулационни“ услуги (стр. 37) и др. В т. 1.4.5. „картиране“ и „картографиране“ се употребяват като синоними. Така ли е? „Същинска“ или „действителна“ евапотранспирация?

Не е коректно да се говори за „граница между Умереноконтиненталния пояс и Планинската климатична област“ в тестовия район (стр. 46), тъй като т.н. „Планинска климатична област“ е климатичен район в границите на Умерено-континенталната климатична област, която пък е част от Умерената климатична зона на Европа.

Препоръчваме на Петър Николов да обръща повече внимание на терминологията и стила в бъдещите си научни публикации.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ:**

Въз основа на представените оригинални авторски научни резултати и на съответствието на документите по процедурата с изискванията на ЗРАСРБ и с Правилника за прилагането му в НИГГГ БАН, давам положителна оценка на представения дисертационен труд и препоръчвам на Научното жури да гласува „ЗА“ присъждане на научната и образователна степен „доктор“ на Петър Йорданов Николов в област на висше образование 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление 4.4. Науки за Земята, научна специалност „Картография и географски информационни системи“.

Дата: 15.06.2024 г.

ИЗГОТВИЛ РЕЦЕНЗИЯТА:

Проф. д-р Марияна Николова