

**РЕЦЕНЗИЯ**

върху дисертационен труд за придобиване на образователна и научна степен  
„доктор“

Автор на дисертационния труд: инж. *Петко Георгиев Царев*;

Тема на дисертационния труд: *Хидроложко моделиране и краткосрочно прогнозиране на притока в родопските язовири за управление на риска от наводнение и устойчиво енергопроизводство.*

Научен ръководител: доц. д-р *Ерам Артиниан*;

Рецензент: доц. д-р инж. *Венци Христов Божков*, УАСГ, кат. „Хидравлика и хидрология“.

Настоящата рецензия е изготвена на основание на Заповед на Директора на НИМХ № *НД-04-24* от *07.10.2024* г. и решение на заседанието на научното жури от *03.10.2024* г. Тя е съобразена с изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ), Правилника за неговото приложение (ППЗРАСРБ), Правилника на БАН и Правилника на НИМХ по ЗРАСРБ. Рецензията е съставена от три части, и заключение.

**I. ПРЕДСТАВЯНЕ НА КАНДИДАТА**

Кандидатът за получаване на образователна и научна степен "доктор" в област на висше образование 5. „Технически науки“, професионално направление 5.7. „Архитектура, строителство и геодезия“ (инженерна хидрология, хидравлика и водно стопанство) инж. Петко Георгиев Царев е инженер, хидролог в отдел „Автоматизирани системи и бази данни“ във филиал Пловдив на НИМХ.

След разглеждане на всички представени ми материали и документи за изготвянето на тази рецензия установих фактите описани по-долу:

1. Инж. Петко Георгиев Царев има магистърска степен по специалност Хидростроителство от УАСГ, придобита 2010 год.;
2. На настоящата си позиция на инженер хидролог в отдел „Автоматизирани системи и бази данни“ във филиал Пловдив на НИМХ инж. Петко Георгиев Царев е от 01.06.2019 г., като преди това в периода 01.07.2012-31.10.2014 г. той има един престой на същата позиция;
3. По време на първия си предстой в НИМХ със заповед на директора на НИМХ № 9 от 07.01.2014 год. инж. Царев е зачислен в задочна докторантура в секция „Оперативни анализи и прогнози“ на департамент „Хидрология“ в област на висше образование 5. „Технически науки“, професионално направление 5.7. „Архитектура, строителство и геодезия“ (инженерна хидрология, хидравлика и водно стопанство) с настоящата тема и научен ръководител доц. д-р Ерам Артинян за четиригодишен период считано от 07.01.2014 г.;
4. През 2014 г. инж. Царев успешно завършва два курса по Ексел и Матлаб в центъра за обучение на докторанти към БАН. Същата 2014 г. докторантът има успешно завършен курс и по „въведение в ГИС и работа с ArcGOS“;
5. 2017 г. инж. Царев има успешно завършен и курс по „Развитие на хидроложките предупредителни системи“ в НИМХ-БАН тогава;



6. След повторното си завръщане в НИМХ инж. Царев полага изпит – задължителен минимум по специалността на докторантурата на 21.09.2019 г. съгласно заповед на зам. директора на НИМХ № НД-04-3/18.01.2019 г.;
7. На 06.12.2019 г. докторантът представя на генералния директор на НИМХ „Отчет за набрани кредити в процеса на обучение за допускане до пред защита“;
8. Със заповед на генералния директор на НИМХ № НД-04-2/06.01.2020 г. инж. Царев е отчислен с право на защита считано от 07.01.2020 г.;
9. На разширен научен семинар на департаменти „Хидрология“ с участието и на членове от департаменти „ПИО“ и „Метеорология“ проведен съгласно заповед № НД-04-23/12.09.2024 г. на Генералния директор на НИМХ е бил обсъден предварително представения от докторанта инж. Петко Георгиев Царев дисертационен труд. Разширеният научен семинар е приел решение за представяне на дисертационния труд за защита пред научно жури.

Заключението ми от направената проверка на представените материали и документи за изготвяне на тази рецензия е, че кандидатът за получаване на образователна и научна степен "доктор" в област на висшето образование 5 „Технически науки“, професионално направление 5.7. „Архитектура, строителство и геодезия“ (инженерна хидрология, хидравлика и водно стопанство) инж. Петко Георгиев Царев, изпълнява всички изисквания за допустимост до защита определени в:

- чл.6 на ЗРАСРБ;
- глава втора, раздел II от ППЗРАСРБ и
- чл.28 от Правилника на НИМХ по ЗРАСРБ.

Не бяха установени каквито и да било нарушения в процедурата и за допустимост до защита на кандидата.

## **II. РЕЦЕНЗИЯ**

Представеният за защита дисертационен труд е в обем 161 страници. Изложението е структурирано в уводна част, цели, задачи и актуалност на дисертационната работа, и десет глави и заключение като единадесета. Включва още списък на фигури - 55 фигури, списък на използвани съкращения, 12 таблици и 35 уравнения. Представен е и списък с 95 заглавия на използваните литературни източници на кирилица и латиница, като преобладават тези на латиница.

### **1. АКТУАЛНОСТ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД**

Наблюдаваните напоследък климатични изменения водят до повишаването на вероятността за по-честата поява на екстремни явления свързани с водите. Повишаването/намаляването на валежите за дадена територия води до по-честата поява на наводнения/суши. И в дата случая на екстремни природни явления хората биват засягани негативно. Човешката дейност в повечето случаи влияе негативно върху режима на речният отток като променя неговия режим и количество.

Пряко влияние върху хидроложкия режим на реките оказват неравномерното разпределение на водните ресурси върху територията на страната и големите колебания на валежите в отделните години.



Всичко казано прави много актуално използването на хидроложки модели в практиката за изследването на хидроложките процеси за различни водосбори на страната с цел да се изследват възможните бъдещи предизвикателства при използването и управлението на водните ресурси. Краткосрочното прогнозиране на оттока с помощта на моделите позволява както по-оптималното му използване за задоволяването на различни човешки нужди като водоснабдяване, включително и добив на чиста електроенергия, така и по-ефективно справяне с очаквани наводнения и минимизирането на възможните щети от тях.

## **2. ОСВЕДОМЕНОСТ НА ДОКТОРАНТА ПО ПРОБЛЕМА**

От съдържанието, структурирането и изложението в първите три глави на дисертационния труд се вижда широката осведоменост на докторанта по разглеждания въпрос за хидроложкото моделиране.

Тази част, която представлява почти една трета от дисертацията започва с относително кратко и стегнато описание на видовете хидроложки модели и известна част от световният опит в областта на хидроложкото моделиране, включително и модели с възможно приложение при каскада от язовири.

Накратко са представени и софтуерните продукти използвани за симулиране на речния отток използвани в практиката на НИМХ. Подробно е представен хидроложкият модел TOPMODEL и неговата динамична версия TOPODYN. Направен е анализ на компонентите, които оказват влияние при прогнозиране на изменението на водните обеми в язовири.

В следващите две глави са представени съответно необходими данни за извършване на изследването, като подробно е описана необходимата информация за хидроложкото моделиране и оптимизиране работата на ВЕЦ и подготовката и представянето на входни данни за хидрологично моделиране и прогнозиране в диагностичен и прогностичен режим и двете с цел оптимизиране работата на ВЕЦ и с оглед намаляване риска от наводнения. В глава пет също така е дадено описание на платформата SURFEX, която ще бъде използвана като един от инструментите в изследването от дисертацията. Тук са представени и географските данни за басейна на р. Арда, който ще бъде обекта на изследването.

По този начин в първата половина на дисертацията дава необходимата информация за обекта на изследване, прилагания метод на изследване с неговите теоретични основи и очакваните резултати. Всичко това е направено с голяма яснота и в обем показващи добрата информираност на запознатост на докторанта с материята.

В глава шеста на разработката на приложен модел на изследвания проблем обхващаш адаптирането и изпълнението на хидроложкият модел SURFEX – TOP.

В следващата глава се описва адаптирането на съществуващ софтуерен продукт за провеждане на изчислителния експеримент. Тук се разглежда адаптирането и допълването на използваната моделираща система комбинираща повърхностната схема ISBA и хидроложкият модел (версия DT92 и TOPMODEL) съдържащи се в платформата SURFEX (версия 7.3) за каскада Арда. В тази глава са



представени и подробните характеристики на хидротехническите съоръжения включени в изследването.

В глава осма е представено изследването на адаптирания модел с анализ на чувствителността му към различните стойности на параметрите му. Описани са калибрирането и валидирането на модела и модела на действие ретензия язовир и ВЕЦ, и са представени в табличен вид резултатите от тези дейности със стойностите на използваните количествени оценки.

В последните две глави съответно са представени изследването на статистическите характеристики при хидроложките прогнози и при оптимизацията на електропроизводството и е представен икономически анализ на историческите цени на електроенергията на свободния ѝ пазар в България.

Дисертацията завършва със заключение където е дадено обобщение на отделните глави от дисертацията, обобщение на използваните хидрологични модели и са представени получените резултати:

- Направено е моделиране на динамиката на елементите на водния баланс във водосбора съчетано с изчисление на притока към язовирите;
- Разработено е приложение на система за краткосрочна прогноза за притока и разхода на трите язовира от каскада Арда с отчитане на каскадния им ефект;
- Съставена е изчислителна схема за оптимално действие на ВЕЦ в зависимост от прогнозирания приток;
- Изследвани са подробно както проблемите при хидроложко прогнозиране на водните нива в язовирите така и на оттока след тях, като е включено и влиянието на преливниците на язовирните стени и управлението им при провеждане на висока вълна през язовирите;
- Предложеният методът може да бъде използван в съчетание с всеки разпределен хидроложки модел;
- Създадено е компютърно приложение за симулация и прогноза на воден баланс на язовира при прогнозирани данни за притока;
- Предоставена е възможност за краткосрочна оптимизация на електропроизводството във ВЕЦ на база очакван приток към тях през следващите 120 часа.

Тук са направени и изводи за това, че успешното хидроложко моделиране и оптимизация на електропроизводството в хидроенергетиката зависят от интегрирането на съществуващи съвременни софтуерни продукти, систематичното събиране на данни и тяхното адаптиране към всеки конкретен случай.

Едно от достойнствата на предложената разработка е, че всяка глава в края си съдържа изводи направени по въпроса, който бива разглеждан в нея, което улеснява значително нейните читатели



### **3. МЕТОДИКА НА ИЗСЛЕДВАНИЯТА**

В дисертационният труд е възприета и приложена стандартната процедура при хидроложното моделиране, когато се моделира оттока на главната река на даден водосбор.

При определяне на входните физико-географските характеристики на водосбора на река Арда (цифров модел на терена, земно покритие и почви) са използвани съответно за:

- ЦМР – височинните модели ASTER GDEM и SRTM3 V3, Euroazia;
- Земно покритие – статичните данни от ECOCLIMAP-II/Europe;
- Почви – хармонизираната световна база данни – Harmonized World Soil Database (HWSD).

При калибрирането на хидроложния модел за водосборите осигуряващи притока в изследваните язовири са използвани стойности на водни количества за период от 335 дни от 20.09.2019 г. до 20.08.2020 г. с данни от три хидрометрични станции: на река Върбица при село Груево, на река Арда при село Китница и на река Крумовица при село Горна Кула.

Получени резултати за прогнозираните водни обеми са оценявани за точност с помощта на две количествени оценки:

- *Коефициентът на ефективност на Nash-Сътклиф;*
- *Статистическият критерий PBIAS.*

В дисертационният труд след калибрирането и валидирането на модела за оттока и водния баланс на река Арда и прогнозирането на водните обеми в разглежданите водохранилища са направени различни изводи при конкретните случаи основно свързани с точността на моделираните обеми и ефективността на енергопроизводството във ВЕЦ.

### **4. ХАРАКТЕР НА ИЗСЛЕДВАНИЯТА, ДОСТОВЕРНОСТ НА ПОЛУЧЕНИТЕ РЕЗУЛТАТИ**

Във втората половина на дисертацията, където са изложени действията по адаптирането на софтуерните продукти за конкретния случай, подготовката на необходимите входни данни, извършването на числените експерименти и представянето на получените резултати може да се каже, че получените резултати са достоверни и изразяват добре тенденциите наблюдавани при изменението на изследваните параметри установени чрез сравнението симулираните и наблюдаваните данни.

При анализа на резултатите освен двете количествени цифрови оценки са използвани и визуалните наблюдения на симулираните и измерените ходографи на оттока.

### **5. ОБОБЩЕНИЕ И ОЦЕНКА НА ХАРАКТЕРА НА ПРИНОСИТЕ В ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД**

Авторът е структурирал основните си приноси в осем точки, разделени в три групи. Първата група от една точка е наречена *Приноси с научно-теоретичен*



характер, втората от пет точки – Приноси с научно-приложен характер, и третата от три точки - Приноси с приложен характер.

Според мен приносите на докторанта са добре формулиране и аз бих ги определил всички като научно-приложни. Разделянето им на три групи, особено първата група, определена като такава с *научно-теоретичен* характер мен лично малко ме смущава. Готов съм да я приема тази група ако докторантът формулира към коя съществува теория би отнесъл този принос

Иначе приносите са самостоятелно дело на докторанта и те ще окажат положително влияние при оперативното прогнозиране на речния отток и електропроизводството от ВЕЦ във водосбора на река Арда.

## **6. ОЦЕНКА НА ПУБЛИКАЦИИТЕ, СВЪРЗАНИ С ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД И ЛИЧНИЯ ПРИНОС НА АВТОРА**

Докторантът е представил три научни публикации, свързани с дисертационния труд. Една публикация е на български език, а другите две са на английски език, като и трите са с по един съавтор.

Представените публикации, отразяват някои съществени резултати и част от изводите, отразени в дисертационната работа. Наличието на съавтори в публикациите на докторанта показва, че той може да работи в колектив.

## **7. ПРИЛОЖЕНИЕ НА РЕЗУЛТАТИТЕ В ПРАКТИКАТА**

Разработената схема в дисертационният труд е внедрена в система за прогнозиране на оттока ARDAFORECAST със заповед на директора на НИМХ и в системата Горна Тунджа.

## **8. АВТОРЕФЕРАТ**

Представеният автореферат съответства на изискванията за достоверно отразяване на основните и съдържателни части от дисертационния труд и приносите.

# **III. МНЕНИЯ, ПРЕПОРЪКИ И БЕЛЕЖКИ**

Личните ми впечатления от докторанта инж. Петко Георгиев Царев са от неговите студентски години като негов преподавател по Инженерна хидрология. Колегата Царев беше редовен и прилежен студент, който навреме предаваше своите работи.

## **1. КРИТИЧНИ БЕЛЕЖКИ**

Позволявам си да направя една бележка свързана с оформянето на дисертационния труд - по-внимателно да се използват на научните термини в изложението (стр. 29. За изследването е прието, че са известни *максималната мощност, която трябва да се произведе*, началните и .), и внимателно да се формулират категорични твърдения в текста. Като при вторите е добре да се отбелязва след даденото твърдение, че то е базирано на знанието на автора



например. По-добре би било ако на фигурите английският текст беше преведен и всичко бъде на български език.

## 2. ПРЕПОРЪКИ ЗА БЪДЕЩОТО ИЗПОЛЗВАНЕ НА НАУЧНО-ПРИЛОЖНИТЕ ПРИНОСИ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

В края на дисертационния труд докторантът не е формулирал изрично дали има някакви бъдещи планове свързани с неговия труд. Бих го помолил да ги сподели ако има такива.

## IV. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

От направената проверка на представените материали за конкурса не бяха констатирани нарушения в процедурата. Спазени са изискванията на ЗРАСРБ, ППЗРАСРБ и Правилника на НИМХ по ЗРАСРБ.

Представеният дисертационен труд е широкообхватно научно изследване върху актуален и важен хидроложки и водостопански проблем. Проведени са задълбочени теоретични и моделни изследвания.

Изхождайки от актуалността на проблема, от обема и съдържанието на дисертационния труд, както и от научно-приложните приноси, считам труда за завършен и отговарящ на изискванията за претендираната научна и образователна степен.

Препоръчвам да се присъди на инж. Петко Георгиев Царев образователната и научна степен „доктор“ в област на висше образование 5.Технически науки, професионално направление 5.7. Архитектура, строителство и геодезия (Инженерна хидрология, хидравлика и водно стопанство).

РЕЦЕНЗЕНТ:

*доц. д-р инж. Венци Христов Божков*