

## РЕЦЕНЗИЯ

от проф. д-р Даниела Ананиева Орозова,  
Тракийски университет

на дисертационен труд за присъждане на образователната и научна степен „доктор“

по: област на висше образование 4. Природни науки, математика и информатика

професионално направление 4.6. Информатика и компютърни науки

докторска програма Информатика

**Автор:** Костадин Георгиев Йотов

**Тема:** „Моделиране на невро-кибернетична система за прогнозиране на потреблението на електрическата енергия“

**Научен ръководител:** доц. д-р Емил Хаджиколев, ПУ „Паисий Хилендарски“ – ФМИ

### 1. Общо описание на представените материали

Със заповед № РД-21-738 от 18.04.2022 г. на Ректора на Пловдивския университет „Паисий Хилендарски“ (ПУ) съм определена за член на научното жури за осигуряване на процедура за защита на дисертационен труд на тема „Моделиране на невро-кибернетична система за прогнозиране на потреблението на електрическата енергия“ за придобиване на образователната и научна степен „доктор“ в област на висше образование „4. Природни науки, математика и информатика“, професионално направление „4.6. Информатика и компютърни науки“, докторска програма „Информатика“. Автор на дисертационния труд е Костадин Георгиев Йотов – докторант в редовна форма на обучение към катедра „Компютърна Информатика“ на Факултета по математика и информатика при ПУ „Паисий Хилендарски“ с научен ръководител доц. д-р Емил Хаджиколев.

Представеният от Костадин Йотов комплект материали е в съответствие с Чл.36 (1) от Правилника за развитие на академичния състав на ПУ, включва следните документи:

1. Молба до Ректора за откриване на процедура за защита на дисертационен труд;
2. Автобиография в европейски формат;
3. Протокол от катедрен съвет, свързан с докладване на готовността за откриване на процедурата и с предварително обсъждане на дисертационния труд;
4. Автореферат на български и на английски език;
5. Декларация за оригиналност и достоверност на приложените документи;
6. Справка за спазване на минималните национални изисквания;

7. Списък на научните публикации по темата на дисертационния труд;
8. Пълен списък на публикациите на автора;
9. Списък на забелязаните цитирания;
10. Дисертационен труд;
11. Копия на научните публикации по темата на дисертационния труд. Докторантът е приложил 6 публикации по темата на дисертационния труд.

## **2. Кратки биографични данни за докторанта**

Докторантът Костадин Йотов е завършил ПУ „Паисий Хилендарски“ през 1997 г. с професионална квалификация: „Учител по математика и информатика“ и магистърска специалност „Психология“ във Великотърновски Университет „Св. Св. Кирил и Методий“ през 2005 г.

Докторантът има преподавателски опит като хоноруван асистент от 2019 г. във Факултета по математика и информатика на ПУ и в Университета по хранителни технологии. Той придобива опит в оперативно планиране, координиране и управление на електроенергийната система на Република България, в ЕСО МЕР Пловдив, където работи от 10.1998 г. до сега.

Костадин Йотов притежава умения за работа в екип, опит в работа с клиенти, добри комуникативни способности.

## **3. Актуалност на тематиката и целесъобразност на поставените цели и задачи**

Работата в настоящото изследване е насочена към прогнозиране на електропотреблението на електрическа енергия в Националната електроенергийна система на България. Целта на изследването е ясно дефинирана (на стр.10 в дисертационния труд) “създаване на прототип на автоматизирана софтуерна система за прогнозиране на електропотреблението”. Поставените задачи кореспондират с целта и предложената методология:

- реализиране на алгоритми за прогнозиране на електропотреблението;
- изграждане на прототип на автоматизирана невро-кибернетична система (НКС) за прогнозиране на електропотреблението, използваща създадените алгоритми;
- провеждане на експерименти за верификация на изградената НКС и предлагане на методи за оптимизацията ѝ.

Дефинирани са пет основни етапа за постигане на целта на изследването.

#### **4. Познаване на проблема**

Анализът на актуалното състояние на научните изследвания в областта на прогнозиране на електропотреблението, направен в първата глава, големия брой проучени литературни източници, както и направените изводи ми дават основание да заключа, че докторантът познава задълбочено проблема на дисертацията. Реализирането на дисертационния труд изисква задълбочени научни знания и висока научна и практическа квалификация, които авторът ѝ безспорно притежава.

#### **5. Методика на изследването**

Избран е методически верен подход за провеждане на изследването, където подцелите и задачите отговарят на целта на дисертацията и са добър ориентир за провеждане на изследването. Значимостта на получените от докторанта резултати се изразяват във възможностите им за приложимост и оригиналната методика, използвана за постигане на целите.

#### **6. Характеристика и оценка на дисертационния труд**

Дисертационният труд на Костадин Йотов на тема „Моделиране на невро-кибернетична система за прогнозиране на потреблението на електрическата енергия” е в обем от 181 страници. Структурата на дисертационния труд следва описаните етапи за провеждане на научното изследване и се състои от увод, пет глави и заключение, списък на авторските публикации по темата, декларация за оригиналност, списък на използваната литература и две приложения, съдържащи резултати от извършените експерименти и част от MatLab-скриптовете на системата. Библиографията включва 119 източника, от които 30 на кирилица и 89 на латиница. В текста се съдържат 69 фигури и 54 таблици.

В глава 1 *„Прогнозиране на електропотреблението. Състояние на научните изследвания“* е разгледана структурата на Националната Електроенергийна система (НЕЕС) на България и нейните компоненти, определени са основните фактори, влияещи върху потреблението на електрическа енергия. Направено е проучване на научната литература за съществуващите методи и модели за прогнозиране на електропотреблението.

В глава 2 *„Статистически и числени методи за прогнозиране“* са представени изследвания на зависимостите между отделните фактори и електропотреблението, чрез използване на корелационен и регресионен анализ, числени методи за интерполация и екстраполация. Разгледани са и методи за прогнозиране на факторите и електропотреблението, представени като времеви редове. Представени (и реализирани с

MatLab скрипт) са алгоритми за избор на най-ефективни модели за прогнозиране, изградени върху съответните статистически и числени методи.

Глава 3 „*Използване на изкуствени невронни мрежи за прогнозиране*“ представя създадените модели чрез изкуствена невронна мрежа за прогнозиране на електропотреблението, разглеждано във връзката му с отделни фактори или групи от фактори. Резултатите от прогнозирането с изкуствена невронна мрежа са сравнени с тези, получени с помощта на статистически и числени методи, описани в глава 2. Предложен е итеративен алгоритъм за автоматизирано търсене на оптимална изкуствена невронна мрежа.

Глава 4. „*Невро-кибернетична система за прогнозиране*“ представя процеса на проектиране и реализация на НКС за прогнозиране и начините за интеграцията на вече изградени алгоритми за прогнозиране с числени методи и изкуствени невронни мрежи. Представени са получените от НКС резултати за прогнозиране на всеки един от факторите, както и за електропотреблението в НЕЕС като цяло. Проведени са експерименти за прогнозиране на други величини в енергетиката, които показват използваемостта на системата при решаване на задачи за прогнозиране.

В глава 5. „*Оптимизиране на НКС*“ са представени резултатите от задача за определяне на оптималния брой неврони в невронни мрежи, използващи матрица на Якоби при методите за обучение. Предложени са формули за определяне на горни граници за необходимия брой неврони в невронна мрежа с един или повече скрити слоеве.

В **заключението** е направено обобщение на поставените проблеми. Отбелязани са получените резултати и основните приноси на дисертационния труд. Формулирани са перспективи за бъдещо развитие на тематиката.

## **7. Приноси и значимост на разработката за науката и практиката**

Приемам основните резултати и приноси, посочени от докторанта на страница 140 от дисертационния труд. Приносите имат научен, научно-приложен и приложен характер:

- Създаден е модел на автоматизирана НКС за прогнозиране на електропотреблението.
- Разработена е архитектура на НКС за прогнозиране на електропотреблението.
- Изведени са две формули за оптимална горна граница на броя на невроните при ИНМ, обучавани с методи, използващи матрицата на Якоби – за ИНМ с един скрит слой и с няколко скрити слоя.

- Проектирани и реализирани в MatLab са алгоритми за: откриване на статистически значими корелационни коефициенти; намиране на най-ефективния модел на линейна регресия; най-ефективно прогнозиране чрез екстраполация; най-ефективно прогнозиране чрез времеви редове; автоматизирано конструиране на оптимална ИНМ за прогнозиране и др.
- Реализиран е прототип на НКС за прогнозиране на електропотреблението.
- Тествана е работата на създадената НКС и са анализирани получените резултати.

## 8. Преценка на публикациите по дисертационния труд

Основните резултати на изследването на докторанта са докладвани на научни конференции, научно-изследователски и образователни семинари. Резултати от дисертационното изследване са представени в 6 публикации в рецензирани издания.

**Анализът на научните трудове показва следното:**

- **3 публикации са в специализирани списания:** International Journal of Engineering Trends and Technology, Journal of Scientific & Technology Research и TEM Journal;
- **2 публикации са доклади от международни научни конференции:** IOP Conference Series: Materials Science and Engineering и International Symposium on Electrical Apparatus and Technologies (SIELA);
- **1 публикация е доклад от национална конференция** на Съюза на учените в България;
- **5 публикации са индексирани** в научните бази **Scopus** или **Web of Science**;
- **5 публикации са на английски език**;

**Представените публикации, се разпределят във времето така:**

Година	2019	2020	2021
Брой	1	3	2

Има забелязани **3 цитирания** на две от публикациите по темата на дисертационния труд (1 от чуждестранни автори и 2 от български автори).

Представена е декларация за оригиналност на получените резултати и приноси.

## 9. Лично участие на докторанта

Считам, че постигнатите резултати в дисертационния труд на Костадин Йотов са негово лично дело. Приемам, че приносът на докторанта в представените колективни публикации е сравним и съизмерим с този на останалите автори.

## **10. Автореферат**

Авторефератът на български и английски език отговаря по обем и съдържание на изискванията за точно, пълно и сбито отразяване на дисертационния труд.

## **11. Критични забележки и въпроси**

Критика към докторанта е, че няма самостоятелни публикации, макар че от друга страна участието в съвместни публикации е индикатор за наличие на умение за работа в екип и ръководене на изследователски екипи в бъдеще. Препоръчвам на Костадин Йотов в бъдещата си работа да публикува резултати от свои изследвания в повече самостоятелни публикации, което ще затвърди името му сред научната общност.

Към докторанта имам следните въпроси:

1. Не е изяснено, защо се работи с MatLab, а не с други езици или средства. Би било подходящо в дисертацията да има проучване на езици и средства, използвани за прогнозиране и да бъде мотивиран избора на MatLab.

2. При сравненията на резултатите от 2-ра и 3-та глава е видно, че невронните мрежи дават по-добри резултати от другите математически методи. При работата на НКС обаче, от табл. 44 се вижда, че не винаги НМ са най-ефективни за прогнозиране на факторите. Не е обяснено защо се получава това разминаване.

## **12. Лични впечатления**

От публикуваните материали и предоставени документи, получените от мен впечатления за Костадин Йотов са изцяло положителни като преподавател и изследовател.

## **13. Препоръки за бъдещо използване на дисертационните приноси и резултати**

Препоръчвам на докторанта да продължава и разширява изследванията, свързани с подходи за прогнозиране на електропотреблението. Полето за изследване е широко и благодатно.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Дисертационният труд съдържа научни, научно-приложни и приложни резултати, които представляват оригинален принос в науката и отговарят на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ), Правилника за прилагане на ЗРАСРБ и съответния Правилник на ПУ „Паисий Хилендарски“.

Докторантът Костадин Георгиев Йотов притежава задълбочени теоретични познания по специалността „Информатика“ и доказани способности за научни изследвания.

Поради гореизложеното, убедено давам своята *положителна оценка* за проведеното изследване, представено от рецензираните по-горе дисертационен труд, автореферат, постигнати резултати и приноси, и *предлагам на почитаемото научно жури да присъди образователната и научна степен „доктор“* на **Костадин Георгиев Йотов** в област на висше образование: **4. Природни науки, математика и информатика**, професионално направление **4.6. Информатика и компютърни науки** докторска програма **Информатика**.

26.05.2022 г.

Рецензент: .....  
(проф. д-р Даниела Орозова)