

СТАНОВИЩЕ

от д-р Златко Георгиев Върбанов,

доцент във ВТУ „Св.св.Кирил и Методий“ – В.Търново

(н.ст., име, презиме, фамилия – акад. дл. във висшето училище или научна организация)

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 представяне на процедурата и докторанта

Със заповед № РД-21-738 от 18.04.2022 г. на Ректора на Пловдивския университет „Паисий Хилендарски“ (ПУ) съм определен 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 на хартиен носител е в съответствие с Чл.36 (1) от Правилника за развитие на академичния състав на ПУ, включва следните документи:

- молба до Ректора на ПУ за разкриване на процедурата за защита на дисертационен труд;
- автобиография в европейски формат;
- протокол от катедрения съвет, свързан с докладване на готовността за откриване на процедурата и с предварително обсъждане на дисертационния труд;
- автореферати на български и на английски език;
- декларация за оригиналност и достоверност на приложените документи;
- справка за спазване на минималните национални изисквания;

- списък на публикациите по темата на дисертационния труд;
- пълен списък на публикациите на автора;
- списък на забелязани цитирания;
- дисертационен труд;
- копия на научните публикации по темата на дисертационния труд.

Докторантът е приложил 6 публикации по темата на дисертационния труд.

2. Актуалност на тематиката

Актуалността на тематиката е безспорна. Прогнозирането на производството и консумация на електрическа енергия дава възможност на производителите да планират подходящо използването на съществуващите мощности и изграждането на нови такива, а на потребителите – да могат да оценят бъдещите промени и да адаптират действията си спрямо тях. Разработките в дисертационния труд са насочени именно към прогнозиране на потреблението на електрическа енергия в Националната електроенергийна система на България, като целта е да се създаде прототип на автоматизирана невро-кибернетична система (НКС) за такова прогнозиране. Предвид все по-широкото използване на невронни мрежи за различни практически цели, идеята за разработка в тази насока определено е подходяща. Задачите, разработени в дисертационния труд, съответстват на поставените цели.

3. Познаване на проблема

Авторът познава проблема достатъчно задълбочено, като в списъка с литература са включени множество различни източници от последното десетилетие. Посочени са източници както в областта на невронните мрежи, така и относно модели и софтуерни разработки в областта на прогнозиране на консумацията на електроенергия в различни държави по света. Също така, посочени са официални проучвания в насока енергийно развитие на България, фактори, влияещи на електропотреблението и подходи за прогнозиране на потреблението и факторите. Представена е и класификация на различни методи за прогнозиране на електропотреблението.

4. Методика на изследването

Методиката на изследването включва използване на стандартни статистически и числени методи, моделиращи връзките между вече установените фактори и електропотреблението (корелационен и регресионен анализ, интерполация и екстраполация, времеви редове). Впоследствие в Глава 3 са изследвани отделни фактори, влияещи върху потреблението на електрическа енергия в Националната електроенергийна система на България с помощта на изкуствени невронни мрежи (ИНМ), разработени чрез MatLab. По-нататък са представени сравненията между прогнозни резултати, получени с числени методи и създадените ИНМ, от които ясно се вижда, че за множество фактори ИНМ са

по-ефективни стандартните числени методи по отношение на краткосрочното прогнозиране. При дългосрочното прогнозиране резултатите показват, че ИНМ са по-несигурно средство и по-правдоподобни заключения се предлагат от стандартните статистически и числени методи. От което може да се направи извода, че автоматизирана софтуерна система за прогнозиране трябва да включва различни методи и подходи за прогнозиране – статистически методи, числени методи, ИНМ и др., като основна цел е бързото намиране на оптимално решение.

5. Характеристика и оценка на дисертационния труд и приносите

Дисертационният труд съдържа увод, 5 глави, заключение, списък с литература и приложения. Включва 69 фигури и 54 таблици. Структуриран е подходящо, четете се разбираемо, като всяка глава завършва с направените изводи. Докторантът е успял да опише методиката, приложена в изследването, начинът на получаване на резултатите и изграждането на прототип на НКС за прогнозиране.

Първа глава съдържа общ преглед на факторите, които оказват влияние върху електропотреблението и състоянието на научните изследвания по този въпрос (включително и тези конкретно за България). Освен с направените изводи, главата завършва и с посочване на целите и задачите на дисертационния труд, което смятам за неподходящо, тъй като те вече са представени в увода (където е обичайното място за тяхното представяне) и така на практика до голяма степен Раздел I.6 повтаря част от увода, което не е необходимо.

Втора глава е посветена на изследвания на зависимостите между отделните фактори и електропотреблението, чрез използване на различни статистически и числени методи, както и методи за прогнозиране на факторите и електропотреблението, представени като времеви редове. Представени са алгоритми за избор на най-ефективни модели за прогнозиране, изградени върху съответните методи, като въпросните алгоритми са реализирани чрез MatLab скриптове.

В трета глава са разгледани теоретичните концепции, свързани със създаването на изкуствени невронни мрежи (ИНМ). Идеята е да се разработят подходящи ИНМ, чиито прогнозни резултати да бъдат сравнени с резултатите, получени в предната глава и по този начин да се установи кои средства дават по-достоверни резултати при краткосрочно и дългосрочно прогнозиране. В тази глава е предложен и итеративен алгоритъм за търсене на оптимална ИНМ.

В четвърта глава са описани проектирането и реализацията на разработената НКС за прогнозиране, като съществено внимание се отделя на интеграцията на алгоритмите за прогнозиране с числени методи и ИНМ. Представени са получените основни прогнозни резултати, свързани с електропотреблението като цяло, както и резултатите от провеждането на допълнителни експерименти за прогнозиране на други величини в енергетиката, като целта е да се демонстрира приложението на разработената НКС за решаване на разнообразни проблеми, свързани с прогнозирането.

Последната глава включва резултатите от нов научен проблем, възникнал по време на изследването: 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.

Основните постижения в дисертационния труд са научни, научно-приложни и приложни. Те могат да се характеризират така:

1. Проектирани са алгоритми (реализирани чрез MatLab) 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

Този принос се оценява като научно-приложен.

2. Разработена е архитектура и е създаден модел на автоматизирана НКС за прогнозиране на електропотреблението. Този принос се оценява като научно-приложен.

3. Реализиран е прототип на НКС за прогнозиране на електропотреблението. Този принос се оценява като научно-приложен.

4. Тествана е разработената НКС и са анализирани получените резултати. Този принос се оценява като приложен.

5. 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. Този принос се оценява като научен.

Разработената система има съществен потенциал за използване в практиката. Според проведените тестове, грешките, допускани от нея, са в диапазона 1,4 – 2,1 %, което е отличен показател за такава система. Перспективите за развитие са добри, например чрез реализация на паралелни алгоритми за по-бързото намиране на оптимална ИНМ (в практически аспект) или чрез определянето на нови значими фактори в областта на прогнозиране (в теоретичен аспект).

6. Преценка на публикациите и личния принос на докторанта

По темата на дисертацията са представени общо 6 публикации. От тях 5 са в издания, реферирани и индексирани от световноизвестни бази данни с научни публикации (SCOPUS и Web of Science). Три от публикациите са в списания и три са в сборници на конференции. Пет от публикациите са на английски език и една е на български език. Резултатите са докладвани на 3 конференции и 3 научни семинара, като са представяни в 3 научно-изследователски проекта. По отношение изпълнението на минималните наукометрични изисквания (МНИ), публикациите се оценяват на 102 точки ($1 \times 30 + 4 \times 72$), при минимален праг 50 точки. По този показател изискванията са изпълнени. Всички публикации са в съавторство с още двама

автори. Представена е декларация за оригиналност и достоверност на резултатите и приносите в научната продукция. Не е представен разделителен протокол, но от горепосочената декларация е видно, че приносът на докторанта е равностоен на този на другите съавтори.

7. Автореферат

Авторефератът е изготвен според изискванията на съответните правилници, пълно и точно отразява резултатите в дисертационния труд.

8. Бележки и препоръки за бъдещо използване на дисертационните приноси и резултати

Забележките бяха посочени вече по-горе: не е необходимо Раздел I.6 на дисертацията да повтаря част от увода; принципно е по-добре да има представен разделителен протокол за общите публикации. Като основна препоръка по отношение на бъдещото развитие (освен посочените в т.5) бих отбелязал, че е добре дисертацията да бъде преведена и публикувана на английски език, по този начин би добила по-широка популярност и практическа използваемост в повече държави по света.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

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

Дисертационният труд показва, че докторантът Костадин Георгиев Йотов **притежава** задълбочени теоретични знания и професионални умения по научна специалност „Информатика“ като **демонстрира** качества и умения за провеждане на 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**.

02.06.2022 г.

Изготвил становището:

(подпис)

Доц. д-р Златко Върбанов

(ак. дл., н. ст., име, фамилия)