

## РЕЦЕНЗИЯ

от проф. д-р Мария Нишева – ФМИ, СУ „Св. Климент Охридски“  
на дисертационен труд за придобиване на образователната и научна степен  
“доктор” в професионално направление 4.6 „Информатика и компютърни  
науки“

на тема „Разпределена система за прогнозиране на времеви редове с  
еволюционни алгоритми и изкуствени невронни мрежи“

с автор Годор Димитров Балабанов

Със заповед № 145/15.09.2017 г. на Директора на Института по информационни и комуникационни технологии (ИИКТ) при БАН съм назначена за член на научно жури във връзка с процедурата за придобиване на ОНС „доктор“ по професионално направление 4.6. „Информатика и компютърни науки“, докторска програма „Информатика“, от Годор Димитров Балабанов с дисертационен труд на тема „Разпределена система за прогнозиране на времеви редове с еволюционни алгоритми и изкуствени невронни мрежи“. На първото заседание на научното жури, проведено на 27.09.2017 г., бях определена за рецензент по тази процедура. Бяха ми предоставени за рецензиране:

- дисертационен труд на тема „Разпределена система за прогнозиране на времеви редове с еволюционни алгоритми и изкуствени невронни мрежи“;
- автореферат.

### **1. Актуалност на областта на изследванията и значимост на поставените цели и задачи**

Дисертационният труд е посветен на изследвания в областта на моделирането и разработването на прогнозиращи софтуерни системи. В него е предложен модел на самообучаваща се система за прогнозиране на движението на валутните пазари, който

се базира на обработка и прогнозиране на времеви редове с помощта на апарата на изкуствените невронни мрежи.

Актуалността на темата на дисертацията се определя от практическата значимост на областта на изследванията и големия брой нерешени проблеми в нея. Целите, които дисертантът си поставя, и задачите, произтичащи от тези цели, са дефинирани след задълбочен анализ на постиженията и откритите въпроси в избраната област, но задачите са формулирани на неподходящо ниво на абстракция.

## **2. Анализ на съдържанието, резултатите и приносите на дисертационния труд**

Дисертацията се състои от 135 страници текст, включващ увод, четири глави, заключение, списък на 240 използвани литературни източници и приложение, съдържащо данни от проведени изчислителни експерименти.

Първа глава има обзорен характер. В нея е представена областта на изследванията – прогнозиране на времеви редове – и е обърнато внимание на три основни подхода за решаване на избраната група проблеми, свързани съответно с използване на изкуствени невронни мрежи, генетични алгоритми и апарата на размитата логика. Изложението на тази глава е фокусирано върху отделни аспекти на приложението и свързаното с него самообучение на изкуствени невронни мрежи като инструментариум на изследванията, избран от дисертанта. В текста на дисертацията липсва явна обосновка на избора на точно този подход, но за сметка на това анализът на детайлите и вариантите на избрания подход е достатъчно задълбочен и прецизен. На базата на дискусия на най-съществените открити проблеми в областта са формулирани целите и задачите на дисертационния труд.

Втора глава е посветена на представяне и анализ на разработените от автора нови подходи за машинно самообучение, които дават възможност за постигане на висока скорост на обучението и много добра точност на прогнозите, предлагани от изкуствени невронни мрежи. Предложен е подходящ за целите на прогнозирането математически модел, основан на изкуствени невронни мрежи, чието обучение се осъществява в разпределена изчислителна среда чрез т. нар. диференциална еволюция. Предвидена е възможност за динамично определяне на топологията на мрежата. С достатъчна задълбоченост са анализирани силните страни и недостатъците на предложения модел.

В глава 3 е разгледана създадената от дисертанта софтуерна система за прогнозиране на времеви редове с изкуствени невронни мрежи и еволюционни алгоритми. Представени са архитектурата на системата; структурата на кода на клиентското и сървърното приложение; структурата на базата от данни, предназначена за съхранение на описанието на невронната мрежа, конкретните данни за поведението на валутните пазари в дадения период от време, параметрите на обучението, обучаващите примери и др.; потребителският интерфейс на системата. Посочено е множеството от инструментални средства, използвани за реализацията на системата.

Четвърта глава е посветена на дискусията относно методиката за приложение на разработената система за прогнозиране на времеви редове и анализ на получените експериментални резултати от нейната работа. Специално внимание е отделено на предложения подход за обучение, базиран на инцидентно включване на възли в разпределена система. Изложението е аргументирано и задълбочено, но на места навлиза в излишни технически детайли.

Заклучението съдържа резюме на получените резултати и формулировка на идеи на автора за бъдеща работа в областта на дисертацията.

Списъкът на използваните литературни източници включва 240 заглавия. Начинът на цитирането им в текста на дисертацията свидетелства за много добро познаване на състоянието на изследванията и приложните разработки в избраната област.

Основните *научни и научно-приложни приноси* на дисертационния труд могат да бъдат формулирани както следва:

- Предложени са два евристични подхода за обучение на пълно свързани изкуствени невронни мрежи в разпределена среда, базирани съответно на инцидентно включване на възли и диференциална еволюция;
- Разработен е метод за обучение на пълно свързана невронна мрежа в разпределена среда, представляващ конкретизация на предложения евристичен подход за обучение с инцидентно включване на възли;
- Разработен е метод за обучение на пълно свързана невронна мрежа в разпределена среда, представляващ конкретизация на предложения евристичен подход за обучение с диференциална еволюция;

- Формулирани са алгоритми за прогнозиране на времеви редове с използване на пълно свързани изкуствени невронни мрежи, обучавани чрез предложените евристични методи.

Като *приложен принос* на дисертацията може да се посочи проектирането и реализацията на пилотна версия на софтуерна система за прогнозиране на времеви редове на основата на данни за поведението на валутни пазари и нейното приложение за провеждане на експерименти с цел изследване на предложените подходи, методи и алгоритми.

Дисертационният труд прави много добро впечатление с обхвата, задълбочеността и аргументираността на изложението. Областта на изследванията е актуална и сложна и постигането на съществени резултати в нея изисква сериозна интердисциплинарна подготовка, постоянна и интензивна работа. Постигнатите резултати са оригинални и значими и съответстват на поставената цел.

### **3. Публикации, които отразяват дисертацията. Отражение на резултатите на дисертацията в трудове на други автори**

Резултатите, получени в дисертационния труд, са отразени в осем статии, публикувани както следва:

- две – в поредицата *Lecture Notes in Computer Science* на издателство Springer;
- четири – в сборници с доклади на международни научни конференции и симпозиуми;
- една – в сборник с доклади на национална научна конференция;
- една – във вътрешно издание на ИИТ – БАН.

Две от публикациите са самостоятелни, а шест са в съавторство. Нямам основания за съмнение в съществуващия личен принос на докторанта в колективните публикации.

Представени са данни за четири забелязани цитирания на публикации на Тодор Балабанов по резултати от дисертационния му труд в статии на български автори, публикувани в сборници с пълни текстове на доклади на научни конференции, проведени в България.

По такъв начин са изпълнени изискванията на чл. 3 от Правилника за специфичните условия за придобиване на научни степени и за заемане на академични

длъжности в ИИКТ дисертацията на кандидата да е базирана на поне три научни публикации, поне една от които да е в списание с импакт фактор или в специализирано международно издание.

#### **4. Критични бележки и препоръки**

Като недостатък на дисертационния труд бих посочила липсата на явно отделяне в глава 2 на собствените резултати на докторанта от тези на други автори. Изложението на някои части от глава 3 и глава 4 е на неподходящо ниво на абстракция. Би било добре частта от глава 4, която има по-концептуален характер, да бъде преместена по подходящ начин в глава 2.

В текста на дисертацията са допуснати граматически и машинописни грешки, които не оказват съществено негативно влияние върху доброто общо впечатление от нейното съдържание.

#### **5. Автореферат**

Авторефератът представя пълно и точно темата, целите, съдържанието, постигнатите резултати и приносите на дисертационния труд. Считаю обаче, че обемът му е твърде голям.

#### **6. Заключение**

Въз основа на изложеното по-горе считам, че дисертационният труд напълно удовлетворява изискванията на ЗРАСРБ, ПЗРАСРБ, Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в БАН и Правилника за специфичните условия за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в ИИКТ при БАН. **Убедено предлагам на уважаемото научно жури да присъди на автора му Тодор Димитров Балабанов образователната и научна степен „доктор” в професионално направление 4.6. „Информатика и компютърни науки“.**

София, 13.11.2017 г.

