

# РЕЦЕНЗИЯ

от д-р Кънчо Йорданов Иванов,  
професор в Минно-геоложки университет „Св. Иван Рилски“, София,

върху дисертационен труд за придобиване на образователна и научна степен „доктор” по област на висшето образование 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление 4.6. Информатика и компютърни науки, докторска програма по Информатика

Автор на дисертационния труд: **Маргарита Йорданова Тодорова**

Тема на дисертационния труд:

**Изследване класове алгоритми за разпознаване на образи**

Научни ръководители:

проф. д-р Нина Синягина

проф. д-р Петър Бойваленков

**1. Общо описание на предоставените материали.** Със заповед № 2830/23.10.2014 г. на Ректора на ЮЗУ ”Неофит Рилски” съм назначен за член на научното жури по процедурата за защита на дисертационен труд на тема „**Изследване класове алгоритми за разпознаване на образи**” за придобиване на образователна и научна степен „доктор” по област на висшето образование 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление 4.6. Информатика и компютърни науки, докторска програма по Информатика. Автор на дисертационния труд е Маргарита Йорданова Тодорова. С решение на научното жури по процедурата съм определен да изготвя РЕЦЕНЗИЯ.

Предоставени са ми материали в съответствие с изискванията на нормативните документи. Всички предоставени ми документи по процедурата са редовни и съответстват на ЗРАСРБ и Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в ЮЗУ ”Неофит Рилски”. Нямам информация за нарушения по процедурата.

**2. Данни за дисертанта.** Маргарита Тодорова е родена на 24.05.1960 г. в гр. Благоевград През 1978 г. завършва МГ ”Акад. С. П. Корольов” в гр. Благоевград, където се обучава в условията на засилена подготовка по математика, числени методи и програмиране и придобива специалност „Оператор на ЕИМ”. През следващите четири години е студентка в ПУ „П. Хилендарски”, гр. Пловдив, където се дипломира като учител по математика, разширявайки и задълбочавайки знанията си по математика, числени методи и програмиране и освен това придобивайки знания и умения по методика на обучението по математика. Професионалната си кариера Маргарита Тодорова стартира през 1982 г. в Техникум по електротехника, гр. Банско като учител по математика, а през следващата година продължава учителската си дейност в МГ ”Акад. С. П. Корольов” в гр. Благоевград. През 1984 г. Маргарита Тодорова става асистент в катедра „Математика” на Природо-математическия факултет на ЮЗУ „Н. Рилски” гр. Благоевград. От 2005 г. тя преминава в катедра „Информатика” на същия факултет, където работи и до момента. В края на 2004 г. гл. ас. Тодорова провежда тримесечна специализация в ИМИ, БАН на тема „Разпознаване на образи”. В учебната си работа е чела лекционен курс по Количествени методи в педагогическите изследвания и е водила упражнения по повече от 10 информатични дисциплини. Участвала е в разработването на 6 изследователски проекта, като при разработката на един от тях е била ръководител. Ръководила е 10 успешно защитили дипломанти. Член е на Съюза на математиците и на Съюза на учените в България.

**3. Актуалност на третираната проблематика и целесъобразност на поставените цели и задачи.** Тематиката, отнасяща се до разпознаване на образи (РО), се разработва от преди повече от половин век от екипи в множество университети на света, като в тази дейност се инвестират впечатляващи средства и усилия. РО намира все по-широко приложение и разпространение. Разработването на методи за разпознаване на образи е стимулирано от решаването на важни приложни задачи, като усъвършенстване на общуването човек – компютър, задачи от областта на медицинската и техническата диагностика, изготвянето на прогнози от различно естество, интерпретирането на отразени сигнали при радио и хидролокация, прогнозиране перспективността и откриване на находища с полезни изкопаеми, разчитане на спътникови снимки и др.

Специалистите, които решават конкретни практически и изследователски задачи, се изправят пред различни методи и алгоритми за разпознаване на образи. Обоснованият избор на подходящ метод (модел или алгоритъм) се нуждае от убедителна преценка на качествата на метода. Сред важните свойства, които е необходимо да бъдат коректно преценени, са ефективността, точността и вероятността за „безпогрешно разпознаване“. С оглед на казаното е от голямо значение възможността за качествен анализ на получените резултати.

Изложеното по-горе доказва актуалността на тематиката за изследване на алгоритмите за разпознаване на образи. В настоящата дисертация се предлага разработването на въпросната тематика да се осъществи като множеството алгоритми се класифицира съгласно принципа за групиране в класове и подкласове, като по този начин се осигури обзримост на третираното множество от алгоритми. Във връзка с това в дисертационния труд е поставена следната цел: Да се изследва многопараметрично семейство от алгоритми за изчисляване на оценки на база таблично представени входни данни и разработване на процедури за оценяване на качеството и ефективността им на разпознаване.

За изпълнението на поставената цел са формулирани редица целесъобразно подбрани и формулирани задачи.

**4. Степен на познаване състоянието на проблема.** В дисертационния труд са отразени сведения от 105 литературни източника, от които 3 са на български език, 47 са на английски, а останалите 55 са на руски език, като 26 от изброените по-горе източници са достъпни в Интернет (за всеки от тях е посочена датата на последния достъп). Публикациите, включени в библиографския списък, покриват третирания в дисертацията проблем и отразяват адекватно съвременните постижения в тази област. Маргарита Тодорова обстойно е отразила познанията си по третираната тематика, като подробно се е спряла на съществените аспекти на решаваните задачи. В изложението са представени основни методи и сравнителни анализи, като са открити положителните и отрицателните страни на описваните класове алгоритми. Литературният обзор е послужил за основа на съществени изводи, които са станали отправни точки за формиране на резултатите, представени в дисертацията.

От дисертационния труд и библиографията към него ясно личи, че авторът е проучил детайлно състоянието на проблема и творчески го е интерпретирал. На основата на огромния брой източници по темата, които са представени в дисертационния труд, са формирани целесъобразни решения. Систематизираният материал е послужил за аргументирана основа на представените в дисертацията резултати.

**5. Съответствие на избраната методика.** Методиката на изследване съответства на поставените цели и задачи, като е отчетена сложността на третираната проблематика. Използваните методи на критичен анализ, детайлното проучване на

спецификата на конкретните типове задачи и особеностите на съответното моделиране са подходящи за разработваната тематика. Привличането на сложен теоретичен апарат е послужило за формулирането на обосновани изводи и решения. Значителният опит и резултатите, натрупани в процеса на проучванията, са обхванали достатъчно задълбочено конкретната тематика и са позволили на докторантката да постигне успешно поставените в дисертационния труд цели. Основните подходи, използвани при решаване на поставените задачи в дисертационния труд, се базират на широко разпространени съвременни инструментални средства и на съвременни подходи за осъществяване на описаните видове анализи. В резюме - избраната методика съответства на добрите практики, широко разпространени при разработка на подобни проблеми в областта на информатиката.

**6. Приноси на дисертационния труд.** За постигане на формулираните цели са решени поставените в дисертацията задачи. В автореферата към дисертацията е представен списък от научни и научно-приложни приноси, които подкрепям по същество, но формулирам и разделям по следния начин:

#### А. Научни приноси

1. Оценена е вероятността за безпогрешно разпознаване върху контролна извадка с фиксиран обем.
2. Оценена е вероятността за безпогрешно разпознаване на клас от нормално разпределени „средно“ разпознавани таблици.
3. Оценена е отдолу вероятността за безпогрешно разпознаване от страна на екстремален алгоритъм за контролна извадка с фиксиран обем при достатъчно голям брой обучаващи таблици.
4. Доказано е, че при определени ограничения върху множеството от допустими таблици, алгоритмите имат висока точност на разпознаване.
5. Определена е минималната стойност на броя допустими редове на таблиците за обучение и контрол, при която екстремалният алгоритъм разпознава безпогрешно допустима двойка таблици.

#### Б. Научно-приложни приноси

6. Разработена е процедура за прогнозиране на ефективността на изследваното семейство от алгоритми за решаване на конкретни приложни задачи, при условие че таблиците за обучение и контрол са близки до разглеждания модел.
7. Разработена е процедура за определяне броя на монотонните булеви функции, за които съществува такъв параметър, че екстремалният алгоритъм от изследваното семейство безпогрешно разпознава двойка допустими бинарни таблици.

#### 7. Публикации.

Представените публикации по дисертационния труд са 9 на брой: четири са обособени като „публикации, свързани с приложения по темата на дисертацията”, а други 5 са обособени в раздел „публикации по темата на дисертацията”. Не намирам за необходимо подобно делене, тъй като чрез публикациите от първия раздел пряко или косвено се потвърждават хипотези от дисертационния текст или чрез съдържанието им се осмисля значимостта и ползата от проведените изследвания. Поради това ги рецензирам като единен списък. Допълнително основание за това ми дава фактът, че в автореферата те са представени в единен списък под заглавие „Публикации”.

Поради идентичност на съдържанието на две от представените в списъка публикации ги рецензирам като един резултат, макар, че са публикувани на две различни научни мероприятия, т.е. приемам за обсъждане 8 различни заглавия. Препоръчително е да се редактира списъкът публикации, поради несъществени неточности в някои от заглавията на статиите, представени в автореферата.

Шест от от осемте публикации са на английски, а останалите две са на български език. Четири от публикациите са от един автор – това е авторът на дисертацията, а от останалите публикации три са от двама съавтори, като в тези публикации Тодорова е на първо място. Две от публикациите са отпечатани в сборниците на международни конференции, проведени в чужбина, четири са отпечатани в сборниците на международни конференции проведени у нас, една е отпечатана в български тематичен сборник у нас и една е отпечатана в сборник на научна конференция, проведена у нас.

В автореферата не са отразени цитирания на резултатите от дисертационния труд, но като се вземе предвид, че отпечатаните публикации са направени на важни международни научни мероприятия, а наред с това резултатите са апробирани на авторитетни научни мероприятия, може да се приеме, че постигнатото от Маргарита Тодорова се характеризира с достатъчна видимост сред научните среди и специалистите.

Резултатите от изследването са използвани при разработката на проект: Подобряване качеството на обучение по дисциплината "Разпознаване на образи", с авторски колектив: ръководител гл. ас. М. Тодорова, В. Малешевска, А. Вълканов.

**8. Мнение.** Представеният за рецензиране дисертационен текст обхваща 180 стр., които са структурирани в Съдържание, Увод, Пет глави, Заключение, Списък с публикации, Библиография, Основни означения и Приложение.

В **Увода** е обосновано схващането за актуалност на третираната проблематика и е формулирана целта на дисертационния труд (изследване на многопараметрично семейство от алгоритми за изчисляване на оценки на база таблично представени входни данни и разработване на процедури за оценяване на качеството и ефективността им на разпознаване). С оглед на поставената цел са формулирани следните задачи:

- Проучване, анализиране и систематизиране на съществуващите методи и алгоритми за разпознаване на образи, свързани с изчисляване на оценки и тяхната ефективност.
- Изследване на многопараметрично семейство от алгоритми за изчисляване на оценки върху множество от еталонни таблици, породени от нормално разпределени случайни величини.
- Разработване на процедура за прогнозиране на ефективността на разглежданите алгоритми.
- Оценяване на вероятността за безпогрешно разпознаване от страна на екстремалния алгоритъм върху контролна извадка с фиксиран обем.
- Експериментално изследване на алгоритми, използващи изчисляване на оценки и анализ на получените резултати.

В **глава 1. Основни понятия** е представен относително обстоен хронологичен преглед на основните подходи и резултати в областта на разпознаването на образи. Последователно са засегнати основните направления и е акцентирано върху класификацията на методите за разпознаване на образи. За целта е представена класификационната таблица на Пospelov, където двете основни групи методи, които той разграничава, са специфицирани чрез същността на метода, областите на приложение и недостатъците му. В съответствие с тематичната насоченост на дисертационния труд особено място е посветено на алгоритмите с изчисляване на оценки, които са тясно свързани с метода за изчисляване на оценки, развит от Журавлев. В рамките на изложението се акцентира върху важността на параметризацията на класа алгоритми, която се ползва за избор на оптимален алгоритъм за разпознаване чрез многопараметрична оптимизация на съответния

функционал за качество. Подробно е описана процедурата за пресмятане на оценки и е акцентирано върху обстоятелството, че построяването на оптимален алгоритъм при многопараметрични задачи е свързано с решаване на трудни екстремални задачи. По този начин се достига до обосноваване на алгебричния подход, при който вместо построяване на трудно формализируеми модели в различни области е достатъчно да се построи подходящо семейство и след това да се въведе алгебра върху множеството от тези задачи. В тази глава е отделено значително място на терминологията, описваща задачата и алгоритмите за разпознаване на образи, така както се ползват те в следващите части на дисертационния текст. Доказани са някои важни свойства на съответните алгоритми за разпознаване с оценяване. Изложението доказва по категоричен начин, че се познава задълбочено третираната тематика, но на места и особено в края на главата е отделено място на общоизвестни термини и определения, което доближава тази част от изложението до лекционен курс.

**В глава 2. Изследване точността на многопараметрични алгоритми върху клас от нормални таблици** се третира многопараметрично семейство от алгоритми, свързани с множества от таблици, чиито класове са нормално разпределени извадки. Определено е подмножество от обекти, за които при достатъчно малки дисперсии вероятността за безпогрешно разпознаване на контролната извадка е достатъчно близка до 1. Предложена е процедура за прогнозиране ефективността на даден клас от алгоритми за реални таблици. Оценена е вероятността за безпогрешно разпознаване от екстремален алгоритъм за класа нормални таблици. Методиката за получаване на оценката може да се използва за прогнозиране на ефективността на семейство алгоритми при решаването на конкретни приложни задачи, когато таблиците за обучение и контрол са близки до разглеждания модел. Формулиран е критерий за „средно разпознаване“. Изследвано е поведението на вероятността за безпогрешно разпознаване върху класа „средно разпознавани“ нормални таблици. Доказано е, че при достатъчно малки дисперсии на случайната величина екстремалния алгоритъм прави класификация с вероятност достатъчно близка до 1. Вероятността за безпогрешно разпознаване е оценена отдолу.

**В глава 3. Изследване на точността на алгоритмите за изчисляване на оценки върху един клас таблици, породен от непрекъснати случайни величини** е изследван модел, породен от клас непрекъснати случайни величини. Оценена е отдолу вероятността за безпогрешно разпознаване от страна на екстремалния алгоритъм върху контролната извадка с фиксиран обем при достатъчно голям брой от обучаващи таблици. В структурно отношение прави впечатление фактът, че в рамките на глава 3 е включен само един раздел озаглавен „3.1. Постановка на задачата“. В тематично отношение обаче съдържанието на главата надхвърля поставянето на третираната тук задача.

**Глава 4. Ефективност на алгоритмите за изчисляване на оценки върху един клас таблици, породен от многомерни булеви функции**, е посветена на параметрично семейство от алгоритми за изчисляване на оценки върху множество от бинарни таблици, породени от монотонни булеви функции. Показано е, че при определени ограничения върху множеството от допустими таблици алгоритмите от това семейство имат висока точност на разпознаване. Обхождането на значителни по обем множества е сведено да обхождането на множеството от граничните им точки, което е по-бързо. Определен е клас от монотонни функции за които съществуват условия, при които екстремалния алгоритъм извършва безпогрешно разпознаване на всяка двойка допустими таблици. Оценен е броят на монотонните функции. В Съдържанието главата е описана с три подраздела, но цялостното изложение е по-обширно и включва още два подраздела.

**В глава 5. Практическо изследване** е изследвана работата на различни алгоритми за разпознаване и класификация на образи върху специално създадена

собствена база данни. С помощта на Matlab и PRTools са реализирани експерименти с алгоритмите: Backpropagation, Перцептронен алгоритъм, алгоритъм Левенберг-Маркард и алгоритъм „Най-близкия съсед“. Изследването е проведено на база сравняване на три параметъра:

- брой грешки при класификация;
- влияние на подбора и структурирането на данните;
- бързодействие.

Сравнена е работа на алгоритмите и е направен анализ на получените резултати. Описани са инструментариума и спецификите на отделните алгоритми. Наред с описанието на базата данни, създадена за целите на изследването, е представено и описание на функциите, използвани при реализирането на отделните алгоритми, таблици, сравняващи изследваните параметри и графични илюстрации на резултатите. Направени са изводи за качествата на изследваните алгоритми.

В **Заключението** са обобщени получените резултати, представени са решените задачи и са посочени научно-приложните и приложните приноси на дисертационния труд.

Към дисертацията имам следните бележки:

- Някои от главите могат да бъдат по-кратки;
- На места е необходима редакция на текста;
- Заглавието на Първа глава „Основни понятия“ повече би подходило на глава в учебник;
- Не съм убеден, че поместването на раздел Приложения в дисертационния труд, допринася за качеството на изложението. Аргументацията извън приложенията е достатъчна.

Наред с това обаче много добро впечатление прави старателно оформения дисертационен текст, подробното описание на структурни елементи като списъци на съкращенията, на таблиците и на фигурите.

Наред с направените забележки държа да подчертая, че Маргарита Тодорова е обхванала в дисертационния си труд огромен кръг от специфични и общотеретични познания по третираната тематика, проявила и е доказала способността си да проникне в голяма теоретична дълбочина на проблематиката, в спецификата на функциониране и в идейната основа на разнообразните методи, модели и технологични решения. Постигнатото в рамките на дисертационния труд е значителен, впечатляващ резултат, осъществен на фона на широкообхватна теория, разработвана няколко десетилетия от забележителни учени.

Представеният автореферат отразява адекватно основните идеи и съществените крайни резултати и представлява съдържателно разширено резюме на постигнатото в дисертацията. Убеден съм, че представените в дисертацията резултати са лични постижения на докторанта.

Не познавам лично Маргарита Тодорова, но представените от нея резултати, доказаната способност да се посвети задълбочено и систематично на тази сложна, комплексна и многоаспектна тематика, както и проявените умения да доведе до успешен край една толкова трудна задача, ме убеждават категорично, че тя е завършен и цялостно изграден изследовател, способен да извършва пълноценно научни изследвания. Дългогодишната ѝ преподавателска практика доказва способността ѝ да работи в колективи и да предава натрупаните знания и огромния си опит на по-млади специалисти.

**9. Препоръки.** Препоръчвам на дисертанта по-висока публикационна активност и стремеж към по-многобройни самостоятелни изяви, чрез които да се осигури по-контрастно оформяне на представа за личното ѝ постижение в публикуваните

резултати. Препоръчвам на Маргарита Годорова в бъдеще да разшири дейността си чрез ангажиране на повече дипломанти за развитие на изследванията си и за други класове алгоритми за разпознаване на образи и да насочи усилията си към конкретни практически задачи с важно значение.

**10. Заключение.** Като ОЦЕНЯВАМ положително представения дисертационен труд „Изследване класове алгоритми за разпознаване на образи”, приносите на автора, отразени в дисертационния труд и в автореферата, както и значението на постигнатите резултати, ОПРЕДЕЛЯМ постигнатото като напълно достатъчно за получаване на ОНС ДОКТОР съгласно изискванията на ЗРАСРБ и на съответните правилници. На основание на всичко това ЗАЯВЯВАМ, че ще подкрепя кандидатурата на докторанта и предлагам на членовете на уважаемото научно жури да гласуват „ЗА” присъждане на образователната и научна степен „доктор” в професионално направление 4.6. ”Информатика и компютърни науки” на **Маргарита Йорданова Годорова**

25.11.2014 г.

Рецензент:

/проф. д-р Кънчо Иванов/