

# РЕЦЕНЗИЯ

от проф. д-р Марусия Никифорова Божкова, катедра “Вероятности,  
изследване на операциите и статистика”,

Факултет по математика и информатика (ФМИ),  
Софийски университет “Св. Климент Охридски” (СУ)

върху дисертационния труд

“Приложение на вероятностни модели за анализ на резултати от изпити и  
тестове”

представен за придобиване на образователна и научна степен “доктор”

област на висше образование: 1. Педагогически науки

професионално направление: 1.3. Педагогика на обучението по . . .

Докторска програма: “Методика на обучението по математика и  
информатика” с автор Райна Милкова Алашка

Представям рецензията си по тази защита като член на Научното жури, определено със Заповед № РД 38-288/17. 05. 2017 г. на Ректора на СУ и решение на първото заседание на научното жури от 23.05.2017 г., изготвена според изискванията на:

- Закона за развитието на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ),
- Правилника за прилагане на ЗРАСРБ,
- Правилниците за прилагане на ЗРАСРБ на СУ и ФМИ
- Указанията за изготвяне на рецензии и становища за придобиване на образователната и научна степен “доктор” във ФМИ на СУ.

Научен ръководител на Райна Милкова Алашка – докторант на самостоятелна подготовка е проф. д-р Кирил Георгиев Банков.

Райна Алашка завършва средно образование в Националната Природо - Математическа Гимназия “Акад. Любомир Чакалов”, София през 1994 г., профил Математика със засилено изучаване на английски език и продължава образованието си в СУ “Св. Кл. Охридски”, Факултет по математика и информатика, специалност “Математика”, който завършва през 1999 с квалификация магистър по Приложна статистика и Учител по математика и информатика. В периода 2000 г. – 2002 г. следва в Стопански факултет на СУ и придобива магистърска степен по икономика. Работила е последователно като главен експерт-икономист-математик към Националната Здравноосигурителна Каса в периода 1999-2007, от 2007 - досега е асистент в катедра “Математика и информатика” на ВТУ “Тодор Каблешков” и учител по математика в Първа Частна Математическа Гимназия, София от 2014 г. - досега. Водила е курсове по Линейна и висша алгебра, Аналитична и диференциална геометрия, Реален и комплексен анализ, Диференциални уравнения, Вероятности и Статистика.

**а) Съдържателен анализ на научните и научно-приложни постижения. Характеристика на основните постижения.**

Дисертационният труд е в областта на изследване качествата на математически тестове за проверка на знания и умения, както на ученици, така и на студенти, и по-точно представлява иновативно приложение на вероятностни модели и статистически методи, разработени за целите на статистическото моделиране в икономиката, при изследвания и анализи в образованието.

Тестовата форма за проверка на знанията и уменията възниква още през средата на XIX век и е свързана с имената на Джордж Фишер и Франсис Галтон. За създател на класическата теория на тестовете се приема британският психолог Чарлз Спирмън (1863–1945). Той разработва тази теория под влияние на работите на Ф. Галтон и под ръководството на Вилхелм Вунд. Класическият модел на тест (КМТ) включва две ненаблюдаеми величини - действителен бал и случайна грешка (грешка от измерването) (вж. напр Е. Стоименова, 2000). Бала се разглежда като случайна величина с някакво известно или неизвестно разпределение. Средният бал, получен от няколко варианта на един и същи тест, има ключово значение за КМТ.

В края на XX и началото на XXI век се формира съвременната теория на тестирането (Item Response Theory, IRT). Като основополагащ труд се счита книгата на датския математик Раш (Rasch, 1960). В нея подробно се разглежда едно-параметричния модел. Поради това този модел често се нарича модел на Раш. В основата на IRT стои идеята, че възможността произволно избран тестиран да реши дадена тестова задача може да бъде предсказана (или обяснена) чрез изменението на една абстрактна (или още наречена латентна или скрита) величина, условно наречена способност. Функцията, изразяваща вероятността произволно избран ученик да реши правилно дадена тестова задача в зависимост от способността му се нарича характеристична за конкретната задача (или характеристична крива). Различните задачи имат различни характеристични функции. В най-разпространените модели тези разлики се описват чрез един, два, или три параметъра. Съответните модели се наричат едно-дву- и три- параметрични (вж. например Hambleton, R., H. Swaminathan, H. Rogers, 1991).

Въпреки, че теоретичните основи на методите и моделите за анализ на тестове са разработени през втората половина на XX век, те продължават да са обект на внимание както от страна на учените, така и от страна на тези, които ги прилагат на практика. Причината е, че общите методи и модели се нуждаят от доусъвършенстване и адаптиране към специфичния контекст, в който се прилагат. В този смисъл, основните приноси на дисертационния труд са конкретизация и приложение на статистическите методи и моделите, разработени за целите на икономическото моделиране за оценка качествата на математически тестове в условията на българската образователна система, както и анализ на някои резултати от проведени такива изследвания чрез използване на съответните адекватни методи и сравнение на резултатите от различните методи.

Резултатите, получени и изложени в дисертацията са предимно с научен и

научно-приложен характер и техният принос за педагогическите науки се състои в:

- разработване и сравнителен анализ на методологии, които позволяват изследване на различни тестове, използвани в сферата на образованието по математика;
- реализиране на идеята за използването в образованието на описаните в Първа глава Линеен вероятностен модел, Логистичен вероятностен (Logit) модел, Пробит (Probit) модел и сравнителния анализ между тях;
- въведения квадратичен (полиномиален) вероятностен модел и неговите приложения в образованието за определяне на оптималната продължителност на занятието и оптималната дължина на теста;
- предложения петпараметричен вероятностен модел и примерите за приложението му в образованието;
- определянето на параметрите на задачите чрез сравняване на еднопараметричния и двупараметричния модел със съответни логистични модели;
- прилагането на двуфакторните вероятностни модели в образованието, векторният им вид и определянето на критичната права за вероятността;
- многомерното обобщение на логистичния и пробит вероятностни модели, определянето на критичната хиперравнина и сравняване с модела на Раш и модела на Бирнбаум;
- използването на класическата теория на тестовете за оценка на кандидат-студентски изпити във ВТУ “Тодор Каблешков”, включително и сравнителен анализ между няколко изпита, както и изводите и препоръките, които се правят за нивото на подготовка по математика в средния курс на обучение и за броя часове, отделени за някои теми;
- приложението на различните тестови теории и логистични модели за анализ на тест по математика за ученици от 7 клас и интерпретацията на получените резултати.

Дисертацията съдържа общо 290 страници текст, структурирана в пет глави включително увод и заключение, съдържащо основните научни приноси, списък с литература, състоящ се от 81 заглавия, от които приблизително над 45% са от последните 10-15 години, което показва, че дисертантката има задълбочени познания върху съвременното състояние на проблематиката. Приложенията са представени в последните 50 страници на дисертацията и представляват тестове от приемни изпити във ВТУ“Тодор Каблешков”, тестове по математика за седми клас и тестове по Висша математика 2 за студентите от ВТУ“Тодор

Каблешков”, които са използвани за апробиране на предложените в дисертацията статистически методи за проверка качествата на тестовете, както и за установяване на оптималното време за провеждане на занятията и изпитите, броя на задачите в един тест и други.

Получените в дисертацията резултати са докладвани на международни научни форуми у нас, а именно:

- XIX-та Международна научна конференция “Транспорт 2009”
- XX-та Международна научна конференция “Транспорт 2011”
- “Механика, транспорт, комуникации 2016”

Трябва да се отбележи, че много добро впечатление в изложението прави богатия инструментариум от средства, използвани умело от кандидатката за графично представяне на резултатите от статистическите обработки. Всички изчисления и диаграми са реализирани чрез програмата Microsoft Excel.

#### **б) Общо описание на публикациите.**

Публикациите свързани с дисертацията са 7 на брой с номера [4] - [10] (при необходимост поне пет), всички излезли в списанието “Механика, транспорт, комуникации”, които приемам като издадени в сборник от международна конференция. Четири от тях са съвместни с един съавтор, а останалите самостоятелни. Освен тези публикации Райна Алашка има, в съавторство с доц. д-р Драго Михалев, издаден учебник и справочник по Вероятности и статистика - [27], [28], както и 8 учебни помагала в резултат на дългогодишния ѝ опит в разработването и съставянето на тестове както за подготовка, така и за пробни и приемни изпити за ученици. Последните, макар и не пряко посочени като материали във връзка с дисертационния труд, считам че е целесъобразно да бъдат споменати, тъй като допълват по същество качествата и квалификацията ѝ в областта на педагогическите науки. Библиографска справка за тях има само в автореферата, а от приложеното CV може да се види, че те са 20 на брой.

Ще направя кратък анализ на статиите на кандидатката във връзка с дисертационния труд.

Публикациите [7], [8] и [9] засягат резултатите, изложени в Глава 1 на дисертацията, посветена на вероятностните модели и възможностите за приложението за образователни нужди, като по-конкретно:

Работата [7] е посветена на логистичните вероятностни модели, които се използват основно в икономиката, но настоящата работа е свързана с тяхно приложение в образованието. Показано е как с използването им може да се определят оптималните параметри в еднопараметричния модел на Раш и двупараметричния модел на Бирнбаум, които в последните години намират широко приложение в образованието.

В публикацията [8] са представени линейният вероятностен модел (ЛВМ), Logit- и Probit- моделите. Направен е двуфакторен анализ за получаване на вероятността за успешно полагане на изпит в зависимост от два фактора. Такива,

например, са посещаемостта на учебните занятия и изпълнението на домашните задания. Представен е векторен вид на двуфакторния логит модел.

В статията [9] са разгледани четирите параметрични модела от класическата теория на тестовете (КТТ):

- еднопараметричен модел на Раш;
- двупараметричен вероятностен модел (“Модел на Бирнбаум”), при който се добавя втори параметър – дискриминация на задачата;
- трипараметричен вероятностен модел, при който се добавя още един параметър – за налучкване на верния отговор на задачата. Моделът е разработен от Бирнбаум, за да отрази обичайното в тестовата практика обстоятелство – при липса на необходимата подготовка, участникът прибегва до стратегия за налучкване на правилния отговор;
- четирипараметричен вероятностен модел. При него освен описаните по-горе параметри, се добавя и параметър – “невнимателност”, “разсеяност”. Моделът е разработен от Бартън и Лорд, за да отрази обичайните в тестовата практика обстоятелства – невнимателност, разсеяност, слаба мотивация, небрежност, умора и други;
- и предложения от кандидатката Райна Алашка нов петпараметричен вероятностен модел. При него, освен описаните в предходните вероятностни модели параметри, участва и пети параметърът - “компетентност”. Въвеждането на този параметър се налага от силно развитата през последните години комуникационната техника. Има два вида компетентност: “добра” (присъща) компетентност и “лоша” (привнесена) компетентност.

Учебникът “Теория на вероятностите и статистика” [10] и справочникът “Формули и таблици по вероятности и статистика” [28] са свързани с Глава 2. Сами по себе си те са доказателство за знанията и уменията на кандидатката в областта на вероятностното моделиране и статистическите методи, които прилага умело и интерпретира резултатите адекватно.

Публикацииите [4] – [6] и [27 ] са свързани с резултатите от Глава 3, в която се разглеждат и прилагат вероятностни и статистически методи за сравняване и оценка на кандидат-студентски тестове и изпитен тест за ученици. По-конкретно:

В статия [4] се прави статистически анализ, основан на класическата теория на тестовете за независима оценка качеството на приеман тест за ВТУ „Тодор Каблешков”, проведен на 28 юли 2009 година. Тестът се състои от 20 задачи с избираем отговор. Пресметнати са различни измерителни показатели за качеството на отделните задачи и теста като цяло. Дадени са корелационните зависимости между тях и в съвкупност. Направен е дисперсионен анализ за влиянието на задачите, разпределени по основни теми. Правят се изводи за

успеваемостта на кандидатите по темите и за качеството на теста за постигане на основните поставени цели.

В [5] е извършен експеримент чрез изпитен тест по математика и анкетна карта на извадка от ученици от различни училища в град София, изучаващи математика с различен хорариум като е направен анализ и са пресметнати различни измерителни показатели за качеството на отделните задачи в теста. Пресметнати са коефициентите на трудност на задачите, дискриминация на задачите, различни видове корелации между задачите. Пресметнати са различни коефициенти за оценка на надеждността на теста: корелация между задачите, разделяне на теста на две,  $\alpha$  на Кронбах. Направен е сравнителен анализ по отделни групи – пол, тип училище. Оценено е влиянието на различните фактори, като брой изучавани часове, брой допълнителни часове и самостоятелно занимание. Направен е корелационен анализ за зависимост на получените резултати и оценки по математика на учениците в предишни периоди за различните училища. Прави се заключение за обективността на тези оценки. В изследването се анализира необходимостта от независимо външно оценяване.

В статията [6] са пресметнати основните числови характеристики отново на реален приемен тест за ВТУ “Тодор Каблешков”, проведен на 28 юли 2009 година. Дадени са емпиричните статистики на теста. Извършен е анализ на качествата на задачите от теста - трудност, дискриминация, както са пресметнати и корелационните зависимости между бала на всеки две задачи и между всяка задача и общия бал.

В публикацията [27] е направен сравнителен анализ между четири реални изпитни теста във ВТУ „Тодор Каблешков” . Пресметнати са корелационните зависимости между тях по задачи и теми. Направен е дисперсионен анализ за значимостта на получения бал от тестовете. Проведените корелационен и дисперсионен анализ показват, че различните тестове измерват едно и също количество знание от кандидатите, като отделят еднакви групи от кандидати за прием във ВТУ “Тодор Каблешков”. Тестовете са подходящо избрани и осъществяват първоначалните си цели. Всички тестове имат ляво асиметрично разпределение, което ограничава получаването на много на брой високи оценки.

**в) Отражение на резултатите на дисертацията в трудовете на други автори.**

По данни на кандидатката 4 от статиите във връзка с дисертацията са цитирани в две различни дисертации за присъждане на образователната и научна степен “Доктор” в областта на педагогиката и образованието, което е доказателство за това, че резултатите ѝ са известни на научната общност в областта на педагогическите науки у нас.

**г) При колективни публикации да се отрази приносът на кандидата.**

Четири от публикациите са самостоятелни ([4], [5], [7], [8]), останалите 3 в съавторство с един съавтор. Счита се, че приносът ѝ в съвместните публикации е напълно равностоен с този на другия съавтор.

**д) Критични бележки и препоръки.**

Забелязват се някои неточности от техническо естество. Като например, на

стр. 29 за  $\epsilon$  и навсякъде след това се използва неточно термина “стохастично отклонение” вместо статистическа грешка; в българската математическа литература е прието да се използва символа  $E$  за математическо очакване; на стр. 30  $N_i$  не е дефинирано; на стр. 31 неправилно се използва “очакваната стойност на вероятността” (може би става въпрос за приближение) и др.

Препоръчително е да има справка за цитиранията, а не само споменаване на броя им, тъй като в случая това не може да бъде открито, позовавайки се на познатите в Интернет средства, като например Google Scholar.

Това обаче по никакъв начин не засяга качеството на научните резултати на кандидатката.

**е) Качества на автореферата, вкл. доколко правилно отразява приносите на дисертацията.** Авторефератът е в обем 43 страници, правилно отразява съдържанието на дисертацията, както и заявените претенции за научен принос на кандидатката.

**Заклучение.** Въз основа на всичко изложено до тук считам, че представеният дисертационен труд отговаря на всички изисквания на ЗРАСБ, ПЗРАСБ и Правилниците за придобиване на научни степени и за заемане на научни длъжности в СУ и ФМИ. Оценката ми за постигнатите резултати в него е положителна и убедено препоръчвам на уважаемото научно жури да присъди на автора му асистент Райна Алашка научната степен “доктор” в област на висше образование: 1. Педагогически науки, професионално направление: 1.3. Педагогика на обучението по . . . , Докторска програма: “Методика на обучението по математика и информатика”.

гр. София  
3.08.2017 г.

/...../  
Марусия Божкова