

# СТАНОВИЩЕ

по

## процедура за защита на дисертационен труд за придобиване на образователната и научна степен „доктор“

**Автор на дисертационния труд:** маг. мат. Меглена Делчева Лазарова

**Тема на дисертационния труд:** *„Броящи вероятностни разпределения и приложения в модели на риск“*

**Заявител за откриване на процедурата:** катедра „Математическо моделиране и числени методи“, Факултет по приложна математика и информатика (ФПМИ), Технически университет, София (ТУ-София)

**Област на висше образование:** 4. Природни науки, математика и информатика

**Професионално направление:** 4.5. Математика

**Научна специалност:** „Математическо моделиране и приложения на математиката“

**Член на научното жури:** професор д-р Тодор Василев Гюров – Институт по информационни и комуникационни технологии при Българската академия на науките, съгласно Заповед на Ректора на ТУ-София, № ОЖ-4.5-07 от 17.06.2021 г.

### 1. Актуалност на дисертационния труд

Дисертацията представена от докторанта Меглена Лазарова е посветена на конструиране и изследване на нови едномерни и двумерни броящи вероятностни разпределения и тяхните приложения в някои модели на риска. Съвременото застраховане и разнообразието от финансови инструменти се нуждаят от създаването на сложни и все по-реалистични модели, които се описват чрез стохастични процеси.

Оценявам положително избора на тематичната насоченост от дисертанта. Считам, че изследванията описани в дисертацията ще допренесат за развитието на тази актуална научна област.

### 2. Степен на информираност на докторанта за състоянието на проблема

В дисертацията е направен подробен обзор на редица броящи процеси, които се използват в научната литература в теорията на риска. Извършен е задълбочен анализ на силните и слаби черти при прилагане на най-използваните броящи вероятностни разпределения при моделиране на риска. Дисертационния труд се чете лесно и считам,

че ще е полезен за докторанти и студенти по вероятности и статистика, които се интересуват от тематиката.

Всичко това ми дава основание да стигна до заключение, че докторантът е много добре запознат с изследваната тематика и със съществуващите предизвикателства пред учените при изследване модели на риска с използване на броящи вероятностни разпределения.

### **3. Методика на изследването**

Методиката на изследване включва: а/ свойста на степенните редове от математическия анализ; б/ апаратът на теорията на вероятностите; в/ свойста на диференциалните и интегралните уравнения; г/ подходи при конструиране на модели на риск и др.

### **4. Характеристика и оценка на получените резултати**

Дисертационният труд на докторанта Меглена Лазарова е в обем от 167 страници и включва заглавна страница, съдържание, 5 глави, заключение, декларация за оригиналност и библиография от 84 заглавия със списък на изнесените доклади на конференции и списък на публикуваните статии.

**Първа глава** е въвеждаща в тематиката на дисертацията. В нея докторантът Меглена Лазарова е представила най-използваните в научната литература броящи, обобщени и смесени вероятностни разпределения. Разгледан е класът от дискретни разпределения от ред  $k$ . Направен е преглед на постиженията на различни автори при прилагането на броящи процеси в модела на риска. Въведени са два броящи процеса: Поасоновия и на Пойа-Аепли, които са от ред  $k$ . Разгледа ни са и последните научни резултати при тяхното изследване. Тази глава прави много добро впечатление с дълбочината на разбиране на тематиката от дисертанта.

Научните и научно-приложните резултати са представени в следващите 4-ри глави.

Във **втора глава** са изведени вероятностните и пораждащи функции и моментите на четири броящи вероятностни разпределения, а именно, I-Delaporte разпределение, нецентрирано разпределение на Пойа-Аепли, разпределение на Пойа-Аепли-Линдли и разпределение на Пойа-Аепли от ред  $k$ -втори тип. Доказани са теореми, а функциите на разпределение са представени графично при фиксирани параметри.

**Глава трета** е посветена на обобщени процеси на Пойа-Аепли. Тук са конструирани два нови броящи процеси: нецентриран броящ процес на Пойа-Аепли и процес на Пойа-Аепли от ред  $k$ -втори тип. Тези два процеса се дефинират като процеси на раждане. Доказани са твърдения, свързани с извеждането на вероятностните и пораждащи функции, както и на техните моменти.

В **глава 4** се дефинират два модела на риск – нецентриран Пойа-Аепли модел на риск и Пойа-Аепли модел на риск от ред  $k$ -втори тип. Направен е анализ на функцията на фалит и на дефицита в момента на фалит. Намерени са уравненията описващи вероятността на фалит и не-фалит, както и вероятността за фалит при начален нулев капитал. Като приложения на въведените модели са разгледани случаи с постъпващи експоненциално разпределени искове.

В **пета глава** е разгледан клас от обобщени двумерни разпределения, развиващи се в степенен ред с инфлационен параметър. Тези разпределения се конструират при използване на двумерен степенен ред и могат да се прилагат при двумерни модели на

риск. Разгледани са конкретни представители от този клас и са сравнени с двумерното разпределение на Пойа-Аепли, чрез използване на двумерния индекс на Фишер за оценяване на наличност на свръхдисперсия.

Приемам изброените научно и научно-приложни приноси в **заключението**. Те са формулирани конкретно и ясно в контекста на изведените преди това резултати.

## **5. Аprobация на резултатите**

Резултатите от дисертационния труд са представени пред 14 научни форуми, основно международни конференции и са обобщени в 6 статии, като 5 от тях са публикувани. Всичките публикации са на английски език и всичките са в съавторство. Краткият анализ на тези публикации показва следното:

- 1 публикация е в списание с импакт фактор и видима в Scopus (№ 1, от списъка с публикации, попада в Q3 кuartил за 2015 г, <https://www.scimagojr.com>, т.е.  $15 \times 3 = 45$  точки).
- 1 публикация е в поредица на конференция, видима в Scopus и с SJR индекс (№ 5,  $10 \times 3 = 30$  точки).
- Останалите 3 публикации (№ 2, 3 и 4) са в сборници от международни конференции или национални конференции с международно участие, които не са индексирани в Scopus или Web of Science, или друга база с научна информация посочена в Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени в Технически университет – София (ПУРПНС ТУС).

Общият брой точки са 75, при минимални изисквания 30 точки, т.е. кандидатът покрива 2.5 пъти наукометричните показатели за придобиване на образователна и научна степен „доктор“, (вижте ПУРПНС ТУС, Приложение 1, Област 4. Природни науки, математика и информатика). Докторантът е подписал декларация за оригиналност на научните резултати.

## **6. Качества на автореферата**

Авторефератът е в обем от 31 страници отразява напълно съдържанието на дисертационния труд и завършва с анотация на английски. Изготвен е съгласно изискванията на ЗРАСРБ и ПУРПНС ТУС.

## **7. Критични бележки и препоръки**

Повечето от забележките ми са към изготвянето на автореферата. В него са представени всички 84 заглавия, включени в библиографията към дисертацията, но само половината от тях са цитирани в автореферата. На страница 10 от автореферата два пъти се повтаря „Lazarova and Minkova (2016)“ без да е цитирана съответната публикация. През същата година тези автори са публикували 3 статии. При изброяване целите на дисертацията, за по-голяма яснота е необходимо в цел 4 да се опише, че функцията  $G(u,y)$  е функция на фалит, дори и да се цитира от кого е въведена. Анотацията, която е на английски е трябвало да бъде разширена поне до една страница.

Относно текста на самата дисертация, предполагам, че е допусната неточност при дефиниране на Твърдение 1.1, стр 12. При това твърдение би трябвало да се разгледат вероятностните функции на 5 разпределения с инфлационен параметър. Предполагам, че

е пропуснат математическия изразът за вероятностната функция на логаритмичното разпределение с инфлационен параметър. Също така прави впечатление и относителния брой случаи, в които формули са извън рамката на страницата.

Описаните забележки не умаловажават по никакъв начин постигнатите научни и научно-приложни резултати от дисертанта.

## **8. Заключение**

След като се запознах с представените в процедурата дисертационен труд и придружаващите го публикации, **потвърждавам**, че представеният дисертационен труд и научните публикации към него, отговарят на изискванията на ЗРАСРБ, Правилника за приложението на ЗРАСРБ и ПУРПНС ТУС за придобиване от кандидата на образователната и научна степен „доктор“ в научната област: **4. Природни науки, математика и информатика**, професионално направление: **4.5. Математика**. В частност кандидатът удовлетворява минималните национални изисквания в професионалното направление, дори ги превишава.

Въз основа на гореизложеното, **препоръчвам** на научното жури да присъди на **Меглена Делчева Лазарова** образователната и научна степен „доктор“ в научна област: **4. Природни науки, математика и информатика**, професионално направление: **4.5. Математика**.

16.09. 2021. г.

**Изготвил становището: .....**

(професор д-р Тодор Гюров)

## OPINION

### On the procedure for defense of PhD thesis for acquisition of the educational and scientific degree “Doctor of Philosophy”

**Candidate:** MSc Miglena Delcheva Lazarova

**Title of PhD thesis:** „*Counting probability distributions and their applications in risk models*“

**Applicant for the opening of the procedure:** Department of Mathematical Modeling and Numerical Methods, Faculty of Applied Mathematics and Informatics (FAMI), Technical University, Sofia (TU-Sofia)

**Area of higher education:** 4. Natural Sciences, Mathematics and Informatics

**Professional field:** 4.5. Mathematics

**Scientific specialty:** Mathematical modeling and applications in mathematics

**Member of the scientific jury:** Professor Dr. Todor Gurov from the Institute of Information and Communication Technologies at the Bulgarian Academy of Sciences (IICT-BAS), according to Order № OЖ-4.5-07 / 17.06.2021 by the Rector of Technical University of Sofia

#### 1. Actuality of the dissertation for the state of the problem

The dissertation presented by doctoral candidate Meglena Lazarova is dedicated to the introducing and study of new one-dimensional and two-dimensional counting probability distributions and their applications in risk models. Modern insurance and the variety of financial instruments need to create complex and realistic risk models that are described through counting processes. I appreciate positive the choice of the thematic focus by the doctoral candidate. I believe that the research described in the dissertation will contribute to the development of this current scientific field.

#### 2. Degree of awareness of the doctoral student about the state of the problem

A detailed overview of most used counting processes that are applied by researchers in risk theory has been done. An in-depth analysis of the strengths and weaknesses of the most commonly used counting probability distributions in risk models has been performed. The dissertation is easy readable and I think it will be useful for doctoral candidates and students on probabilities and statistics who are interested in this topic.

All this gives me reason to conclude that the doctoral candidate Meglena Lazarova has excellent background in studying risk models, using counting probability distributions.

### **3. Research methodology**

The research methodology includes: a) the property of the power series of the mathematical analysis; b) the apparatus of probability theory; c) the property of the differential and integral equations; d) approaches in deriving of risk models using counting processes, etc.

### **4. Characteristics and evaluation of the obtained results**

The dissertation of the doctoral candidate Miglena Lazarova has a volume of 167 pages and it includes a title page, List of Content, 5 Chapters, Conclusion, Declaration of originality and Bibliography of 84 titles with a list of conferences' talks presented and a list of published articles on the dissertation.

**The first Chapter** is introductory to the thematic of the dissertation. In it, the doctoral candidate Meglena Lazarova has presented the most used in the scientific literature generalized, mixed and counting probability distributions. The class of discrete distributions of order  $k$  is considered. An overview of the achievements of different authors in the application of counting processes in the risk model is presented. Two counting processes have been introduced: (i) Poisson process of order  $k$  in the risk model and (ii) Polya-Aeppli process of order  $k$  of second kind. Taking into account, how this chapter is written I remain with a very good impression with the depth of understanding of the thematic by the doctoral candidate.

The scientific and applied results obtained in this dissertation are presented in the next 4 chapters.

**In the second Chapter** the probability and generating functions, and the moments are derived for the following four counting probability distributions: (i) the I-Delaporte distribution, (ii) the centered Polya-Aeppli distribution, (iii) the Polya-Aeppli-Lindley distribution, and (iv) Polya-Aeppli distribution of order  $k$  of second kind. Some theorems are proved, and the distribution functions are represented graphically at fixed parameters.

**The third Chapter** is devoted to generalized Polya-Aeppli processes. Two new counting processes are constructed here: (i) a non-centered Polya-Aeppli counting process and Polya-Aeppli process of order  $k$ -second type. These two processes are defined as birth processes. Statements are proved which are related to obtaining of their probabilities functions and the generating functions, as well as their moments.

**In the fourth Chapter** the following two risk models are constructed: (i) a non-centered Polya-Aeppli risk model and (ii) a Polya-Aeppli risk model of order  $k$ -second type. The bankruptcy function and the deficit at the time of bankruptcy are analysed. The equations describing the probability of bankruptcy and non-bankruptcy, as well as the probability of bankruptcy at initial zero capital are found. Case studies with incoming exponentially distributed claims are considered as applications of the introduced models.

**In the fifth Chapter** a class of generalized two-dimensional distributions is considered which are developing in power series with an inflation parameter. These distributions are constructed using a two-dimensional power series and they can be applied in two-dimensional risk models.

Some specific representatives of this class have been compared with the two-dimensional Polya-Aeppli distribution, using the two-dimensional Fisher index in order to be evaluated whether we have over-dispersion.

I accept the listed scientific and scientific-applied contributions **in the Conclusion**. They are formulated specifically and clearly in the context of the results presented earlier.

## **5. Approbation of the results**

The results of the dissertation are presented at 14 scientific forums, mainly international conferences and they are summarized in 6 articles, 5 of which have been published. All publications are in English and all are co-authored. A brief analysis of these publications shows the following:

- 1 publication is in a journal with an impact factor and it is visible in Scopus (№ 1, from the list of publications, falls in the Q3 quartile for 2015, see <https://www.scimagojr.com>, i.e.  $15 \times 3 = 45$  points according introduced the scientometric indicator for mathematicians).
- 1 publication is in conference proceedings, visible in Scopus and it has SJR index (№ 5,  $10 \times 3 = 30$  points).
- The other 3 publications (№ 2, 3 and 4) are in conferences' books, which are not indexed in Scopus or Web of Science, or other database with scientific information specified in the Rules for the Conditions and Procedure for Acquisition of Scientific Degrees at the Technical University – Sofia (RCPASD TUS). I believed that they were peer-reviewed.

The total number of points is 75, with minimum requirements 30 points, i.e. the doctoral candidate covers 2.5 times the scientometric indicators for acquiring the educational and scientific degree "Doctor" (see RCPASD TUS, Appendix 1, Area 4. Natural Sciences, Mathematics and Informatics). The doctoral candidate has also signed a declaration for originality of the scientific results.

## **6. Qualities of the abstract**

The abstract has a volume of 31 pages and it finishes with an annotation in English. It reflects the content of the dissertation and complies with DASRBA, the Regulation for the Application of DASRBA, as well as with the Rules for the Conditions and Procedure for Acquisition of Scientific Degrees at the Technical University – Sofia (RCPASD TUS).

## **7. Critical comments and recommendations**

More of my remarks are connected with the Abstract:

- The all 84 titles from the Bibliography of the dissertation are included in the abstract, but only half of them are cited in it.
- On page 10 of the abstract, "Lazarova and Minkova (2016)" is repeated twice, without quoting the relevant publication. In fact, these authors have published 3 articles in the same year.
- In the listing the goals on the dissertation, I think that it is necessary for greater clarity in the fourth goal to be described that the function  $G(u, y)$  is a function of bankruptcy, even to cite by whom it was introduced.
- The annotation, which is written in English, had to be extended to at least one page.

Regarding the dissertation itself, I guess there is an inaccuracy in the Statement 1.1, page 12. In this statement, the probability functions of 5 distributions with an inflation parameter should be considered. I assume that the mathematical expression for the probability function of the logarithmic distribution with an inflation parameter is omitted. Also impressive is the relative amount of mathematical expressions that is formulated outside the framework of the page.

The pointed remarks do not in any way diminish the scientific and applied research results achieved by the dissertation.

## **8. Conclusion**

The results obtaining on the topic of the PhD thesis show that the doctoral candidate Meglena Lazarova has theoretical knowledge and practical skills in the scientific field of the chosen doctoral program “Mathematical modeling and application of mathematics”. The presented dissertation meets the requirements of DASRBA, the Regulation for the Application of DASRBA, as well as the Rules for the Conditions and Procedure for Acquisition of Scientific Degrees at the Technical University - Sofia. In particular, the published papers under this procedure cover the minimum national requirements, even exceeding them a few times.

**Based on the above,** I recommend the honorable Scientific Jury to award **Meglena Delcheva Lazarova** with the Educational and Scientific Degree "Doctor" in the area of the higher education: **4. Natural sciences, mathematics and informatics**, a professional field: **4.5. Mathematics**.

16.09. 2021.

**Signature:** .....

(Professor Dr. Todor Gurov)