

СТАНОВИЩЕ

на

на дисертационен труд, представен за получаване на образователната и научна степен „доктор”

Автор на дисертационния труд: ас. Ана Димитрова Николова

Тема на дисертационния труд: „Разпределение на Уишарт и приложения”

Заявител за откриване на процедурата: катедра “Математически анализ и диференциални уравнения”, ФПМИ-ТУ-София”

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

Професионално направление: 4.5. Математика

Научна специалност: Математическо моделиране и приложение на математиката

Член на НЖ: проф. д-р Михаил Д. Тодоров, кат. Математическо моделиране и числени методи, ФПМИ, ТУ – София, зап.ОЖ-4.5-04/20.05.2021 г. на Ректора на ТУ-София

Кратки биографични данни за дисертантката

Ана Николова е родена през 1961 г. Завършва Шуменския университет „Еп.Константин Преславски“ през 1983 г., специалност Математика. От 1985 г. и досега е последователно асистент, старши асистент и главен асистент в ТУ-Варна.

Представената дисертация има обем от 112 стр., формат А4, в.т.ч. 3 фигури, 2 таблици и библиография от 85 работи.

1. Актуалност на дисертационния труд

Дисертацията е посветена на изучаването на свойствата и възможните приложения на вероятностното матрично разпределение на Уишарт. Случайните матрици играят важна роля в многомерния статистически анализ. Те се явяват полезен инструмент и в изчислителната математика, физиката, инженерните науки, иконометрията и други области на научните изследвания. Матричното разпределение, известно и като разпределение на Уишарт за първи

път е изведено преди близо 100 години. Уишарт матриците са често използвани в статистиката. Тяхното разпределение съвпада с разпределението на емпиричната ковариационна матрица на многомерния Гаусов модел. Този забележителен резултат е причина разпределението на Уишарт да се среща в много модели на многомерния статистически анализ. Това разпределение се ползва също така за намиране на максимално правдоподобни оценки при модели на криви на растеж. При Бейсовския статистически анализ обратното Уишарт разпределение влиза в ролята на априорно разпределение на ковариационната матрица, разглеждана като многомерен параметър, както и при извличане на извадки от многомерно Гаусово разпределение. Във финансовата математика процесите на Уишарт са ефективен инструмент за моделиране на стохастични ковариационни структури. Накратко казано налице са необходимите обосновка и мотивация за провеждане на изследванията в дисертацията. Всичко това предполага нужната математическа квалификация и практически знания, които дисертантката несъмнено притежава.

2. Анализ на състоянието на проблема

Макар разпределението на Уишарт да е познато отдавна, структурата на моментите на това разпределение продължава да бъде обект на активни изследвания. Моментите на функции на матрици с Уишарт разпределение се срещат често в многомерния статистически анализ. Изучават се моменти както на Уишарт разпределение, така и на обратното Уишарт разпределение, включващи функции като следа на матрица, детерминанта на матрица, произведение на Кронекер и др. Те се използват в редица статистически критерии

3. Методика на изследванията

Изследването се базира на известни математически методи и твърдения от линейната алгебра, математическия анализ, теория на вероятностите и математическата статистика. Съществено е да отбележим, че е използван високо-производителен специализиран софтуер: *Statistica* и *Maple*. На базата на направения анализ на съвременното състояние на матричното разпределение на Уишарт и неговите приложения дисертантката си е поставила за цел да представи класическото централно разпределение на Уишарт и обобщеното разпределение на Уишарт като разпределения на случайни матрици, чиито елементи са функции от независими случайни величини.

4. Характеристика и оценка на получените резултати

В Глава 1, която има и въвеждащ характер, са дадени дефиниции на разпределението на Уишарт, видовете разпределения от този вид и техните свойства.

Съществена част от резултатите са в Глава 2. Интересен резултат е разпределение на Уишарт на случайна матрица, чиито елементи са функции на независими случайни величини. Доказани са твърдения за разлагане на случайна матрица с класическо и обобщено разпределение на Уишарт.

Не прави изключение и Глава 3, където е направено обобщение на разпределението на Уишарт, което се оказва конструктивен метод за

генериране на случайни матрици и което дава насоки за приложения във финансовото дело и иконометрията.

В Глава 4 е предложен метод за пресмятане на моментите на матрица на Уишарт. Предполага се, че една многомерна извадка има нормално разпределение и на тази база разпределението на Уишарт се използва за оценка на ковариационната и корелационната матрица. Получените резултати имат приложен характер.

5. Преценка на авторската справка

Авторската справка отразява приносите и акцентите в дисертацията като цяло. Приносите имат научен и научно-приложен характер. Представените анализи и формулираните критерии могат да се използват успешно за различни приложения.

Оценявам приносите като колективни, в които дисертантката има равноправно участие. Всички те могат да бъдат причислени към направлението „Обогатяване на съществуващи знания” и „Приложения в практиката“.

6. Критични бележки по трудовете и литературна осведоменост на дисертантката

Дисертацията прави добро впечатление. Написана е стегнато и ясно, изложението е логически последователно. Нямам критични бележки по същество. Литературната осведоменост на дисертантката се основава на нови и най-нови източници.

7. Публикации по дисертацията

Резултатите са докладвани на няколко конференции и семинари. Публикувани са в сборници доклади и научни съобщения и научни статии на ТУ-Варна, *Годишник на Софийския университет*, *Advanced Studies on Contemporary Mathematics* и в *AIP CP*. Две от тях са самостоятелни, а останалите - в съавторство. *AIP CP* има SJR=0.161 (2020), а статиите в *Годишник на Софийския университет*- рецензирани. Справката в НАЦИД, както и в Правилника за развитие на академичния състав на ТУ-София показва, че дисертантката покрива минималните изисквания за придобиване на ОНС „доктор“ както в група А, така и в група Г.

Други данни за публикациите могат да се видят в представената таблица.

Таблица: Справка за трудовете

Статии – 5 бр.	У нас - 3 бр. <i>Год. На СУ – 2, Докл. на ТУ-Варна - 1</i> В чужбина - 2 бр. <i>Adv. Studies on Contemporary Mathematics, AIP CP</i>
Доклади на научни прояви – 4 бр.	У нас - 4 бр. (<i>FEBA, TU-Varna, AMEE</i>)

8. Приложение на резултатите в практиката

Получените в дисертацията резултати имат приносен характер към теоретичната и приложната статистика. Наред с теоретичните от съществена важност са обаче научно-приложните приноси. Според мен резултатите от проведените изследвания може да намерят приложения във финансовото дело и иконометрията.

9. Преценка на автореферата

Авторефератът отразява правилно и пълно съдържанието на дисертационния труд.

10. Лични впечатления

Не познавам дисертантката. Присъствах на предзащитата на дисертационния ѝ труд в ТУ-София, откъдето добих бегли впечатления.

Заклучение

Добивайки представа за проведените изследвания и след справка с ППЗРАСРБ в ТУ, мога да твърдя, че представената дисертация отговаря на препоръчителните наукометрични критерии на ТУ-София за присъждане на научни степени. Въз основа на гореизложеното препоръчам на членовете на НЖ да гласуват даване на ОНС „доктор” на Ана Димитрова Николова, Професионално направление 4.5. Математика, докторска програма „Математическо моделиране и приложение на математиката”.

СЪСТАВИЛ:

Проф. д-р Михаил Тодоров
кат. ”Матем. моделиране и числени методи”,
ФПМИ при ТУ - София

29 август 2021 г.
София

OPPONENT OPINION

Dissertation for acquiring of scientific and educational degree “Philosophy Doctor”

One candidate: Ana Dimitrova Nikolova

Topic of the dissertation: Wishart Distribution and Applications

Procedure Notifier: Chair of Calculus and Differential Equations, FAMI, Technical University of Sofia

Field of Higher Education: 4. Natural Sciences, Mathematics and Informatics

Professional Direction: 4.5 Mathematics

Scientific Subject: Mathematical Modeling and Applications of Mathematics

Opponent: Prof. Michail Todorov, PhD, Chair of Mathematical Modeling and Numerical Methods, Faculty of Applied Mathematics and Informatics by the Technical University of Sofia, Bulgaria, by order OЖ-4.5-04/20.05.2021 of the Rector of TU of Sofia

1. Short biographical record of the applicant

Ana Nikolova was born in 1961 in Varna. She graduated Bishop Konstantin Preslavski University of Shumen, specialty Mathematics in 1983. Since 1985 she has been an Assistant Professor in the Technical University of Varna.

2. General characterization of the dissertation problem

The dissertation is devoted to the celebrated Wishart matrix distribution and some its applications predominantly in the econometry. The random matrices are an important part of the multidimensional statistics. Also, they are an useful tool in the computational mathematics, physics, engineering, econometry, etc. The matrix probability distribution known as Wishart distribution dates almost 100 years ago. Wishart matrices are frequently used in the statistics because their distribution coincides with the empirical covariance matrix of the multidimensional Gaussian model. The above mentioned distribution is used to maximum likelihood estimates for the growth curves. Yet, performing Bayesian analysis the inverse Wishart distribution plays the role of a prior distribution of the covariance matrix. It is considered as multidimensional parameter for the extracts from multidimensional Gaussian distribution. At last the Wishart processes are effective tool to model of stochastic covariance structures. Briefly speaking the necessary basis and motivation to conduct the investigations are available. All that requires a mathematical qualification and experience that the applicant possesses beyond question.

3. Current state of the problem

Though the Wishart distribution is known long time ago the structure of moments is still an active research topic in the multidimensional statistics. Moments of the Wishart distribution as well as the

inverse Wishart distribution like matrix traces, matrix determinants, Kroneker's products, etc. are object of investigation. They are part of numerous statistical criteria.

4. Methods of investigation

The investigation is based on well-known methods and statements in the linear algebra, calculus, probability and mathematical statistics. Let us emphasize that the applicant uses intensively specialized software packages *Statistica* and *Maple*. Based on the study of the matrix Wishart distribution and its applications Mrs Nikolova seeks to present both the classical central Wishart distribution and the generalized Wishart distribution as distributions of random matrices, whose elements are functions of independent random quantities.

5. Review and evaluation of the scientific achievements

In Chapter 1 which can be considered as an introduction as well definitions of kinds of Wishart distributions and their properties are given.

An essential part of the results obtained are placed in Chapter 2. An interesting result is the derived Wishart distribution of a random matrix, whose elements are functions of independent random quantities. Statements for decomposition of a random matrix are subject to classical and generalized Wishart distribution.

In similar way in Chapter 3 a generalization of the Wishart distribution is accomplished the latter seeming to be constructive method to generate random matrices and giving applied directions to finance and econometry.

At last, in Chapter 4 a method to compute the moments of Wishart is developed. One supposes that a multidimensional extract possesses a normal distribution and hence, the Wishart distribution can be used to get estimates of the covariance and correlation matrices. The results obtained are directed to applications.

6. Opinion of the author contributions

The author information correctly tells on the achievements and accents of the dissertation thesis. The achievements are scientific and scientific with practical direction. The analyses and criteria can be used successfully in various applications. In my opinion, the achievements are joint and the applicant takes part in equivalent way. All of them belong to the directions "Adding to existing knowledge" and "Applications in econometry".

7. Critical remarks and recommendations. Literary knowledge

My impression from the dissertation thesis is positive. It is written concisely and clearly. I have not any remarks and criticisms. The literary knowledge is based on contemporary sources.

8. Publications

The results are presented and verified on few conferences and seminars. They are published in *Proceedings of the Technical University of Varna*, *Annual of the Sofia University*, *Advanced Studies on Contemporary Mathematics* and *AIP CP*. Two of them are self-dependent while the else – co-authored. *AIP CP* possesses SJR=0.161 (2020), while the articles in *Annual of the Sofia*

University are reviewed. The verifications in NACID as well as in Regulations of TU of Sofia indicate that the applicant covers the so-called minimal national and local requirements to acquire the educational and scientific degree Philosophy Doctor both in Group A and Group Γ.

More details one can find in the table below

Papers – 5 numbers	In BG - 3 numbers <i>Annual of SU – 2, Proc.TU of Varna - 1</i> Abroad - 2 numbers <i>Advanced. Studies on Contemporary Mathematics, AIP CP</i>
Conference reports and presentations – 4	In BG - 4 (<i>FEBA, TU-Varna, AMEE</i>)

9. Importance and contribution to the practice

The results obtained in the dissertation thesis contribute to the mathematical and applied statistics. Along with the theoretical the contributions to the practice are also essential. They can be applied successfully in the finance and econometry.

10. Opinion of the abstract of the dissertation

The abstract corresponds to the matter of the dissertation completely.

11. Personal impression

I do not know Ana Nikolova. First our remote meeting was during her formal defence of the thesis when I got a first slight impression.

Conclusion

Gaining an impression for the doctoral thesis (dissertation) of the applicant and having in mind the legal rules and criteria (LDASRB and its regulations in the TU of Sofia) I **rate positively** the dissertation. On the strength of virtue of the law I **propose Ana Dimitrova Nikolova** for scientific and educational degree Philosophy Doctor (PhD) in Field of Higher Education: 4. Natural Sciences, Mathematics and Informatics, Professional Direction 4.5 Mathematics, Scientific Subject: Mathematical Modeling and Applications of Mathematics.

Opponent

Prof. Michail Todorov

Dept of Mathematical Modelling and
Numerical Methods

FAMI by TU of Sofia

Sofia, August 29th 2021