

РЕЦЕНЗИЯ

по процедура за защита на дисертационен труд на тема:

ПРИЛОЖЕНИЕ НА СТОХАСТИЧНИ И ОПТИМИЗАЦИОННИ МЕТОДИ ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА РИСКА И ЗА ОЦЕНЯВАНЕ НА ФИНАНСОВИ ИНСТРУМЕНТИ

за придобиване на образователна и научна степен „доктор“

от

кандидат: **Драгомир Колев Неделчев,**

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

професионално направление: **4.5. Математика** (Теория на вероятностите и математическа статистика)

докторска програма: **Теория на вероятностите и математическа статистика,**
Институт по Математика и Информатика - БАН.

Рецензията е изготвена от: **проф. дмн Огнян Кунчев, ИМИ-БАН,** в качеството ми на член на научното жури, съгласно Заповед № 90/18.11.2025 г. на директора на ИМИ-БАН.

Да започнем с кратко въведение относно важността на проблемите третиран в Дисертационния труд.

Преди всичко тук трябва да споменем, че през последните 40 години кризите във финансово-банковия сектор предизвикаха неимоверно увеличение на изискванията за минимизиране на риска, от страна на регулаторите, с цел избягване на бъдещи кризи. В частност, това доведе до създаването на редица нови мерки за измерването на риска на финансовите пазари, някои от които бяха въведени като задължителни от регулаторите. В настоящия момент в синтезиран вид тези мерки са отразени в рамката, наречена Базел III от 2010 (и подобрението Базел IV от 2017), които са резултат на еволюцията на рамките Базел I и Базел II, и са плод на дейността на Basel Committee for Banking Supervision (BCBS). Накратко казано, Базел III е глобална регулаторна рамка, укрепваща устойчивостта на банките след кризата от 2008 г., като се фокусира върху по-висок капитал (минимум 4,5% CET1, общо 8% плюс буфери), ограничения на

ливъридж (3%) и ликвидност (LCR, NSFR) за абсорбиране на сътресения, подобряване на управлението на риска и повишаване на прозрачността, въвеждайки нови стандартизирани подходи за рисково претеглени активи (RWA-risk weighted assets) и операционен риск, с окончателни ревизии „Endgame“, добавящи по-подробни изчисления на RWA и долна граница на коефициента на ливъридж.

Оценката на риска на финансовите инструменти представлява по същество финансова и икономическа дисциплина в областта на моделирането. Тя изисква, от една страна, задълбочено познаване на финансовите инструменти, включени в оценката (портфейла), а от друга – добро разбиране на динамиката на самия портфейл. Тази област е пример за моделиране, където целта е да се намерят такива величини, които да отразяват риска на портфейла по възможно най-релевантен начин.

Настоящата дисертация е пример за ползотворното взаимодействие между практически ориентирани изследвания в областта на управлението на риска на финансовите инструменти и тяхната теоретична обосновка. Трябва да подчертаем, че в настоящия дисертационен труд ясно се вижда ролята на Института по Математика и Информатика като уникално средище в България, където наличието на традиция в областта на финансовата математика, дава възможност за извършване на такива изследвания, а академичната атмосфера действа като свързващ фактор в това взаимодействие.

1. Структура на дисертационния труд, обща характеристика и представените материали

Основните изследвания в дисертацията са посветени на прилагането на стохастични модели (Блек-Шоулс, Хестън, Бейтс, модел базиран на експонента от модифициран устойчив процес (exponential tempered stable model), модел със стохастична волатилност и модифициран устойчив процес) към пресмятането на различни рискови мерки (Застрашена Стойност (Value at Risk), Очакван Недостиг (Expected Shortfall), Експектилна Рискова Мярка (Expectile Risk Measure), Ентропична Застрашена Стойност (Entropic VaR)).

Дисертацията е написана на английски език и съдържа 134 страници и се състои от въведение, 8 глави, представящи приносите на автора. Библиографията се състои от 196 заглавия, включително 4 публикации на автора. Представен е и Автореферат в обем от 40 страници на български език (38 на английски), който адекватно отразява съдържанието на дисертацията.

Дисертацията има няколко уводни глави: Глава 1 е мотивационна; Глава 2 и 3 дефинират разглежданите мерки на риска и съответните стохастични процеси, които ги описват. Глава 4 съдържа описание на мерките на риска VaR и ES , които са базирани на квантили. Глава 5 описва базираната на експектили мярка на риска $EvaR$.

2. Данни и лични впечатления за кандидата

Познавам лично дисертанта от 2022 година, като работещ активно в интересна и много актуална област на анализа на риска във финансите. Присъствал съм на докладите му на различни конференции, на които е докладвал резултати свързани с темата на дисертацията, и съм разговарял нееднократно с него по темата на дисертацията, а също така и за неговата работа. Трябва да се отбележи, че резултатите получени в дисертацията са свързани непосредствено с неговата ежедневна работа, която той извършва най-малко от 15 години, съгласно неговата автобиографична справка.

3. Съдържателен анализ на научните и научноприложните постижения на кандидата, съдържащи се в представения дисертационен труд

Основните приноси на дисертационния труд се състоят в прилагането на стохастични модели към пресмятането на най-популярните рискови мерки като VaR , ES , ERM , $EvaR$.

Сега ще се спрем на по-подробен анализ на получените резултати, които са получени в Глава 5 и следващите я глави:

1. Както споменахме, основните приноси на дисертационния труд се състоят в прилагането на стохастични модели (модел на Блек-Шоулс, модел на Хестън, модел на Бейтс, модел базиран на експонента от модифициран устойчив процес (exponential tempered stable model), модел със стохастична волатилност и модифициран устойчив процес) към пресмятането на различни рискови мерки (Застрашена Стойност (Value at Risk), Очакван Недостиг (Expected Shortfall), Експектилна Рискова Мярка (Expectile Risk Measure), Ентропична Застрашена Стойност (Entropic VaR)).

2. Централен и важен технически принос е доказателството на формула за (Отсеченото) Отрязаното Очакване (Truncated Expectation), която е изведена в Глава 5 чрез характеристичната функция на процеса (Твърдение 5.4). На тази основа са дадени формули за изчисляване на Очаквания Недостиг и на Експектилната Рискова Мярка чрез Отрязаното Очакване (Теорема 5.2).

3. В Глава 6 на дисертацията, логаритмизираните доходности в модела на Хестън са представени като нововъведени (от Драгомир Неделчев и Цветелин Заевски) случайни величини (Твърдение 6.2) чрез усредняване по стационарното разпределение на процеса на волатилност. Техните абсциси на сходимост са определени като подмножество от абсцисите на изходния процес (Лема 6.2, Теорема 6.1). Разгледани са всички варианти на позициониране на абсцисите (Лема 6.4, Теорема 6.2, Теорема 6.3, Теорема 6.4), които се намират чрез решаване на алгебрични уравнения. Подходът е приложен също към модели, които надграждат модела на Хестън, напр. модел на Бейтс и модел със стохастична волатилност и скокове, представени чрез модифициран устойчив процес.

4. В Глава 7 на Дисертацията се разглежда и Ентропийната Застрашена Стойност (EvaR) при управлението на риска. Изведена е формула за приемливото множество (Acceptance Set) на мярката (Твърдение 7.2). Доказана е теорема за изчисляване стойността на Ентропийна Застрашена Стойност чрез минимизиране на функция, свързана с ФПМ (MGF) (Теорема 7.1). Изведени са формули за Ентропийната Застрашена Стойност за отделните модели: модел на Блек-Шоулс (формули (7.18) и (7.19)), модел на Хестън (Твърдение 7.5), модел на Бейтс (Твърдение 7.6), модел, базиран на експонента от модифициран устойчив процес (Твърдение 7.4), модел със стохастична волатилност и модифициран устойчив процес (Твърдение 7.7).

5. В Глава 8 е изследвано емпирично поведението на рисковите мерки при петте модела за индекса S&P500 за последните 23 години, като са включени периоди на нормално функциониране на пазара и периоди на финансови кризи. Като основен извод се налага много по-доброто поведение на Ентропийната Застрашена Стойност в условия на кризи, а също по-доброто представяне на модели със стохастична волатилност и скокове за целия изследван период, като сравнението е направено с другите утвърдени мерки. От наличните експерименти, в случаите на пазарни волатилности, се вижда отчетливо делтаобразното поведение на ЕЗС за разлика от по-плавното поведение на останалите рискови индикатори. Това е един от най-интересните моменти в Дисертацията, което е практическо потвърждение на теоретичните резултати.

6. Глава 9 е независима от предишните, но е в тематиката на анализа на риска на финансовите времеви редове. На основата на емпирични данни е проучена стойността

на популярния в теория на фракталите и времевите редове константа (индекс) на Хърст, чрез който се измерва паметта във времевите редове. Този индекс отразява степента на регулярността на фракталното Брауново движение, като стандартното Брауново е при индекс 0.5.

Той е пресметнат за логаритмизираната моментна волатилност за четири водещи пазарни индекса (S&P500, STOXX50E, FTSE, KSE). Изчисленията показват, че между скалиращия коефициент и стойността на константата на Хърст има линейна зависимост при индекса S&P500, което е обичайното очакване. Изненадата тук е, че има нелинейна зависимост при останалите индекси, като най-силно изразена е тя при индекса STOXX50E. Резултатите свидетелстват, че константата на Хърст е по-малка от 0.5 през последните 21 години, т.е. волатилността е в определен смисъл грапава (rough volatility). Установено е, че стойността на тази константа варира в определени граници и се движи на пакети (кълстери). Стойността на константата се повишава при финансови кризи, т.е. волатилността става по-малко грапава.

4. Аprobация на резултатите

Резултатите на дисертацията са публикувани в 3 статии и една е в процес на рецензиране. Наукометричните показатели на тези статии са значително по-високи от минималните изисквания за придобиване на образователната и научна степен "доктор" в научната област и професионално направление (както е определено в Постановление №26 от 13.02.2019г.). Научните публикации попадат в **Група Q1 и Q4 в WoS** и събират общо 111 точки, при минимални изисквания от 30 точки за съответната област. Накратко, получените **111** точки надхвърлят минималните изисквания за докторска степен.

Декларирам, че

а) научните трудове отговарят на минималните национални изисквания (по чл. 2б, ал. 2 и 3 на ЗРАСРБ) и съответно на допълнителните изисквания на ИМИ-БАН, за придобиване на образователна и научна степен „доктор“ в научната област и професионално направление на процедурата;

б) представените от кандидата резултати в дисертационния труд и научни трудове към него не повтарят такива от предишни процедури за придобиване на научно звание и академична длъжност ;

в) няма доказано по законоустановения ред плагиатство в представения дисертационен труд и научни трудове по тази процедура.

5. Качества на автореферата

Авторефератът на български език съдържа 40 страници (38 на английски) и отговаря на всички технически изисквания. Представянето на резултатите в Автореферата е адекватно на съдържанието на дисертационния труд.

6. Критични бележки и препоръки

Нямам критични бележки по същество. Има множество въпроси и проблеми с терминологията: например, дисертантът използва понятието „**square optimization**“, което трябва да е **quadratic optimization**; „**diapason**“, което трябва да е **range**; **ентропична**, което на български е прието да е **ентропийна**.

Във връзка с актуалния интерес към тематиката на дисертацията, бих препоръчал издаването на разширен вариант на текста като монография.

7. Заключение

След като се запознах с представените в процедурата дисертационен труд и придружаващите го научни трудове и въз основа на направения анализ на тяхната значимост и съдържащи се в тях научни и научноприложни приноси, **потвърждавам**, че представеният дисертационен труд и научните публикации към него, както и качеството и оригиналността на представените в тях резултати и постижения, отговарят на изискванията на ЗРАСРБ, правилника за приложението му и съответния правилник на ИМИ-БАН за придобиване на образователната и научна степен „доктор“ в научната област: **4. Природни науки, математика и информатика**, и професионално направление: **4.5. Математика, докторска програма, Теория на вероятностите и математическа статистика** на ИМИ-БАН.

В частност, кандидатът удовлетворява минималните национални изисквания в професионалното направление и не е установено плагиатство в представените по конкурса научни трудове.

Въз основа на гореизложеното, убедено давам **положителна оценка** и предлагам на научното жури да присъди на Драгомир Колев Неделчев образователната и научна

степен „доктор“ в научна област **4. Природни науки, математика и информатика**,
професионално направление **4.5. Математика**.

8.1. 2025 г.

Изготвил рецензията:

проф. дмн Огнян Кунчев