

# РЕЦЕНЗИЯ

от доц. д-р Цветелин Стефанов Заевски,  
Институт по математика и информатика,  
Българска Академия на Науките  
e-mail: t\_s\_zaevski@math.bas.bg

на дисертационен труд

на Павел Тодоров Стойнов

на тема "Приложение на клетъчно-невронни мрежи за изследване  
на частни диференциални уравнения,  
възникващи във финансовата математика"  
представен за придобиване на образователна и научна степен „доктор“  
в област на висше образование:

4. Природни науки, математика и информатика,  
Професионално направление: 4.5. Математика,  
Докторска програма

„Математическо моделиране и приложения на математиката“

15 юни 2022 г.

На основание Заповед №88/4.05.2022 г, издадена на база решение на НС на ИМИ (Протокол №4 от 29.04.2022 г.), съм утвърден за член на Научното жури по процедура за защита на дисертационен труд за придобиване на образователна и научна степен "доктор"от Павел Тодоров Стойнов. На първото заседание на журито, проведено на 16.05.2022г. съм избран за рецензент (протокол №1/16.05.2022г.).

Рецензията е изготвена според изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ), Правилника за неговото приложение (ППЗРАСРБ), както и съответните специализирани правилници на Българската академия на науките (ПУРПНСЗАД-БАН) и Института по математика и информатика при БАН (ПУРПНСЗАД-ИМИ-БАН).

Бяха ми предоставени всички изискуеми документи, които включват

1. Дисертация.

2. Автореферат.
3. Справка за приносите на дисертационния труд.
4. Заявление до Директора на ИМИ-БАН за допускане до защита.
5. Професионална автобиография.
6. Протоколи от издържаните изпити по време на докторантурата, както и протокол от заседанието на първичното звено за обсъждане на дисертационния труд.
7. Списък на публикациите свързани с дисертацията, копия от тях, както и съответните техни цитирания.

## 1 Обща оценка на темата

Съществува много дълбока връзка между (Марковските) стохастични процеси и областта на диференциалните уравнения. Като пример ще дам само факта, че плътността на едно от основните вероятностни разпределения, а именно Гаусовото (нормално разпределение), се явява всъщност фундаменталното решение на частното диференциално уравнение (ЧДУ) на топлопроводността. Принципно, тази връзка изглежда по следния начин *марковски процес*  $\rightarrow$  *марковска полугрупа*  $\rightarrow$  *инфинитезимален генератор*. Именно това позволява решенията на големи класове ЧДУ да могат да се представят като математическо очакване. Финансовата математика е една от областите, в които тази връзка има пряко приложение – уравненията от типа на Блек-Шолс в някакъв смисъл се явяват частни случаи на уравненията на Колмогоров и Фейнман-Кац. От друга страна, многократно нарасналата изчислителна мощ в последните години, правят използването на различни нови числени алгоритми оправдано при решаването на сложни диференциални задачи. С пълна сила това важи и за методите на невронните мрежи.

Всичко казано дотук показва, че темата на дисертацията е актуална и с потенциал за интересни резултати.

## 2 Обща оценка на дисертационния труд

Дисертационния труд се състои от 156 страници, които включват увод, три глави, заключение, библиографска справка, списък с публикации по темата на дисертацията, и приложение, съдържащо програмен код изготвен в средите MATLAB и R.

Основен и критичен проблем в дисертацията е забелязаното осезаемо и неправомерно използване на литературни източници, без дори и да бъдат споменати в библиографската справка. Става дума за следните три книги:

- S.I. Boyarchenko and S.Z. Levendorskii Non-Gaussian Merton-Black-Scholes Theory. World Scientific, River Edge, NJ, 2002.
- R.Cont and P. Tankov. Financial Modeling with Jump Processes. Chapman & Hall/CRC Press, New York, 2004.
- Ömür Uğur. An Introduction to Computational Finance. Imperial College Press, 2009.

Цели пасажии от тях са заимствани в глави 1 и 3, включително и програмния код на MATLAB — общо повече от 60 страници. Същото важи и за една от статиите представени за процедурата — по-надолу се спирам подробно на нея. Прави впечатление също, че споменатия по-горе код на MATLAB е даден както и в основния текст, така и като приложение. Това разбира се е излишно. Считаю, че само по себе си плагиатството, и особено в такива размери, е достатъчно основателна причина за отрицателна оценка.

### 2.1 Преглед на глава 1

Глава 1, написана по този начин, е трудна за оценяване. Основната причина за това е, че голяма част от нея е заимствана, като са смесени различни пасажии от гореспоменатите източници. Не се вижда авторска гледна точка и логическа последователност — нещата изглеждат като произволно взети от различни места. Например, още в самото

начало на глава 1 голямо място е отделено на т.нар. адитивните процеси, докато по-нататък тези процеси не се използват. Същото се отнася и за много други разгледани в дисертацията понятия. От друга страна някои обекти са дефинирани доста след първоначалното им използване. Друг проблем при механичното използване на книгите на (Boyarchenko& Levendorskii, 2002) и (Cont&Tankov, 2004) е, че те използват различна параметризация на характеристичната експонента на процесите на Леви. На места в дисертацията тази разлика е взета под внимание, докато в други не е.

Искам да обърна внимание на стохастичното интегриране, при дефинирането на което също липсва логическа последователност. От една страна представянето на интегралите по Брауново движение е заимствано от книгата на (Uğur, 2009). Трябва да се отбележи, че дефинициите на интегралите на Ито и Стратонович е разменено. От друга страна докторанта работи и със скокови процеси (на Леви, адитивни), но за интегриране по тях не се споменава в дисертацията. От трета страна такова интегриране се използва в някои пасажи, заимствани от книгата на (Cont&Tankov, 2004). И четвърто, докторанта предпочита да използва дефиницията за семимартингал като сума от локален мартингал и процес с крайна вариация, вместо еквивалентната  $\dot{y}$ , която, грубо казано, е процес, спрямо който може да се дефинира интеграл. По принцип естественият избор е на втората, когато говорим за оценяване на активи, портфейли, и като цяло във финансовата математика. Изглежда, че основната новост в дисертацията се изразява в дефинирането на така наречените ST-разпределения и съответстващите им процеси. Апропо, името им не ясно – какво стои зад названието switch time (ST). Тези разпределения са въведени като нормирани, претеглени чрез функция  $(1+x)^n$ , гама разпределения. Изведени са някои резултати за плътностите, характеристичните функции и други техни свойства. По принцип, дефинирането на нови разпределения и обобщаването на вече съществуващи е тривиална задача. За да има смисъл едно такова обобщение, трябва то да притежава практическа или научна значимост. В дисертацията не са приведени доказателства за това. Известен интерес представляват въведените от докторанта т.нар. ST-

процеси. Те се явяват обобщение на Поасоновите процеси, като момента на следващ скок се моделира чрез ST-разпределение вместо чрез експоненциално. Така че ST-процеса се явява частен случай от големия клас на т.нар. възстановяващи се (renewal) процеси. Да отбележа, че българската стохастична общност има значими резултати в тази област в лицето на проф. Николай Янев и проф. Косто Митов. Фактът, че експоненциалното разпределение е единственото непрекъснато, което притежава свойството липса на памет (memoryless), води до загуба на Марковското свойство при възстановяващите се процеси, и в частност при ST-процеса. Това поражда някои теоретични затруднения, понеже Марковската полугрупа е връзката между стохастичния процес и диференциалното уравнение. Евентуално, този проблем би могъл да се избегне чрез разширяване на филтрацията, но този въпрос не се разглежда в дисертацията.

Следователно, без да твърдя, че въведените обобщени гама разпределения са без научна стойност, аз не виждам доказателства за това.

## **2.2 Преглед на глава 2**

По същество, глава 2 представлява обзор върху областта на клетъчните невронни мрежи (съкратено, КНМ). Представени са няколко класически линейни КНМ на Chua и Yang, както и различни обобщения при които изискването за линейност на невронните шаблони е премахнато. Разгледани са още редица алгоритми като полиномиална КНМ, feed forward КНМ, КНМ с линейни прагове, КНМ допускащи закъснение, клетъчни автомати, архитектури за идентифициране на движение, различни видове клетъчно-невронни процесори и т.н. Моя препоръка към докторанта е, когато представя някоя разновидност на КНМ, да предоставя библиографска справка към източника в който е въведена. Представени са също принципите по които работят клетъчните невронни мрежи. Разгледан е и конкретен модел на КНМ като динамична система.

Докторантът предлага използването на ST-разпределението в различни аспекти. С пълна сила важи казаното по-горе — целесъобразността и

значимостта на тази хипотеза може да се оцени само след представяне на теоретични и емпирични изследвания.

### 2.3 Преглед на глава 3

Според мен, глава 3 би трябвало да бъде основната част от авторския принос в дисертацията. За съжаление, тя е съставена основно от заимствани неща, както и такива, които нямат връзка с уравненията на математическите финанси. Примери за първото са програмния код на MATLAB, заедно с описанието на съответните алгоритми (от (Uğur, 2009)), методът на крайните разлики приложен за псевдодиференциално уравнение на Блек-Шолс (от (Cont&Tankov, 2004)), както и оценяването на бариерни опции – от (Boyarchenko& Levendorskii, 2002). От друга страна, неща които нямат връзка с темата са уравненията от типа на реакция-дифузия, орегонатор, бруселатор (може би по-правилно на български е брюкселатор, понеже наименованието идва от града Брюксел), уравнение на Фиц-Хю-Нагумо, или пък уравнение на топлопроводността с гранично условие  $\sin(\pi x)$  – финансов дериват с такъв рау-off не съществува.

Нещо повече, реално приложение на клетъчно-невронните алгоритми не е предоставено. Използвани са различни варианти на метода на крайните разлики и то към класическото уравнение на Блек-Шолс. То може да се използва единствено като критерий за сходимост и скорост на алгоритмите, понеже решението му в явен вид е известно.

Трябва да се отбележи също, че въведените от докторанта ST-разпределения не намират никакво приложение в тази глава. Именно тук е мястото на което може да се покаже тяхната значимост.

### 2.4 Библиографска справка

Библиографската справка се състои от 63 източника, като един от тях е на български език, два на френски, а останалите на английски. Публикуваните след 2000 година са 27 на брой, а тези през последните 10 години – 12 (голяма част от тях са от докторанта, и са свързани с

дисертацията). Една забележка върху библиографската справка е, че когато има няколко източника от един и същ автор през една и съща година, те трябва да се различават чрез въвеждане на допълнителна буква — а., б., с. и т.н.

### **3 Оценка на автореферата**

Буди недоумение разминаването в броя на страниците на дисертацията, както и на библиографските източници, докладвани на две места в самия автореферат. В началото се говори за 155 страници и 53 източника, докато по-нататък се споменават 151 страници и 78 източника. Всъщност реалните цифри са 156 страници (заедно със заглавната), както и 63 библиографски източника.

Като цяло, споменатите недостатъци в дисертацията се откриват последващо и в автореферата.

### **4 Авторски публикации свързани с дисертацията**

Авторът е представил шест публикации по процедурата за защита. Няма да се спирам подробно на тях. Искам само да отбележа, че статията Stoynov, P. (2020) е в голямата си част заимствана от (Cont&Tankov, 2004).

### **5 Заключение**

Самото наличие на плагиатство в дисертационния труд е достатъчно за **отрицателна** оценка. Тази оценка се потвърждава и от факта, че наличните авторски приноси са с недоказана научна и практическа стойност.

**РЕЦЕНЗЕНТ:**

/доц. д-р Цветелин Заевски/

София, 15.06.2022