Рецензия

за конкурс за заемане на академичната длъжност "доцент" към ИМИ-БАН, обявен в Държавен вестник, бр. 108/22.12.2020, по направление на висше образование 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление 4.5 Математика, научна специалност *Теория на вероятностите и математическа статистика (Стохастични модели във финансите)* от проф. дн Младен Светославов Савов, катедри "Вероятности, операционни изследвания и статистика", към ФМИ-СУ "Св. Климент Охридски" и "Изследване на операциите, вероятности и статистика", към ИМИ-БАН, член на журито съгласно Заповед No. 28/19.02.2021г. на Директора на ИМИ-БАН и съставящ рецензия по решение на журито, взето по време на първото заседание, проведено на 02.03.2021.

Рецензията е изготвена въз основа на Заповед No.28/19.02.2021г. на Директора на ИМИ-БАН, издадена на основание чл. 4 от Закона за развитието на академичния състав в Република България (Обн. ДВ. бр.38 от 21 Май 2010г., изм. ДВ. бр.81 от 15 Октомври 2010г., изм. ДВ. бр.101 от 28 Декември 2010г., изм. ДВ. бр.68 от 2 Август 2013г., изм. и доп. ДВ. бр.30 от 3 Април 2018г., изм. ДВ. бр.17 от 26 Февруари 2019г.) и решение на Научния съвет на ИМИ-БАН от 22.01.2021 с протокол номер 1. То е съобразено с изискванията на: Закона за развитието на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ), Правилника за прилагане на ЗРАСРБ, Правилника на ИМИ за условията и реда за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности и указанията за изготвяне на рецензии и становища за заемане на академичната длъжност "доцент" към ИМИ-БАН.

Като член на журито получих всички необходими документи, приложени към молбата до Директора на ИМИ-БАН на единствения кандидат по конкурса ас. д-р Цветелин Стефанов Заевски (ИМИ-БАН).

1. Биографични данни за кандидата

Цветелин Заевски е роден през 1974 година. Завършва "Приложна математика" във ФМИ-СУ "Св. Климент Охридски" през 1999г. с магистърска дипломна работа на тема "Модели на финансовия пазар. Оценка на европейски деривати". През периода 2003-2013г.

е докторант във ФМИ-СУ "Св. Климент Охридски" под ръководството на проф. дмн Рачо Денчев и защитава докторантурата си през 2013г. с дисертация на тема "Комбинирани процеси на Ито и Леви". В началото на 2014г. постъпва на работа в ИМИ-БАН, където заема до настоящия момент позицията асистент към катедра ИОВС. Научните му интереси са в областта на финансовата математика, където са и основните му разработки.

2. Изпълнение на наукометричните изисквания

За участие в конкурса Цветелин Заевски е приложил 10 статии, от които 5 в Q1, 1 в Q3, 1 в Q4 и една, индексирана в MathScinet. Тези публикации носят съответно 112 точки по графа В и 252 точки по графа Г, като точковият актив е над необходимия минимум, съгласно правилника на ИМИ-БАН. Кандидатът е приложил и 15 цитата, 13 от които индексирани в Web of Science. Те му носят 84 точки при необходим минимум от 70 точки в графа Д. Той е приложил и участие в 3 национални проекта, което му носи 30 точки по графа Е, с което надвишава необходимия минимум от 20 точки.

3. Научно-изследователска дейност и научни приноси на кандидата според приложените документи

3.1. **Обща оценка на научните постижения на кандидата.** Ас. Цветелин Заевски е приложил 10 статии за участие в конкурса, като 9 от тях са с импакт фактор. Всички, с изключения на една, разглеждат или са мотивирани от проблеми в областта на финансовата математика. Считам, че нивото на публикуваните резултати като цяло (не само тези приложени за конкурса) е убедително за позицията доцент и кандидатът е в процес на утвърждаване в международната научна общност по финансова математика.

Прави впечатление, че кандидатът борави умело с основните техники на финансовата математика, а именно генератори, мартингали, стохастичен анализ и класически вероятности. Математическият апарат, използван в статиите, бих казал, че е относително ограничен, но за сметка това се владее и прилага в дълбочина. Ключов и нов елемент в повечето от публикациите на кандидата е разглеждането на финансовите деривати и техните цени през призмата на Марковските моменти. По този начин се избягват някои трудности при работа с генератори, като например изисквания за гладкост, и се дава възможност за сравнително единно третиране на голяма група от деривати.

Списанията, в които е публикувал ас. Заевски, са основно доклади на БАН и водещи списания в съответната научна област (в смисъл на импакт фактор) като *Chaos,Solitons and Fractals* и *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulations.* Като цяло приносите на ас. Заевски са достатъчно оригинални и задълбочени и са в необходимия обем, за да му бъде присъдена академичната длъжност "доцент".

3.2. **Анализ на конкретните достижения на кандидата.** Статия [1] предлага едно обобщение на модела на Бейтс. Моделът в тази работа е от типа модел със стохастична волатилност и има вида:

$$dS_t = \mu S_t dt + \sqrt{V_t} dB_t + S_t dX_t^S$$
$$dV_t = \xi(\eta - V_t)dt + \theta V_t d\tilde{B}_t,$$

където Брауновите движения $B, \tilde{B}$ са корелирани, процесът на Леви X^S е със скокове, строго по-големи от -1 и параметрите са така избрани, че стохастичната волатилност V остава положителна. За процеса на логаритмичната възвръщаемост $(\log(S_t))$ са предложени клас от риск-неутрални мерки и тези случайни величини са представени чрез характеристичните им функции, като специално внимание е отделено на случая, когато X^S е *tempered stable process*. Въпреки че в литературата първоначално X^S е бил съставен Поасонов процес, добавянето на по-общ процес на Леви не е технически трудно занимание. По всичко изглежда, че основният принос се състои в числените изследвания, които доказват, че моделът, базиран на *tempered stable process*, е по-точен в прогнозирането на пазара от неговите предшественици. Нещо повече, има силно основание да се счита, че процеси на Леви с безкрайна активност са по-подходящи, понеже съставните Поасонови процеси, които се използват в предшестващите модели, се оказват с много висок интензитет на малките скокове. Впечатление прави и оригиналният принос при калибрирането на модела, който използва едновременно наблюдаемата мярка и риск-неутралната мярка. Интересен е и подходът с използването на стационарното разпределение на волатилността, за да се избегне липсата на реална информация за нея на пазара.

Статии [3] и [4], от които [3] е реално само обява на [4], разглеждат цената на деривати с потенциален фалит. Събитието "фалит" се инкорпорира по два начина в модела за цената на актив - чрез зависимост от самия актив и следователно Марковски момент спрямо оригиналната филтрация; или чрез независим от процеса Марковски момент, който се добавя към модела посредством разширяване на филтрацията. Цената на актива се моделира с процес на Леви, но специално внимание е отделено на частния случай, когато процесът на Леви е Брауново движение. Също така отделно е разгледан случаят, когато времето на фалит е експоненциално, което в първия модел е Марковски момент в еволюцията на цената, докато във втория е скокът на независим Поасонов броящ процес. Чрез смяна на мярката са дискутирани условията върху параметрите на модела, за да се въведе риск-неутрална мярка. След това са изведени диференциално-интегрални уравнения, които трябва да са удовлетворени от цената на актива, така че цената на деривата да е мартингал. Моделите за цената на актива, в случая на Брауново движение, са от следния много общ вид

$$dX_t = \mu X_t dt + \sigma X_t dB_t$$
$$dX_t = \mu X_t dt + \sigma X_t dB_t - \int_0^1 X_{t-}\eta(t,x,X_{t-})\theta(dt,dx).$$

Първото уравнение отговаря на момента на фалит да бъде независим от филтрацията на актива, докато във второто той е вграден в нея посредством общ точков процес, като процесът се разглежда до първи скок. Прави впечатление, че моделите в тези работи са много общи и надграждат редица свои предшественици. Много от необходимите инструменти за добиването на основните резултати са добре разработени в литературата и основният принос е поставянето на проблема в подходящ вид и използването на компенсатори на индикаторни функции от вида $1_{\tau\leq t}$, където τ е вече споменатият Марковски момент. Други съществени приноси на статия [4] включват изразяването на разликата между цените на класическата Европейска опция и дериват с фалит (*defaultable derivative*), т.е.

$$A(t,x) = a(t,x) + D_t, t < \tau;$$

затворена формула за цената на КоКо облигации, които са изследвани в литературата. Работата е достатъчно обща, за да служи за по-нататъчни разработки, но и илюстрира аналитичните трудности, когато цената на актива не е Брауново движение и това вероятно обяснява защо все още Брауновото движение заема централна роля в реалните приложения.

Статии [5] и [6] се занимават с изследването на американски опции. В статия [5] се разглежда нова форма за премията поради възможността за ранно упражняване на опцията (*early exercise premium*). Цената на американската опция така става цената на европейска опция плюс цената на дериват със стохастичен матуритет. Цената на последния се задава чрез следната формула

$$\eta_t = \mathbb{E}\left[e^{-r(\tau-t)}\left(N(\tau,S_\tau) - a(\tau,S_\tau)\right)1_{\tau\leq T}\middle|\mathcal{F}_t\right].$$

Теоретичното предимство на тази формула спрямо неин аналитичен еквивалент, е, че N може да бъде практически произволна функция, докато в еквивалентната формулировка се изисква тази функция да е достатъчно гладка. При последните условия в статия [5] е доказана споменатата еквивалентност. За да се видят приложения на новата формула, е разгледан случаят с така наречените конвертируеми облигации (могат да се обменят срещу акции). В този случай N е прекъсната в точката от време T. Като цяло това е оригиналният принос на тази бележка. Колко важен ще бъде той, не мога да преценя. Видът по-горе не е удобен за изчисления, освен в частни случаи с проста структура на N, включени в [5] и [6]. Статия [6] дискутира *American put options* и предлага метод за приближаване на региона на изпълнение, т.е. понеже упражняването на опцията е в произволен момент, то дериватът се изпълнява точно тогава, когато времето и цената се намират в следната добре дефинирана област

$$\Upsilon = \{(t,x) \in [0,T] \times (0,c(t))\} \in \mathbb{R}^2.$$

Изпълнението се случва при достигане на функцията c от цената. Видът на c не е известен. Кандидатът предлага последователно приближение на c с експоненти на частично начупени линии, като всяка линия се намира, като се решават конкретни подзадачи. За мен не е ясно от математическа гледна точка защо при фиксирано N и множество от точки от времена и стойности в тези времена (приближават c), съществува дериват, чието изпълнение е оптимално при удрянето на тази крива. За неспециалисти по финансова математика има и някои други неясни моменти. Това не променя факта, че тези публикации имат добър принос към областта.

Статия [7] разглежда *discounted perpatual game call options*. При тези деривати както купувачът, така и продавачът могат да изпълнят опцията, като продавачът дължи допълнителна глоба при прекратяване. Допуска се, че хоризонтът е безкрайност, но ако има дисконтиращ фактор, то в крайна сметка изпълнението на опцията ще се осъществи. Основната цел на статията, при цена на актива, определяна от общ процес на Фелър, е да изучи регионите Υ^b, Υ^s, т.е. множеството от точки, такива че ако цената на актива е в един от тях, то купувачът (Υ^b) изпълнява опцията или продавачът я отменя (Υ^s). Поради фактът, че хоризонтът е безкраен, то тези множества са едномерни, т.е. подмножества на $\mathbb{R}^+$. Най-общото твърдение е, че ако

$$x \in \Upsilon^b, y > x \implies y \in \Upsilon^b,$$

виж Твърдение 3.3. В случая на задвижване на цената от стандартно Брауново движение и при някои допускания за Υ^b (не знам дали не може да се докажат, че са в сила по принцип) са изведени формули за B, така че $\Upsilon^b = [B, \infty)$ и е дискутирано кога, в зависимост от параметрите, имаме някой от следните възможни случаи $\Upsilon^s = \emptyset, \{K\}, (K, A)$. В статията има някои неясни моменти в доказателствата като Твърдение 3.2 и Твърдение 3.6, но като цяло това не отнема значително от приносите на тази публикация, защото са на ниво пропуски, а не дълбоки грешки. Статия [8] разглежда *discounted perpatual game put options*. При тези деривати както купувачът, така и продавачът могат да изпълнят опцията, като продавачът дължи допълнителна глоба при прекратяване. Хоризонтът се взема безкрайност. Моделът за цената на актива допуска процеси на Фелър, но в по-голямата си част статията изисква цената на актива да се задава/задвижва от Брауново движение. Доказаните твърдения са много сходни с тези от статия [7]. Цитираните източници, обаче, са други и предполагам това означава, че има тънки разлики. Регионите Υ^b, Υ^s са изследвани в детайл в същата ситуация, както в статия [7]. И в двете статии има числени експерименти. Прави впечатление, че и в тази статия има неясноти относно това дали $\Upsilon^{\cdot}$ се допуска полузатворено или не. Статията, обаче, има достатъчно оригинални приноси и съвпада с цялостния подход към проблематиката на кандидата. Статия [9] е най-интересна от трите дискутирани в този параграф. Основната разлика е, че наказанието на продавача е вече пропорционално на разликата между цената и страйка и това променя съществено задачата. Отново са изведени свойства за регионите Υ^b, Υ^s, като при всички случаи $\Upsilon^s = [0, A), A \geq K$ и $\Upsilon^b = [B, \infty)$. Разгледани са едновременно случаите на *discounted perpetual game call and call options*. В допълнение е изследван случаят, когато Брауново движение задвижва цената на актива. Изведени са уравнения за A, B, но прави впечатление, че няма решение на това уравнение в затворен вид. Затова са и проведени числови експерименти/апроксимации. Като цяло статии [7,8,9] са много добри приноси на кандидата. Единствената ми препоръка тук е за по-внимателно писане на статиите, понеже по всичко изглежда, че в такива по-приложни направления, дори в списания с висок импакт фактор, нивото на рецензия не е добро и това не спомага за изчистването на грешки и пропуски. В тези работи аз съществени грешки не открих, но има неясни моменти и пропуски.

Статия [10] извежда някои изрази за трансформациите на Лаплас на времето и позицията на Брауново движение при достигане на начупена крива. Резултатите следват от директното разписване/интегриране на формули от литературата. Следствие 3.1 е напълно известно дори в контекста на спектрално отрицателни процеси на Леви. Считам, че такива резултати са подходящи за учебници, наръчници, таблици или апендикс към статия, но не и за самостоятелна статия.

4. Преподавателска дейност

Цветелин Заевски има задълбочена преподавателска дейност. Той е водил упражнения по "Теория на финансите 2" в периода 2004-2009г., а от 2019г. води лекциите на курса "Математическа теория на финансовия пазар". Очаквам в бъдеще да продължи да води курсове по споменатата тематика и да допринася активно за развитието на финансовата математика у нас.

5. Лични впечатления от кандидата

Познавам кандидата от 2014 година, когато и двамата се присъединихме към ИМИ-БАН. Имам положителни общи впечатления от него в качеството на коректен и съвестен колега и съавтор. Също така наблюдавам сериозно развитие в областта на математическите финанси. Сигурен съм, че кандидатът има потенциал да бъде важна фигура в развитието на катедрата ИОВС, ИМИ-БАН през следващите години и се надявам той да може в качеството си на доцент да привлече и докторанти към нашата секция. Последното е особено важно за развитието на българската математика, която като цяло има нужда от хора в активна възраст, които не само работят съвестно, но и имат правилния подход към научната дейност, а именно отвореност, кооперативност и инициативност, които Цветелин Заевски притежава.

6. Препоръки и обща оценка

Общата ми оценка за работата на ас. Цветелин Заевски е много положителна. Убеден съм, че той може да бъде в основата на запазването и развитието на нашите традиции във финансовата математика и доколкото ми е известно той вече работи с бъдещи изследователи в това приложно направление. Поради работата ни в една и съща секция имам възможност да наблюдавам израстването му и считам, че ас. Заевски е в процес на утвърждаване сред международната научна общност, занимаваща се с финансова математика. Това се доказва и от нарастващия брой негови публикации в международни списания с висок импакт фактор. Поради резерви към процеса на рецензия на последните, прочетох с допълнително внимание разработките на Цветелин Заевски и моето мнение е, че те са много добър принос към областта и категорично показват, че той владее в дълбочина някои от основните техники на финансовата математика.

Имам две основни препоръки към кандидата. Първата е да разшири техниката си. Прави впечатление, че ас. Заевски владее добре посочените по-горе техники, но според мен за бъдещето му развитие ще бъде положително, ако усвои и прилага нови такива. Това може да се постигне, например, чрез участие в международни проекти или чрез работа в нова област на вероятностите. Втората препоръка е да се опита да пробие и в някои по-класически списания, ако те приемат разработки в такова направление. Според мен най-добрата международна видимост ще бъде постигната, когато се приминава през сериозния филтър на някои не много високо рангирани, но много стриктни списания.

Имам забележки по начина на писане на статии. Струва ми се, че те като цяло са написани много добре като английски и изложение на идеите, но според мен може да се подобри начинът, по който се обяснява и разписва самата математика. Необходимо е да се постига разбираемост на математическите доказателства и от нетесни специалисти. При внимателното разписване се избягват и пропуски. Също така за следващ етап от развитието е хубаво статии като номер [10] и [3] да не се прилагат за участие в конкурс.

За [10] съм се обосновал по-горе, а [3] реално е директно подмножество на [4] и то не като резултат на подобрение и обобщение.

7. Заключение

Според представените документи единственият кандидат по конкурса ас. д-р Цветелин Заевски изпълнява всички изисквания на ЗРАСРБ, на Правилника към него, както и на Правилниците на БАН и ИМИ–БАН, съдържащи специфичните допълнителни изисквания за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности. Личните ми впечатления и достъпните допълнителни сведения потвърждават извода, че той е изграден специалист в научната област на конкурса.

Давам положителна оценка за избора на д-р Цветелин Заевски в настоящия конкурс и препоръчвам уверено на уважаемото научно жури да предложи на Научния съвет на Института по Математика и Информатика към БАН да избере ас. д-р Цветелин Стефанов Заевски за заемане на академичната длъжност „доцент“ в ИМИ-БАН по професионално направление 4.5 Математика, научна специалност Теория на вероятностите и математическа статистика (Стохастични модели във финансите).

....

проф. дн Младен Савов

гр. София

16.04.2021