

РЕЦЕНЗИЯ

за дисертацията на Красимир Димитров Миланов
на тема: **Оценяване на конвертируеми ценни книжа във
финансовата математика**

представена за присъждане на научната степен Доктор в област висше образование, професионално направление 4.5 Математика, научна специалност "Изследване на операциите".

Изготвил рецензията: проф. дмн Леда Димитрова Минкова, член на жури съгласно заповед N 331 от 29.11. 2016 год. на Директора на Института по математика и информатика на БАН.

Биографична справка. Красимир Миланов е завършил Приложна математика във ФМИ, Софийски Университет през 1999 година. Завършва с дипломна работа под ръководството на проф. дмн Рачо Денчев. През 2012 год. е зачислен като докторант на самостоятелна подготовка в Института по математика и информатика на БАН. Отчислен е с право на защита през октомври 2016 год.

Актуалност на тематиката и целесъобразност на поставените цели и задачи. Моделирането и оценяването на ценни книжа е една актуална задача на финансовата математика. Постоянната поява на нови деривати поражда необходимостта от задълбочена работа за формулиране, изучаване и оценяване на нови модели. Едни от последните конвертируеми облигации, търгувани на пазара са КоКо облигациите. Те са най-дискутираните примери на конвертируеми облигации. Това обяснява актуалността на задачите, поставени и решени в този дисертационен труд.

Познаване на проблема. В представената дисертация е направен много подробен анализ на проблема за моделиране и оценяване на конвертируемите облигации. Направеният литературен обзор говори за задълбочено познаване на проблема.

Методика на изследването. Моделирането на облигациите е на базата на известните класически модели. Направени са корекции и допълнения, така че моделите да са по-реалистични. Предложени са подходящо избрани апроксимации, които сравнени с теоретичните модели дават много добри резултати.

Общо описание на дисертацията. Представената работа е написана на английски и съдържа 131 страници. Разделена е на 6 глави, първата от които е Въведение, заключителни бележки, 4 приложения и литература от 57 заглавия.

В първа глава, която е Въведение е направен много подробен анализ на възможностите и проблемите при търгуване с облигации. Специално внимание е отделено на методите за оценяване на конвертируемите облигации и на КоКо облигациите.

Във втора глава е даден подробен анализ на резултатите по темата, получени от други автори. Показано е развитието на моделите на финансовите пазари и методите за решаване и оценяване. Отбелязани са три области, които не са засегнати в известната до сега литература. На тези три задачи е посветена тази дисертация.

В Глава 3 е описан модел за цената на конвертируемите облигации (СВ), даден от Tsiveriotis and Fernandes (1998) (TF) и неговото приближение. Направен е алтернативен извод на уравненията. Твърди се, че при моделът (TF), цената на акцията не се променя при фалиране на емитента. Достатъчно аргументирано се твърди, че допускането на (TF) не е реалистично и води до надценяване на контракта. Анализирани са предложената от Hull (2000) биномна апроксимация на модела (TF). Hull използва модела на Cox, Ross, Rubinstein (1979) като апроксимация на геометричното Брауново движение. Това значително улеснява работата. Особено в модела е, че цената на акциите не се променя в случай на фалит на компанията. Основното в модела (TF) е, че цената на СВ се представя като сума на две компоненти-рискова и безрискова. В параграф 3.1 е показано, че когато се приложи метода на биномното дърво, цената на СВ губи своята монотонност и изпъкналост. Показано е, че предположенията за delta и gamma при СВ са несъстоятелни. Направена е илюстрация, дадена на Фигури 3.5 и 3.6.

В четвърта глава се разглежда влиянието на фалита на компанията върху цената на нейните акции. В параграф 4.1 е дадена дървовидна апроксимация на модела за цената на акцията. Предполага се допълнително наличие на скок при фалит, което може да се разглежда като дърво с три състояния. При така дефинирания модел се приема, че интензивността на моментите на фалит е постоянна, т.е. моделират се с Поасонов процес. Апроксимацията се получава чрез приравняване на моментите. Прилага се рекомбинирано дърво, при което $ud = 1$. Параметрите на модела са дадени в таблица. В параграф 4.2 са анализирани преходните вероятности. Дадено е необходимо и достатъчно условие за параметрите така, че вероятностите да са добре дефинирани (Теорема 1). В параграф 4.3 е дадено сравнение с известните вече модели. Направена е корекция

на вероятността за скок нагоре, дадена в работата [20]. Корижирана е и вероятността, дадена в работата на Hull [32]. Стойността на скока нагоре е дадена в (4.9). Опасенията, свързани с множителя $\sigma^2 - \lambda$ се отнасят само за случая на хомогенен Поасонов процес. По-интересен е случая, когато този множител е положителен. Това води до процес, който не е Поасонов и е по-реалистичен.

На базата на направената апроксимация, в пета глава е построен модел за оценяване на СВ. Приема се конкретна времева структура на безрисковата лихва и не се изплащат довиденти. Анализират се купонните плащания и сходимостта на получената цена, когато дължината на стъпката на дървото клони към нула. Показано е, че когато стъпката на дървото клони към нула, цената на СВ удовлетворява частно диференциално уравнение в известен вече модел, [3]. При оценяването на СВ се предполага наличие на връзка между интензивността за фалит и цената на акцията. И тук е дадено необходимо и достатъчно условие за параметрите, така че вероятностите да са добре дефинирани. В параграф 5.2 се приема, че интензивността на моментите на фалит не е константа. Предполага се, че интензивността нараства, когато цената на акциите намалява. Това е едно по-реалистично предположение, което води до т.н. synthesis form на модела описващ фалитите. Приема се конкретна форма на интензивността (5.7), която е предложена и от други автори преди това. Така приетата форма на интензивността дава възможност за сравняване на моделите, но изисква да се въведе контрол върху стъпката на дървото. Това е много важно, особено при ниска стойност на акциите, когато интензивността нараства. Това предполага нарастване на броя на стъпките в дървото. Показано е, че при synthesis form съществува долна граница S^* , под която даденото биномно дърво не може да доведе до състоятелна оценка на стойността на СВ (Proposition 4). Долната граница S^* е определена в явен вид в (5.8).

В параграф 5.3 са дадени числови примери. Използваните данни са от статията [3], където моделът е граничен случай в непрекъснато време. Първо е показано, че резултатите от въведения модел съвпадат с тези от (TF) модела, който е близък до модела в [3]. За интензивността се приема нулева стойност, което свежда модела до класическия случай. При втория пример е направено сравнение на предложения тук модел с този на (TF). Цената на СВ при този модел е с \$1 долар по-ниска от цената при (TF) модела, при еднакви други параметри. При този модел се наблюдава и очакваната монотонност на цената на рисковите облигации. Направено е полезно сравнение на въведения тук модел, (TF) модела и модела на Hull (Фигура 5.1) и са направени съответните изводи. В третия пример отново е показано, че моделът на Hull води до подценяване

на цената. На Фигура 5.2 е показано още, че предложеният модел дава същия ефект както този в модела [3]. Нереалистичният случай на пълно възстановяване при фалит дава цена на СВ по-висока от цената при безрискови облигации. В четвъртия пример е показан ефекта от въвеждането на *synthesis form* в модела на кредитен риск. Използват се параметрите от модела в [3]. Установено е, че при цена на акцията по-висока от 60, резултатите са близки до тези в [3]. Като пети пример е направено сравнение с модела на Hull (Фигура 5.4). И накрая, на Фигури 5.6 и 5.7 е оценена вероятността за *execution* на *call*, *put* и *conversion option* в момента на падеж и в следващите 91 дни. Отбелязана е разликата в тези два случая.

В шеста глава се разглежда задачата за оценяване на облигациите КоКо. Задачата е породена от работата [21]. Цената на облигациите се задава като стойност на портфейл от обикновена облигация и Европейска бариерна опция върху акция на банката. И за двата контракта са известни аналитични решения. Този метод не дава резултат когато стойността на акцията е под нивото на бариерата H . Тук за бариера H се приема пазарната цена за прага на влошеното капиталово състояние на банката. Това е нивото, при което облигацията се заменя за акция на банката. От практическа гледна точка е важно да може да се определи цената на КоКо облигациите и когато цената на акцията падне под нивото H . В настоящата работа се предлага нов метод за оценяване цената на КоКо облигациите. Предложената апроксимация е на базата на две предположения, свързани с динамиката на процеса. Първото предположение е свързано с първичните пазарни предположения при модела на Блек Шоулс (параграф 6.2). Второто предположение се отнася до моделирането на кредитен риск, т.е., скок в момента на фалит (параграф 6.3). При анализиране на модела в [21], е отбелязано, че при него не се допуска замяна на облигациите преди падежа. Отчитайки тази възможност, тук задачата за оценка на КоКо облигациите се свежда до решаване на уравнението (6.6). Чрез подходяща смяна на променливите, решаването на уравнението се свежда до решаване на задачата (6.10)-(6.14). Задачата се решава с метода на Crank-Nicolson, изложен в Приложение D. В параграф 6.3 се разглежда цената на КоКо облигациите от гледна точка на кредитния риск. Разглеждат се два модела – на моментален фалит и на фалит със закъснение. В първия случай цената на КоКо облигациите се получава $X = \kappa(1 - \eta)S$. Във втория случай $X = 0$. Когато интензивността на моментите на фалит е растяща функция на цената на акциите, процесът описващ скоковете се разглежда като процес на Cox. В параграф 6.4 са дадени числови примери. Данните са взети от работата [21]. Направено е сравнение на резултатите, получени по метода, предложен

в (6.4)-(6.5) и съгласно апроксимацията. Двете решения се оказват достатъчно близки, както е показано на Фигури 6.5 и 6.6. На Фигура 6.7 е показан ефекта от възможността за обратно изкупуване два пъти годишно (на купонните дати). Тестват се и моделите с кредитен риск.

Оформление и изложение. Дисертацията е добре структурирана. Анализите и изводите са много на брой, изпълнени точно и последователно.

Авторефератът на дисертацията отразява пълно и точно получените в дисертацията резултати. Написан е на български. Точно и пълно са формулирани научните приноси в дисертацията. Считам, че заявените от дисертанта приноси действително са такива.

Публикациите Представената работа е написана на базата на 5 статии. Две от статиите са публикувани, третата е дадена за печат. Останалите две са работни статии. Три от публикациите са в съавторство с научния ръководител. В останалите две участват допълнителни съавтори.

Критични бележки. Твърдението на стр. 49 е неправилно преведено в автореферата. Твърдението не се отнася до една реализация на Поасоновия процес, а за един скок на процеса. На български Пуасон се пише Поасон. Част от литературата, дадена в края на работата не е цитирана в текста. В същото време има цитати, които не са включени в литературата.

Цитирания Забелязани са три цитирания. Работата [1] е цитирана два пъти, а работата [5] е цитирана веднъж.

Това говори за високото качество на публикациите, свързани с дисертационния труд. Личните ми впечатления са, че Красимир Миланов е много прецизен в работата си. Той притежава умения да формулира правилно задачите идващи от практиката. Голяма част от представените тук резултати идват именно от практиката и проблемите, които възникват там.

Заклучение. Считам, че представеният дисертационен труд напълно отговаря на изискванията на ЗРАСРБ, неговия правилник и Правилниците за прилагане на ЗРАСРБ на БАН и ИМИ. Дисертационният труд съдържа научно-приложни и приложни резултати, които представляват

съществен принос в науката. Оценката ми за представената дисертация е положителна.

Дисертационният труд показва, че докторантът притежава задълбочени знания и приложни умения като демонстрира качества и умения за самостоятелно провеждане на научно изследване.

Съгласно всичко казано до тук, предлагам на Почитаемото жури да присъди на Красимир Димитров Миланов научно образователната степен Доктор.

Дата: 23.03.2017
гр. София

Подпис:.....
Леда Минкова