

СТАНОВИЩЕ

за дисертационен труд за получаване на научната и образователна степен “доктор” по научна специалност 01.01.13 “Изследване на Операциите”

Автор на дисертацията: Красимир Димитров Миланов

*Тема на дисертацията:
“Оценяване на конвертируеми ценни книжа във финансовата математика”*

*Изготвил становището:
проф. дмн Огнян Кунчев, Институт по математика и информатика,
БАН*

1. Обща характеристика и актуалност на проблема. Структура и обем на дисертацията

Настоящият дисертационен труд е посветен на приложението на съвременни математически методи за оценка на финансови инструменти, в частност за оценка на конвертируеми облигации и облигациите от тип КоКо. Основна черта на тези математически методи е, че те са основани на общите принципи за оценка на финансови инструменти създадени от Блек-Шоулс и Мертон, преди повече от 40 години.

Исторически, конвертируемите облигации са били използвани преди много време, още през 19-ти век, но добиват изключително голяма популярност около кризата с дот-комите, след 2001 година. От друга страна, по аналогични причини КоКо облигациите добиват особена популярност след голямата финансова криза през 2008 година.

За яснота, нека споменем, че в най-общ вид, конвертируемата облигация е корпоративен дълг (ценна книга, облигация), който дава право на своя притежател да замени този дълг за определен брой акции на компанията.

Цената на конвертируемите облигации понякога има поведение подобно на това на акция, а понякога подобно на това на обикновена облигация (корпоративен дълг), което дава основание тези инструменти да се наричат хибридни.

От своя страна, облигациите КоКо са най-скорошният пример на конвертируеми ценни книжа, които навлязоха след 2009 в практиката. За разлика от обичайните конвертируеми облигации, те имат много по-висок купонен процент, но условията за конвертиране са съответно по-рестриктивни.

Нека отбележим, че след кризата през 2008 година, регулаторните органи по света се обединиха около схващането, че съществуващите изисквания за капиталова адекватност вече не са актуални. След дълги и задълбочени анализи регулаторите въведоха нови пакети от директиви като Базел 3 (Basel – III) и Платежоспособност 2 (Solvency – II). Базел 3 се отнася за банките, докато Платежоспособност 2 -- за застрахователите. За сравнение, към 30 март 2016 г. размерът на глобалния пазар на облигации КоКо е US \$275 милиарда.

Поради своята актуалност, оценяването на конвертируемите ценни книжа е важна задача на Финансовата математика, която обаче е и голямо предизвикателство от практическа и числена гледна точка. Решаването на тази задача има много важни приложения, както за инвеститорите (главно, за хедж-фондове, инвестиционни банки, застрахователни компании, инвестиционни дружества, пенсионни фондове и др.), така и за регулаторите (държавните финансови органи, като например, централните банки). Трудността в оценяването на тези продукти е предизвикана от хибридността на тези продукти, която се изразява в това, че цената им зависи от фактори, които принципно се наблюдават на два отделни пазара – пазара на облигациите (bond market) и пазара на акциите (equity market).

Настоящият дисертационен труд е посветен на тези актуални теми, като получените в него резултати бележат връх в световните изследвания в тези области.

Дисертационният труд се състои от 6 глави, като общият обем е 132 страници. Той включва Увод, пет глави, заключение и библиография, която съдържа 57 източника. Списъкът на авторските публикации включва 3 заглавия на английски език.

Първата глава дава обща характеристика на изследванията.

Втората глава е посветена на преглед на настоящето състояние на проблемите на конвертируемите облигации.

Третата глава представя модела на Цивериотис-Фернандес за цената на конвертируемите облигации и приближението им с двоично дърво.

Четвъртата глава е посветена на изучаване на модел за цената на акция при фалит и приближение.

Петата глава е посветена на построяването на нов модел за оценяването на конвертируеми облигации.

Шестата глава е посветена на два нови модела за оценяването на облигациите от тип КоКо, а също така и на поправка и разширение на модела на Шпигелер и Шоутенс от 2012 година.

2. Основни научни приноси на дисертацията и оценка на публикациите и цитиранията, свързани с дисертацията

Дисертантът си е поставил следната амбициозна цел, или по-скоро цели в две насоки. Първата насока е да се изследват и подобрят съществуващите методи за оценяване на

конвертируеми облигации в зависимост от кредитното състояние на емитента им. Втората е да се изследват предизвикателствата, свързани с оценяване на инструментите от най-новия пазарен сегмент на конвертируемите ценни книжа, пазара на облигации КоКо.

По отношение на конвертируемите облигации, задачата е да се подобри разбирането на съществуващите методи за оценяване на конвертируеми облигации, реализирани в контекста на дървовидна структура. За тази цел, първата задача е да се даде отговор на въпроса: Позволява ли апроксимацията с двоично дърво на Хъл (2000) за модела на Цивериотис и Фернандес (1998), прецизно оценяване, хеджиране и определяне на риска на конвертируемите облигации? Следващата задача е да се изследва несъответствието между методите на Хъл (2011) и Де Шпигелер и Шоутенс (2011) за оценяване на конвертируеми облигации в контекста на динамика за акцията от вида „скок при фалит“ (с пълно обезценяване) на Мертън (1976).

Задачата е построяване на метод за оценяване на конвертируеми облигации в контекста на скок при фалит с частично обезценяване на акцията, както при популярния модел на Айяш, Форсайт и Ветзал (2003), като при това се взимат предвид всички аспекти от моделирането при създаване на метода за оценяване: ефект от фалит, анализ на вероятностите за придвижване по дървото, сходимост на получаваното решение и други особености.

При оценяването на КоКо бондовете, основните задачи са следните: Преразглеждане на формулата на Де Шпигелер и Шоутенс (2012), така че да стане използвана за всички нужди от практиката. В рамките на логнормално поведение на акцията (което е допускането на Де Шпигелер и Шоутенс), да се построи цялостен модел за оценяване. Също така, да позволява изчисляване не само на риск-статистиките на инвеститорите в акции (делта, гамма и т.н.), но и тези на инвеститорите във фиксирана доходност (дюрация, ефективна дюрация, изпъкналост и ефективна изпъкналост). Последната задача е, да се построи и реализира цялостен модел за оценяване на облигации КоКо, който да отразява ефекта от настъпване на фалит.

В съответствие с горе-формулираните задачи, основните приноси на дисертацията могат да бъдат систематизирани както следва:

- a. Построена е дървовидна структура, която апроксимира динамиката на акция с частично или пълно обезценяване в резултат на настъпване на фалит на емитента ѝ. Това е аналогична стъпка в сферата на оценяване на финансови деривати, реализирана от Кокс, Рос и Рубинщайн
- b. Получен е метод за оценяване на конвертируеми облигации в зависимост от кредитното състояние на емитента им. Този метод е едно разширение и корекция на авторитетните методи на Хъл (2011) и Де Шпигелер и Шоутенс (2011) за оценяване на конвертируеми облигации, развити в рамките на двоично дърво. Също така е показано, че получаваната цена от този метод ще удовлетворява частното диференциално уравнение от популярния модел на Айяш, Форсайт и Ветзал (2003), когато времевата стъпка в използваното двоично дърво (със скок при фалит) клони към нула. В допълнение, след леки промени, този модел може да бъде използван за оценяване на широк кръг от финансови деривати върху акция, в зависимост от кредитното състояние на емитента им.
- c. Построени са два модела за оценяване на облигации КоКо. Първият е получен в рамките на модела на Блек и Шолс (1973), т.е. без включване на кредитния риск носен от тези облигации. Вторият отразява ефекта от настъпване на фалит с

помощта на динамиката описваща скок при фалит за акцията, която използвахме при оценяването на конвертируеми облигации. С цел постигане на по-висока прецизност, формулировката (в двата модела) на задачата за оценяване на облигации КоКо е в термините на частните диференциални уравнения, а численият метод построен за тези задачи е базиран на апроксимация с крайни разлики. Тези методи позволяват оценяване на облигации КоКо за дадена времева структура на лихвите. В резултат на това, освен статичните рискови статистики делта, гама, дюрация и изпъкналост, ще може да се изчисляват и ефективна дюрация и ефективна изпъкналост без да се пренебрегват възможностите за ранно прекратяване (чрез обратно изкупуване или замяна в акции) на контракта.

- d. Дадено е въведение на така нареченото семейство на θ -методите на крайни разлики, с помощта на което подсилваме интуицията към тези методи и подчертаваме тяхната съвместимост с частното диференциално уравнение.

Това са постижения, които надхвърлят изискванията за степента д-р на науките, но трябва да отбележа, че дори и частичното им изпълнение е повече от достатъчно за присъждане на тази степен.

Ще изброя основните постижения по глави в дисертационния труд:

В **глава 4** е направена апроксимацията на динамиката за частично и пълно обезценяване на цената на акцията при фалит. Това е един нов модел, който моделира връзка между досега стандартно разглежданата динамика на акцията като дифузия, и между моделите за кредитно състояние.

В **глава 5** на дисертацията е построен модел за оценяване на конвертируеми облигации, използвайки направената апроксимация от глава 4 с двоично дърво за цената на акцията със скок при фалит. Обърнато е специално внимание на купонните плащания, както и на сходимостта на получаваната по дървото цена на конвертируема облигация, когато дължината на стъпката на дървото клони към нула. В резултат на това е показано, че когато стъпката на биномното дърво клони към нула, цената на конвертируемата облигация по предложеното дърво удовлетворява частното диференциално уравнение на Айяш-Форсайт-Ветзал.

В **глава 6** е разгледана задачата за оценяване на КоКо облигации. Ревизирана е популярната апроксимация на Де Шпигелер и Шоутенс от 2012 година. Главният резултат от тази ревизия е метод за оценяване на облигации КоКо, който се основава на методите на ЧДУ от вида на Блек-Шоулс, със свободна граница, който притежава и следните атрибути: не пренебрегва възможността за ранна замяна в акции преди падежа на контракта, отразява възможността за ранно изпълнение на кол опцията, не зависи от изискването бариерното ниво H да не бъде по-голямо от E -- цената на акцията за изпълнение на опцията за замяна в акции, подходящ както за инвеститорите с приоритет инвестиране в акции така и за тези с приоритет инвестиране в облигации, и също така позволяващ висока прецизност.

Във втората част на това изследване в глава 6 е построен метод, който в добавка към горните атрибути, отразява адекватно кредитното състояние на емитента.

Като съавтор в няколко публикации, засягащи настоящата дисертация, трябва да подчертая особено голямата самостоятелност на докторанта. Той е напълно изграден като специалист в областта на Финансовата математика, който разбира не само теоретичната, но и практическата страна на моделите.

Дисертантът има общо пет публикации по темата, като една е публикувана в съавторство с проф. Франк Фабоци, едно от големите имена в Математическите финанси, при това в списанието Journal of Fixed Income, което е едно от най-четените списания от практиците в банковия сектор. Друга публикация, пак в съавторство с Ф. Фабоци, е изпратена за публикация и очаква одобрение от високо-импактно списание. Всички статии са публикувани в електронните архиви, като SSRN или arXiv.

3. Лични впечатления, критични бележки и автореферат

Познавам дисертанта Красимир Миланов от 2004 г., като един от активните участници в семинара по Математически финанси, и като един от активно работещите в областта на оценяване на финансови инструменти във фирмата Финаналитика. От тогава той е изнасял нееднократно лекции на семинара по Математически финанси по въпроси от конвертируемите бондове. Той се отнася с дълбочина и критичност към постиженията в тази област, което му качество бе съществено за получаване на оригинални резултати.

Както дисертационният труд, така и автореферетът са написани с много търпение, с минимално количество технически грешки.

4. Заключение

На основание на горното, приемам основните приноси на дисертацията, и считам, че те са напълно достатъчни за присъждане на степента доктор по научното направление 4.5 „Математика“ (научна специалност 01.01.13 „Изследване на операциите“)

Подпис:

20.02.2017 г.

Проф. Дмн Огнян Кунчев