

СТАНОВИЩЕ

от доц. д-р Ангел Марчев, Университет за национално и световно стопанство и Стопански факултет на Софийски университет „Св. Климент Охридски“,

относно: дисертационния труд на Цветелин С. Заевски на тема: „AN APPROACH FOR PRICING AMERICAN-STYLE DERIVATIVES“ (Подход за оценяване на американски деривати) за придобиване на научната степен „доктор на науките“ в област на висше образование 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление 4.5. Математика

1. Данни за процедурата и за кандидата

Настоящото становище се изготвя в изпълнение на заповед 457/03.12.2024 на Директора на ИМИ при БАН. Авторът е свързан с Института по математика и информатика при БАН, където до момента е защитил и докторска степен. Процедурата е обявена съгласно изискванията на Закона за развитието на академичния състав в Република България и съответните правилници на БАН. Текстът е придружен от автореферат, списък на публикации и цитирания, както и необходимите документи, удостоверяващи изпълнението на минималните наукометрични показатели за придобиване на научната степен.

2. Кратка характеристика на дисертационния труд

Дисертационният труд е посветен на оценяването на американски деривативи, в частност – опции, както и на по-сложни финансови инструменти (като отменими или конвертируеми опции, странгъл стратегии и др.), които дават право за ранно упражняване на сделката. Авторът предлага обща методология, която обединява математическо моделиране, вероятностни подходи (Лапласови трансформации, първо достигане на броуново движение) и числови алгоритми за бързо и сравнително точно оценяване на такива деривативи.

Въпреки че дисертацията е разработена в контекста на класическия модел на Блек–Шоулс (лог-нормална динамика на базовия актив), в нея са дадени идеи как представената методология би могла да се разшири към по-

обща стохастични процеси. Трудът включва и серия от практически реализации на методите в среда MATLAB, които потвърждават приложимостта и сравнителните предимства на описания подход.

От гледна точка на структурата, след въведението и обзор на актуалната научна литература, авторът представя теоретични резултати, свързани с Лапласовите трансформации на моменти на първо достигане на броуновото движение (за линейни и частично-линейни бариери). В последващите глави подробно се анализират оптималните граници за ранно упражняване, както и подходи за получаване на закрити формули за перпетуитетни опции. Изследването обхваща и нововъведени класове деривативи, които комбинират характеристики на няколко стандартни продукта. В заключение има обобщение на научните приноси и примерни числени резултати, илюстриращи ефективността на метода.

3. Финансова и приложна значимост на темата

От финансова гледна точка, американските опции са сред най-популярните деривати, тъй като позволяват ранно упражняване при достигане на определени равнища на базовия актив. Това носи по-висока степен на гъвкавост за пазарните участници, но и прави задачата за оценяване (pricing) по-сложна. В практиката се търсят алгоритми, които да определят оптималната граница за упражняване и съответно – коректната цена на опцията, в „почти реално време“. Именно тук иновативният принос на автора е особено видим: предложен е бърз метод за апроксимация на оптималната граница, който след това се вгражда в числени подходи (монте-карло или крайни разлики) за по-прецизно изчисление.

В условия на пазарна волатилност подобни решения стават критично важни. Сходна логика има и при други типове деривативи – например ограничени (capped) опции, гейм опции или „strangle“ комбинации, при които се купуват едновременно кол и пут опция за хеджиране на пазарни флуктации. Всички тези инструменти заемат нарастващ дял на световните пазари, а методите на класическия модел Блек–Шоулс често се модифицират за да покриват и скокови (Levy) или фрактални (fractional Brownian) характеристики. Дисертацията има висока стойност, тъй като показва ясно как стъпвайки на лог-нормалния случай, можем да надграждаме към по-обща приложения.

4. Научни приноси и тяхната финансова интерпретация

В дисертацията са формулирани няколко основни научни приноси. Приносите са оригинални и авторски.

Принос 1: Разработване на обща методология за оценяване на американски стил деривативи въз основа на Лапласови трансформации на моменти на достигане на броуново движение.

Авторът показва подход за изчисляване на Лапласовата трансформация на времевия момент на „първо докосване“ до линейна или частично-линейна бариера и как това помага за намиране на разпределения на оптималния момент на упражняване. Тези резултати са подчертано важни за финансови деривативи, при които печалбата или загубата зависи от това дали и кога базовият актив е минал определено критично ниво. Подробно са разгледани гранични случаи като перпетуитетни опции и опции с краена матуритет, където гъвкавостта на подхода е ясно демонстрирана. Голямата стойност тук е, че чрез Лапласови трансформации често се избягват сложни двойни числени итерации и се постига по-бърз алгоритъм. Методът е достатъчно универсален, за да се прилага и при различни променливи лихвени проценти или дори при наличие на дивиденди (със съответната промяна на параметрите).

Принос 2: Изведени са по-бързи схеми за числено определяне на оптималната граница за ранно упражняване на американски опции, както и на съответната цена.

Авторът въвежда разреждана времева мрежа, на която се апроксимира граничната функция за ранно упражняване, и показва, че в реални условия това дава достатъчно точност за практиката. Значимостта на подобна оптимизация е в реалното време – инвеститор или маркет-мейкър трябва незабавно да знае дали е по-изгодно да упражни опцията или да я задържи. За да се избегнат прекомерно тежки изчислителни процедури, в дисертацията е предложен числен подход, който постига точност до четвъртия знак след десетичната запетая. В контекста на високочестотната търговия подобен ефективен алгоритъм е особено полезен, защото времето на реакция на пазара е в рамките на милисекунди. Тази група приноси свидетелства за

важна връзка между теорията за оптимален времеви момент за спиране и бързата реализация в пазарен контекст.

Принос 3: Класификация и анализ на нови или по-рядко изследвани деривати: странгъл, отменими, гейм- и други хибридни инструменти.

В дисертацията се предлага ясен модел как да се разглеждат различните видове изплащания, разделени на кол- и пут- тип или на двустранни (достигащи до горна и долна бариера). Това дава възможност едновременно да се ценообразуват стратегии, които комбинират две или повече опции (напр. странгъл). Така могат да се създават гъвкави портфейли – особено уместни, когато инвеститор очаква големи ценови движения, но е несигурен в посоката. Пауър опциите позволяват специфична защита при позиции „извън парите“, а отменимите – дават възможност и на издателя на опцията да прекрати сделката срещу предварително договорена компенсация. Разглеждането и оценяването на тези инструменти на теория отваря пътя към нови финансови продукти, отговарящи по-точно на индивидуалните профили на риск и очаквана доходност.

Принос 4: Прилагане на методологията за апроксимиране и анализ на множество ситуации с различни параметри, включително крайна и безкрайна матуритетна структура, илюстрирани с реални числови примери в MATLAB.

Авторът демонстрира, че предлаганите аналитични модели и алгоритми не остават само на теоретично ниво, а могат директно да бъдат имплементирани и ползвани в софтуерна среда. В дисертацията са дадени подробни кодове и тестови примери, които възпроизвеждат резултатите, посочени в съответните глави. Това е съществен принос, защото валидирането чрез симулации разкрива стабилността и бързината на метода, а и посочва къде се появяват евентуални числени трудности. Комбинацията от аналитичен апарат и практически експерименти впечатлява с пълнотата си. Препоръчвам публикуването на програмните кодове в публичен репозиториум, така, че всеки, който желае да провери, надгради или модифицира подхода, да има добра база за експерименти и за евентуално разширяване към алтернативни процеси извън Блек–Шоулс модела.

Принос 5: Допълнителен теоретичен принос – разширение на основните резултати за Лапласовата трансформация към двустранни достигащи задачи и някои подходи за екзотични опции (напр. конвертируеми лукбек инструменти).

Освен детайлния анализ на едностранно достигане, се разглеждат и случаи, при които пътят на брауновото движение трябва да остане в дадена област или да излезе от нея, а това е типично за бариерните и лукбек-опциите. Подобно разглеждане позволява да се определят вероятности и моментни функции при нестандартни условия – например къде точно се намира базовият актив, ако не е преминал условна бариера. Авторът обстойно разглежда математическите детайли на тези изчисления, използвайки оператори на генератори във вариационен стил, което дава възможност за общо формулиране на нови екзотични деривативи. Важното за финансирането е, че подобни двустранни достигащи задачи възникват в много комбинации от американски стил, където и двете страни (купувач и продавач) имат права за упражняване. Така, в чисто практически план, финансовите институции биха могли по-прецизно да остойностяват комплексни продукти и да предлагат персонализирани стратегии.

5. Изпълнение на изискванията и препоръки

От представените публикации се вижда, че кандидатът е публикувал в реферирани и индексирани издания с импакт фактор и импакт ранг, цитиранията значително надхвърлят минималните изисквания за тази степен. Дисертацията е самостоятелен, оригинален научен труд, който очевидно е резултат на задълбочена работа и носи нови приноси.

Препоръки:

- Възможно е в бъдеще авторът да разшири приложенията си към други модели – например Леви процеси или стохастична волатилност, за да покаже универсалност на подхода;
- Биха били интересни сравнения на предложения бърз метод за намиране на оптимална граница за ранно упражняване спрямо вече добре познати методи;
- В текстовете би могло да се въведе по-подробно икономическо тълкуване на симулационните примери, за да се подчертае къде конкретно

новият метод превъзхожда в реална пазарна ситуация, каквито приноси без съмнения са налични.

6. Заключение

В заключение, дисертационният труд на доц. д-р Цветелин Заевски „An Approach for Pricing American-Style Derivatives“ е задълбочено изследване с ясна теоретична и приложна насоченост в сферата на финансовите пазари и математическото моделиране. Представените научни приноси са безспорни, а полученият метод има значителна добавена стойност за бързото и прецизно остойностяване на американски деривативи и техни обобщения.

С оглед на гореизложеното, категорично поддържам становището, че дисертацията отговаря на критериите на ЗРАСРБ и на съответните правилници за присъждане на научната степен „доктор на науките“. Горещо препоръчвам на уважаемото научно жури да присъди на доц. д-р Цветелин Заевски научната степен „доктор на науките“ в професионално направление 4.5. „Математика“.

20 февруари 2025 г., София

(доц. д-р Ангел Марчев)