

Ю-Д. Люу

МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ ФИНАНСОВОЙ МАТЕМАТИКИ

Перевод с английского
С. В. Жуленёва

под редакцией
Е. В. Чепурина

4-е издание, электронное



Москва
Лаборатория знаний
2021

УДК 519.8+330
ББК 22.19:65.053
Л96

Серия основана в 2007 г.

Люу Ю-Д.

Л96 Методы и алгоритмы финансовой математики / Ю-Д. Люу ; пер. с англ. — 4-е изд., электрон. — М. : Лаборатория знаний, 2021. — 754 с. — (Математика и финансы). — Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10". — Загл. с титул. экрана. — Текст : электронный.

ISBN 978-5-93208-544-8

Исчерпывающая фундаментальная монография, в которой на доступном уровне излагается фактически вся финансовая математика: от классической и детерминированной финансовой теории до практически всех разделов современной стохастической финансовой математики. Основной акцент в книге делается на прикладные вычисления, что выражается, в частности, обилием приводимых алгоритмов. Многие из них реализованы в виде Java-программ и доступны в Интернете на домашней странице книги.

Для студентов, аспирантов, преподавателей и специалистов в области финансов, а также математиков и программистов, интересующихся приложениями теории вероятностей.

**УДК 519.8+330
ББК 22.19:65.053**

Деривативное издание на основе печатного аналога: Методы и алгоритмы финансовой математики / Ю-Д. Люу ; пер. с англ. — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. — 751 с. : ил. — (Математика и финансы).

ISBN 978-5-94774-333-3.

В соответствии со ст. 1299 и 1301 ГК РФ при устранении ограничений, установленных техническими средствами защиты авторских прав, правообладатель вправе требовать от нарушителя возмещения убытков или выплаты компенсации

Copyright © 2002 by Yuh-Dauh Lyuu
This book is in copyright. Subject to statutory exception and to the provisions of relevant collective licensing agreements, no reproduction of any part may take place without the written permission of Cambridge University Press

© Перевод на русский язык.
Лаборатория знаний, 2015

ISBN 978-5-93208-544-8

Оглавление

Предисловие редактора перевода	8
Предисловие	10

Часть I. КЛАССИЧЕСКАЯ ФИНАНСОВАЯ МАТЕМАТИКА

Глава 1. Введение	16	3.5. Облигации	46
1.1. Современные финансы: краткая история	16	Глава 4. Волатильность цены облигации	57
1.2. Финансовая технология и финансовые расчеты	16	4.1. Волатильность цены	57
1.3. Финансовые рынки	17	4.2. Дюрация	59
1.4. Компьютерная технология	20	4.3. Выпуклость	69
Глава 2. Анализ алгоритмов	25	Глава 5. Временная структура процентных ставок	72
2.1. Сложность	25	5.1. Введение	72
2.2. Анализ алгоритмов	26	5.2. Спот-ставки	74
2.3. Описание алгоритмов	27	5.3. Получение спот-ставок из кривых доходности	75
2.4. Разработка программного обеспечения	28	5.4. Статический спред	77
Глава 3. Основы финансовой математики	30	5.5. Кривая спот-ставок и кривая доходности	77
3.1. Временная стоимость денег	30	5.6. Форвардные ставки	79
3.2. Ежегодные ренты	33	5.7. Теории временной структуры	85
3.3. Амортизация	35	5.8. Уточнение понятий дюрации и иммунизации	89
3.4. Доходности	37		

Часть II. ОПЦИОНЫ И ДРУГИЕ ПРОИЗВОДНЫЕ ЦЕННЫЕ БУМАГИ

Глава 6. Основные факты теории вероятностей и математической статистики	96	8.4. Досрочное исполнение Американских опционов	128
6.1. Основные понятия	96	8.5. Выпуклость цен опционов	131
6.2. Регрессия	103	8.6. Свойство портфеля, составленного из опционов	132
6.3. Корреляция	106	Глава 9. Модели оценки стоимости опционов	134
6.4. Оценка параметров	107	9.1. Введение	134
Глава 7. Основы опционов	111	9.2. Биномиальная модель оценки стоимости опциона	135
7.1. Введение	111	9.3. Формула Блэка—Шоулса	148
7.2. Основные понятия	112	9.4. Использование формулы Блэка—Шоулса	155
7.3. Биржевые опционы (опционы, которыми торгуют на бирже)	114	9.5. Американские опционы пут на бездивидендные акции	157
7.4. Основные стратегии в опционах	117	9.6. Опционы на акции с дивидендами	159
7.5. Комбинация	121	9.7. Пересечение дерева по диагонали	164
Глава 8. Арбитраж при оценке стоимости опциона	123		
8.1. Арбитражные соображения	123		
8.2. Относительная стоимость опционов	124		
8.3. Паритет пут—колл и ряд вытекающих из него свойств	126		

Глава 10. Анализ чувствительности опционов	169
10.1. Меры чувствительности («Гречанки»)	169
10.2. Техника численных расчетов	174

Глава 11. Теория опционов. Продолжение	178
11.1. Корпоративные ценные бумаги	178
11.2. Барьерные опционы	185
11.3. Шапки и полы процентных ставок	189
11.4. Опционы на индексы акций	190
11.5. Форексные опционы	193

Часть III. НЕПРЕРЫВНАЯ ФИНАНСОВАЯ МАТЕМАТИКА И ХЕДЖИРОВАНИЕ

Глава 13. Стохастические процессы и броуновское движение	236
13.1. Случайные процессы	236
13.2. Мартингалы («справедливые игры»)	238
13.3. Броуновское движение	243
13.4. Броуновский мост	249

Глава 14. Финансовая математика с непрерывным временем	251
14.1. Стохастические интегралы	251
14.2. Процессы Ито	254
14.3. Применения	260
14.4. Финансовые приложения	264

11.6. Сложные опционы	198
11.7. Производные ценные бумаги, стоимость которых зависит от траектории	199

Глава 12. Форварды, фьючерсы, опционы на фьючерсы, свопы	207
12.1. Введение	207
12.2. Форвардные контракты	209
12.3. Фьючерсные контракты	214
12.4. Опционы на фьючерсы и опционы на форварды	223
12.5. Свопы	230

Глава 15. Оценка стоимости производных финансовых инструментов в случае непрерывного времени	270
15.1. Дифференциальные уравнения в частных производных	270
15.2. Дифференциальное уравнение Блэка—Шоулса	271
15.3. Приложения	276
15.4. Оценка стоимости производного инструмента общего вида	287
15.5. Стохастическая волатильность	289

Глава 16. Хеджирование	291
16.1. Введение	291
16.2. Хеджирование и фьючерсы	292
16.3. Хеджирование и опционы	297

Часть IV. ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ФИНАНСОВЫХ РАСЧЕТОВ

Глава 17. Деревья	304
17.1. Оценка стоимости барьерных опционов комбинаторными методами	304
17.2. Алгоритмы триномиального дерева	313
17.3. Оценка стоимости многокомпонентных условных требований	316
Глава 18. Численные методы	321
18.1. Конечно-разностные методы	321
18.2. Моделирование по методу Монте-Карло	328
18.3. Квазиметоды Монте-Карло	336

Глава 19. Матричные вычисления	343
19.1. Основные определения и результаты	343
19.2. Проблема метода наименьших квадратов	349
19.3. Сглаживание данных с помощью сплайнов	355
Глава 20. Анализ временных рядов	361
20.1. Введение	361
20.2. Модели условной дисперсии для волатильности цены	369

Часть V. КЛАСС ЦЕННЫХ БУМАГ, ЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ К ПРОЦЕНТНОЙ СТАВКЕ, И ЕГО ПРОБЛЕМЫ

Глава 21. Производные ценные бумаги на процентную ставку	374
21.1. Фьючерсы и форварды на процентную ставку	374
21.2. Опционы с фиксированной доходностью и опционы на процентную ставку	387
21.3. Опционы на фьючерсы по процентной ставке	392
21.4. Свопы на процентную ставку	394
Глава 22. Подгонка временной структуры	406
22.1. Введение	406
22.2. Линейная интерполяция	407

22.3. Обычный метод наименьших квадратов	409
22.4. Сплайны	411
22.5. Схема Нельсона—Зигеля	412
Глава 23. Введение в моделирование временной структуры	414
23.1. Введение	414
23.2. Биномиальное дерево процентной ставки	415
23.3. Применения к оценке стоимости и хеджированию	426
23.4. Временная структура волатильности	432

Глава 24. Основы моделирования временной структуры 435

- 24.1. Терминология 435
 24.2. Основные соотношения 436
 24.3. Риск-нейтральная оценка стоимости 438
 24.4. Уравнение временной структуры 441
 24.5. Процесс форвардной ставки 444
 24.6. Биномиальная модель с приложениями 445
 24.7. Модели Блэка—Шоулса 451

Глава 25. Равновесные модели временной структуры 454

- 25.1. Модель Васичека 454

- 25.2. Модель Кокса—Ингерсолла—Росса 457
 25.3. Другие модели 465
 25.4. Калибровка модели 466
 25.5. Однофакторные модели краткосрочной ставки 468

Глава 26. Безарбитражные модели временной структуры 471

- 26.1. Введение 471
 26.2. Модель Хо—Ли 471
 26.3. Модель Блэка—Дермана—Тоя 477
 26.4. Модели по Халлу и Уайту 481
 26.5. Модель Хита—Джэрроу—Мортон 487
 26.6. Модель Ритчкена—Санкарасубрамания 495

Часть VI. НАИБОЛЕЕ ИЗВЕСТНЫЕ ЦЕННЫЕ БУМАГИ**Глава 27. Ценные бумаги с фиксированной доходностью 500**

- 27.1. Введение 500
 27.2. Облигации Казначейства, агентств и муниципалитетов 501
 27.3. Корпоративные облигации 504
 27.4. Методы оценки стоимости 509
 27.5. Дюрация ключевых ставок 517

Глава 28. Ценные бумаги, обеспеченные залковыми. Введение 521

- 28.1. Введение 521
 28.2. Банковская деятельность, связанная с залковыми 523
 28.3. Агентства и процесс превращения залковых в ценные бумаги 525
 28.4. Ценные бумаги, обеспеченные залковыми 527

- 28.5. Программы федеральных агентств по ценным бумагам, обеспеченным залковыми 531
 28.6. Предоплата 532

Глава 29. Анализ ценных бумаг, обеспеченных залковыми 537

- 29.1. Анализ денежного потока 537
 29.2. Моделирование предоплаты по залковым 554
 29.3. Дюрация и выпуклость 557
 29.4. Методология оценки стоимости 560

Глава 30. Облигации, обеспеченные залковыми 567

- 30.1. Введение 567
 30.2. Слои с плавающей ставкой 568
 30.3. Облигации ЗПК 570
 30.4. Облигации ЦПК 575
 30.5. Полосы ОЗЗ 575
 30.6. Остатки 576

Часть VII. ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА УПРАВЛЕНИЯ ПОРТФЕЛЕМ**Глава 31. Современная портфельная теория 578**

- 31.1. Анализ риска и доходности с помощью среднего и дисперсии 578

- 31.2. Модель оценки стоимости финансовых активов 587
 31.3. Факторные модели 594
 31.4. Стоимость под риском 598

Часть VIII. ДОПОЛНЕНИЕ**Глава 32. Программное обеспечение 608**

- 32.1. Программирование в сети 608
 32.2. Использование программного обеспечения на странице *The Capitals* 608
 32.3. Другие темы 611

Глава 33. Решения к упражнениям и заданиям по программированию 613**Глава 34. Русские и английские сокращения 696**

- 34.1. Используемые русские сокращения и их английские эквиваленты 696
 34.2. Используемые английские сокращения 698

Глава 35. Некоторые из основных понятий современной финансовой теории 700

- Литература 705
 Предметный указатель 738