

Санкт-Петербургский государственный университет
Высшая школа менеджмента

А.В. Бухвалов, Е.А. Дорофеев, В.Л. Окулов

**ЛЕКЦИИ
ПО ИЗБРАННЫМ ВОПРОСАМ
КЛАССИЧЕСКИХ ФИНАНСОВЫХ МОДЕЛЕЙ**

Учебное пособие

Под научной редакцией А.В. Бухвалова

Санкт-Петербург
Издательство «Высшая школа менеджмента»
2010

УДК 336
ББК 65.261
Б94

Рецензенты:

д.э.н., проф. **Е. М. Рогова** (С.-Петербургский филиал ГУ-ВШЭ);
к.т.н. **А. Т. Мухаметшин** (вице-президент С.-Западного об-ва оценщиков)

Печатается по решению Ученого Совета
Высшей школы менеджмента СПбГУ

Бухвалов А.В., Дорофеев Е.А., Окулов В.Л.

Л47 Лекции по избранным вопросам классических финансовых моделей: учеб. пособие / А.В. Бухвалов, Е.А. Дорофеев, В.Л. Окулов; под научн. ред. А.В. Бухвалова; Высшая школа менеджмента СПбГУ. — СПб.: Изд-во «Высшая школа менеджмента», 2010. — 352 с.

ISBN 978-5-9924-0050-2

Данное учебное пособие продвинутого уровня посвящено ряду классических моделей теории финансов — модели эффективности рынка, модели ценообразования на капитальные активы (САРМ) как в исходной, так и в обобщенной формулировке, приложению моделей ценообразования на опционы к финансовым рынкам, модели ценности под риском (VaR), моделированию поведения стратегических инвесторов. Центральным моментом является не просто рассмотрение общей теории, а демонстрация того, как с ее помощью можно решать конкретные задачи и анализировать конкретные ситуации. Во-первых, показывается, как соответствующие модели надо модифицировать и развивать для решения конкретных задач. Во-вторых, результаты доводятся до детальных расчетов, причем на данных российского рынка. Оба указанных умения относятся к специфике работы финансового аналитика высокого класса.

Издание может использоваться в качестве учебного пособия в аспирантуре и магистратуре, на программах МВА и EMBA финансового профиля, а также для самообразования специалистами финансового рынка и сотрудниками отделов инвестиций компаний и банков.

ISBN 978-5-9924-0050-2 © А.В. Бухвалов, Е.А. Дорофеев, В.Л. Окулов, 2010
© Высшая школа менеджмента СПбГУ, 2010

Содержание

Предисловие редактора	10
1. Эффективность рынка государственных ценных бумаг и анализ кривых доходности	17
1.1. Исследование временной структуры процента в России . . .	17
1.2. Кривая доходности	20
1.2.1. Кривая доходности к погашению и кривая спот-ставок	21
1.2.2. Методы построения кривой спот-ставок	24
1.3. Кривая доходности	28
1.4. Форвардные ставки и гипотеза чистых ожиданий	31
1.4.1. Прогнозирование по форвардным ставкам	31
1.4.2. Две формы гипотезы чистых ожиданий	32
1.4.3. Эконометрика модели	34
1.5. Анализ рынка ГКО	35
1.5.1. Подготовка данных для эмпирической проверки гипотезы об ожиданиях	39
1.5.2. Результаты эмпирической проверки гипотезы чистых ожиданий	41
1.5.3. Влияние ставки налогообложения на доходность ГКО	44
1.5.4. Взаимосвязь между ставкой рефинансирования и доходностью по ГКО	47
1.6. Анализ рынка облигаций Санкт-Петербурга	50
1.6.1. Построение кривой спот-ставок на рынке облигаций Санкт-Петербурга	50

1.6.2. Эффективность первичного рынка облигаций Санкт-Петербурга	54
Задачи к главе 1	58
Приложения к главе 1	60
П 1.1. Метод обработки данных и результатов статистического анализа	60
П 1.2. Результаты статистического анализа	62
2. Модель CAPM как модель общего рыночного равновесия	65
2.1. История теории портфеля	65
2.2. История модели CAPM и ее основные предпосылки	67
2.3. Подход Дженсена: CAPM как форма рыночного равновесия	71
2.3.1. Описание предпосылок и вывод модели	71
2.4. Модель с нерыночными активами: обобщение CAPM	75
Задачи к главе 2	77
3. Эмпирическая проверка модели CAPM	79
3.1. План исследования	79
3.2. Классическая модель CAPM с безрисковым активом	82
3.2.1. Предпосылки модели и основные соотношения	82
3.2.2. Методы эмпирической проверки модели	84
3.2.3. Эконометрика модели	86
3.2.4. Исходные данные для проверки модели	87
3.2.5. Результаты эмпирической проверки модели	93
3.3. Модель CAPM в версии Блэка	97
3.3.1. Предпосылки модели и основные соотношения	97
3.3.2. Методы эмпирической проверки модели	99
3.3.3. Эконометрика модели	100
3.3.4. Исходные данные для проверки модели	103
3.3.5. Результаты эмпирической проверки модели	103
Задачи к главе 3	110
4. Варианты классической модели CAPM	111
4.1. CAPM в версии Блэка как двухфакторная модель	112
4.1.1. Эконометрика модели	113
4.1.2. Результаты эмпирической проверки модели	115
4.2. Модель D-CAPM	117
4.2.1. Модели с учетом асимметрии доходности активов	117

4.2.2. Основные предпосылки модели D-CAPM	122
4.2.3. Эконометрика модели	124
4.2.4. Исходные данные для проверки модели	125
4.2.5. Результаты эмпирической проверки модели	126
Задачи к главе 4	130

5. Рыночные спреды и моменты входа на рынок

фондовых активов	133
5.1. Логика торговли отдельным финансовым инструментом . .	133
5.2. Построение модели с единственным инструментом фондового рынка	138
5.2.1. Общая схема и гипотезы модели	138
5.2.2. Решение модели с единственным инструментом фондового рынка	142
5.2.3. Граничные условия для «высоких» ставок альтернативной доходности	143
5.2.4. Граничные условия для «низких» ставок альтернативной доходности	144
5.2.5. Решение модели для периода «высоких» ставок альтернативной доходности	146
5.2.6. Решение модели для периода «низких» ставок альтернативной доходности и стабильного роста рынка	147
5.3. Выбор активов и проверка гипотез	147
5.4. Модель <i>bid-ask</i> -спредов с возможностью обмена альтернативных инструментов фондового рынка друг на друга	150
5.5. Группировка активов РТС для статистического оценивания модели спредов в случае обмена	154
5.6. Результаты статистического оценивания модели с возможностью обмена фондовых активов	156
5.6.1. Результаты статистического анализа арбитражных возможностей по обмену активов друг на друга	156
Задачи к главе 5	161
Приложение к главе 5	162
П 5.1. Математическое приложение: теоретическая оценка опционов на покупку актива по цене предложения и продажу по цене спроса	162

6. Облигации с плавающим купоном: принципы ценообразования	171
6.1. Облигации с плавающим купоном: определения и описательная статистика	171
6.2. Теоретические основы ценообразования на облигации с плавающим купоном	175
6.3. Сравнение доходностей плавающих облигаций и госбумаг: модель ценообразования на облигации с плавающим купоном	176
6.4. Оценка риска облигаций с плавающим купоном	181
6.5. Облигации Государственного сберегательного займа — первый опыт российских долговых производных бумаг . . .	183
6.5.1. Условия обращения	183
6.6. Статистика ценообразования на ОГСЗ	184
6.7. Корпоративные облигации с плавающим купоном	187
Задачи к главе 6	191
Приложение к главе 6	193
П 6.1. Численное решение уравнений в пакете Matlab 7.0 и графики	193
7. Влияние мониторинга инвестиций со стороны крупного собственника	199
7.1. Предпосылки модели	199
7.2. Описание модели	204
7.3. Анализ исходов игры	208
7.3.1. Дополнительные предположения и промежуточные результаты	208
7.3.2. Невозможность решения игры в чистых стратегиях .	210
7.3.3. Решения игры в смешанных стратегиях и оптимальный выбор доли собственности менеджера	216
Задачи к главе 7	219
8. Методология вычисления ценности под риском VaR	221
8.1. Модель оценивания возможных потерь	221
8.1.1. Определение Value at Risk	221
8.1.2. Простейшие приемы вычисления VaR	224
8.2. Оценка рискованности портфеля активов	228
8.2.1. Корреляция доходностей активов	228

8.2.2.	Диверсификация портфеля	233
8.2.3.	Ожидаемая доходность и дисперсия портфеля	235
8.2.4.	Диверсифицированный и недиверсифицированный VaR портфеля	237
8.3.	Методы вычисления VaR для различных активов	238
8.3.1.	Общие принципы	238
8.3.2.	Интерполяция данных в методе дисперсии-ковариации	240
8.3.3.	Вычисление VaR портфеля акций	244
8.3.4.	Вычисление VaR портфеля облигаций	245
8.3.5.	Ценообразование на облигации	247
8.4.	Риск инвестирования в облигацию	251
8.4.1.	Использование дюрации и выпуклости облигации для оценки риска	257
8.4.2.	Риск портфеля облигаций. Минимизация риска	260
8.5.	Вычисление VaR для производных инструментов	262
8.5.1.	Дельта-гамма метод оценки риска производных инструментов	263
8.5.2.	Фьючерсный контракт. Хеджирование риска	266
8.5.3.	Оценка риска фьючерсного контракта	268
8.5.4.	Риски форвардного контракта	272
8.5.5.	Опционы и опционные стратегии хеджирования риска	273
8.6.	Стохастический метод моделирования риска	277
8.6.1.	Моделирование динамики цен	277
8.6.2.	Метод Монте-Карло	280
8.6.3.	Вычисление VaR стохастическим методом	282
	Задачи к главе 8	290
	Приложения к главе 8	292
	П 8.1. Построение гистограммы в пакете Excel	292
	П 8.2. Характеристики распределения вероятности	293
	П 8.3. Проверка гипотезы о нормальности распределения	296
	П 8.4. Работа с матрицами в пакете Excel	297
	П 8.5. Дюрация и выпуклость облигации	297
	П 8.6. Ценообразование на форвардные контракты	300
	П 8.7. Ценообразование на опционы	301
	П 8.8. Генерация случайных чисел в пакете Excel	302

СД 1. Статистические дополнения к главе 1	307
СД 1.1. Временная структура процента в России: январь — февраль 1998 г.	307
СД 5. Статистические дополнения к главе 5	312
СД 5.1. Статистика <i>bid-ask</i> -спредов для случая с единственным инструментом фондового рынка: данные	312
СД 5.2. Статистика <i>bid-ask</i> -спредов для случая с единственным инструментом фондового рынка: результаты расчетов	315
СД 5.3. Рыночные спреды по группам ликвидности акций .	319
СД 5.4. Рыночные спреды акций по отраслям при возможности их обмена друг на друга	321
СД 5.5. Сравнение индексов различных отраслей	327
Словарь терминов	329
Литература	339

Список кейсов

Кейс 1.1. Поиск недооцененных облигаций на примере рынка ГИО Санкт-Петербурга	57
Кейс 5.1. Торговля РАО ЕЭС в 1997–1998 гг.	159
Кейс 6.1. Торговля облигациями ЕБРР (2005–2006 гг.)	189
Кейс 6.2. Плавающие облигации г. Санкт-Петербурга	190
Кейс 8.1. Оценка VaR фьючерсного контракта методом Монте-Карло	284