

Введение

Надеемся, что наш учебник, посвященный особенностям финансового моделирования, послужит убедительным доказательством того, что теперь с помощью электронных таблиц можно успешно построить большое количество моделей. Они охватывают полный спектр финансовых инструментов (включая акции, опционы на акции и опционы на облигации), разработка которых началась в 50-х и продолжалась до конца 90-х годов прошлого столетия. Модели реализованы в электронных таблицах Excel и дополнены функциями, написанными с помощью языка VBA в Excel. Полученные в результате специальные функции предоставляют библиотеку программ с более чем достаточной скоростью и точностью вычислений.

Настоящую книгу необходимо рассматривать как дополнение (или, если позволите, противоядие) к традиционным учебникам в данной области. Она содержит относительно немного выводов формул, что позволяет рассмотреть больший диапазон моделей и методов, уделяя особое внимание более новым разработкам.

Основные теоретические разработки в области финансов, в частности портфельная теория в 1950-х, ценовая модель рынка капитала (Capital Asset Pricing Model — CAPM) в 1960-х и формула ценообразования опционов Блэка–Шоулза (Black–Scholes) в 1970-х годах, опираются на аналитические вычисления, которые сегодня выполняются достаточно просто. Последующие десятилетия прошлого века ознаменовались растущим количеством разработок в числовых методах. Биномиальные деревья с продуманным выбором параметров заняли центральное место в большинстве вычислений, необходимых сегодня для определения стоимости опционов на акции и облигации. В настоящее время основная роль в области финансов отводится поиску более эффективных способов выполнения таких вычислений.

Широта возможных задач финансового моделирования и сложность расчетов, необходимых для более сложных моделей, требуют использования возможностей

Excel, встроенных функций, которые содержатся в Excel, и среды программирования, которую обеспечивает VBA. Это позволяет выделить общие для всех финансовых моделей предположения (логарифмически нормальный характер распределения переменных), математические задачи (математическое ожидание) и числовые методы (биномиальные деревья). Мы пытались обеспечить последовательность и простоту изложения материала, способствующие повторению знакомых выводов и углубляющие понимание новых вопросов.

Поставленная нами задача — написать книгу, охватывающую широкий круг финансовых вопросов, — оказалась одновременно и сложной и увлекательной. Нам представился шанс сделать обзор финансов в целом и при этом вывести важные взаимосвязи и выявить общее в предположениях относительно цен активов, в математических задачах, числовых методах и решениях Excel. В следующих разделах подытожены некоторые общие вопросы, касающиеся акций, опционов и облигаций в аспекте финансов, математических тем, числовых методов и функциональных возможностей Excel. После этого приводится подробное содержание основных тем, рассмотренных в каждой главе книги.

1.1 Некоторые аспекты финансовой теории

Современная финансовая теория как отдельная наука зародилась после разработки Марковицем (Markowitz) портфельной теории в 1952 году. Марковиц использовал теорию полезности, чтобы смоделировать предпочтения индивидуальных инвесторов и разработать подход, опирающийся на критерий “средняя доходность–дисперсия”, для анализа компромиссного решения инвестора, выбирающего между доходностью, которая измеряется как средняя доходность актива, и риском, который характеризуется дисперсией доходности актива. Теория Марковица способствовала разработке Шарпом (Sharpe), Линтнером (Lintner) и Трейнором (Treynor) ценовой модели рынка капитала — равновесной модели, описывающей ожидаемую доходность акций. В ценовой модели рынка капитала используется коэффициент “бета” — величина, измеряющая диверсифицируемый риск акции. При этом полагается, что формирование портфеля акций приводит к минимизации специфического компонента общего риска акции.

Следующая крупная теоретическая разработка — формула ценообразования опционов на акции Блэка и Шоулза, в основе которой лежит возможность создать хеджированный (безрисковый) портфель. Мертон (Merton) расширил формулу Блэка–Шоулза, включив в нее непрерывно начисляемые дивиденды, что позволило проанализировать товарные и валютные опционы. Вывод первоначальной формулы был связан с решением используемого в физике уравнения диффузии, но впоследствии был решен за счет более широкого, нейтрального к риску подхода к оценке производных.

1.2 Предположения о цене финансовых активов

Хотя портфельная теория была разработана в контексте предпочтений индивидуальных инвесторов, ее можно также получить путем формулировки предположений о распределении значений доходности финансовых активов. Для этого предполагается, что доходность акций имеет логарифмически нормальное распределение, т.е. логарифмы значений доходности акций имеют нормальное распределение. Позже был выявлен эффект отклонения от нормального распределения доходности, который характеризуют показатели асимметрии и эксцесса; это привело к использованию других форм распределений (например, обратного гамма-распределения).

Хотя облигации обладают характеристиками, отличными от характеристик акций, отправной точкой оценки опционов на облигации является краткосрочная процентная ставка. Часто используется предположение, что она имеет логарифмически нормальное или нормальное распределение. Из этого вытекает важный вывод: результаты, полученные из таких вероятностных распределений, могут применяться в финансах.

1.3 Математические и статистические задачи

В части, касающейся акций, математические задачи являются оптимизационными. Оптимизация может включать дополнительные ограничения, примером которых является анализ стилей, выполненный Шарпом с учетом доходности активов. Коэффициент “бета” рассматривается как коэффициент наклона прямой линейной регрессии.

В рамках подхода, предполагающего, что инвесторы нейтрально относятся к риску, опционы оцениваются на основе статистических ожиданий. Нормальное распределение логарифмов цен акций может быть аппроксимировано эквивалентным ему дискретным биномиальным распределением. Это биномиальное распределение служит основой для вычисления ожидаемой стоимости опциона.

1.4 Числовые методы

В контексте портфельной оптимизации поставленные задачи связаны с дисперсией портфеля и для их решения используется метод квадратичного программирования. В анализе стилей также используется квадратичное программирование, а минимизируется при этом дисперсия ошибки. Хотя обычно эта задача не рассматривается как оптимизационная, в линейной регрессии осуществляется выбор коэффициентов регрессии для минимизации ошибки остатков. Здесь приме-

няется оптимизация другого типа, с регрессионным анализом, где для вычисления коэффициентов существуют аналитические формулы.

В оценке опционов активно применяется биномиальное дерево (с его помощью может быть вычислено нейтральное к риску математическое ожидание). Важность выбора параметров подчеркивается с помощью анализа свойств сходимости трех различных биномиальных деревьев. Такие деревья позволяют также оценить американские опционы, которые могут быть выполнены в любую дату до срока погашения.

Для европейских опционов используются также приемы имитационного моделирования (метод Монте-Карло) и числового интегрирования. Методы числового решения, в частности метод Ньютона–Рафсона, обеспечивают возможность оценки подразумеваемой изменчивости, связанной с рыночной стоимостью опционов.

1.5 Возможности Excel

Электронные таблицы демонстрируют, как можно использовать Excel в качестве прототипа построения моделей. Во всех отдельно взятых таблицах формулы в ячейках можно легко проанализировать, и мы старались выполнять все промежуточные вычисления в разных ячейках. Электронные таблицы обеспечивают также возможность установки критериев в анализе “что–если” путем изменения значений параметров в ячейках.

Все модели и методы реализованы дважды: в электронных таблицах и в функциях VBA. Этот двойной подход служит важной проверкой точности вычислений.

Некоторые процедуры VBA являются макросами, которые привычно считаются главным назначением VBA в Excel. Однако большинство написанных процедур представляют собой функции, определенные пользователем. Мы продемонстрируем, как написать эти функции в VBA и как они могут включать функции Excel, в том числе и мощные матричные функции.

Настройки Excel Поиск решения (Solver) и Подбор параметра (Goal Seek) используются для решения оптимизационных задач. Мы покажем, как автоматизировать работу с этими настройками с помощью определенных пользователем функций и макросов VBA. Еще один аспект Excel, к которому обращаются гораздо реже, чем хотелось бы, связан с применением функций массивов (которые используются с комбинацией клавиш <Ctrl+Shift+Enter>); мы включим эту возможность в разработанные специальные функции. В целях повышения эффективности наши биномиальные деревья в функциях, определенных пользователем, работают с одномерными массивами (векторами), а не с двухмерными (матрицами).

1.6 Рассмотренные темы

Книга состоит из четырех частей, первая из которых иллюстрирует функции моделирования в Excel, а последующие три предоставляют прикладной материал по финансам (в них рассматриваются акции, опционы на акции и опционы на облигации).

В главе 2, “Функции и процедуры Excel”, описываются основные функции и приемы Excel, которые будут использованы в остальных главах книги. Особое внимание уделяется функциям массивов в Excel, а также математическим аспектам операций с матрицами.

В главе 3, “Введение в VBA”, вы познакомитесь со средой программирования VBA и пошаговым подходом к созданию макросов VBA. Подобранные для этого примеры демонстрируют, как используются макросы для автоматизации и повторения различных задач в Excel.

В главе 4, “Создание пользовательских функций VBA”, обсуждаются определенные пользователем функции VBA, которые играют решающую роль во всех финансовых приложениях. Делается акцент на работе со скалярными переменными и массивами в качестве входных переменных функций VBA, их использовании в вычислениях и, наконец, их роли как результатов, получаемых из функций. В ряде представленных примеров также используется пошаговый подход. В этой главе в числе прочего описывается разработка функций для оценки европейских (формула Блэка–Шоулза) и американских (биномиальные деревья) опционов.

В главе 5, “Введение в процесс моделирования”, представлено введение к первой прикладной части книги, посвященной акциям.

В главе 6, “Оптимизация инвестиционного портфеля”, рассматривается оптимизация с использованием надстройки Поиск решения и аналитических решений. В этой и последующих главах показано использование надстройки Поиск решения как в электронных таблицах, так и путем автоматизации вычислений с помощью VBA. Применяя функции массивов в Excel и VBA, мы подробно останавливаемся на том, как можно получить точки эффективной портфельной границы. Развитие портфельной теории подразделяется на три общие задачи, которые рассматриваются в последующих главах.

В главе 7, “Оценка акций”, вы ознакомитесь с оцениванием акций, начиная с одноиндексной модели и ценовой модели рынка капитала (CAPM-модели) и заканчивая анализом инвестиций с учетом риска (Value-at-Risk — VaR). Здесь используется предположение о нормальном распределении логарифмов доходности акций, которое будет применяться и в других моделях.

Глава 8, “Оценка эффективности инвестиционных стратегий”, также начинается с характеристики моделей с одним параметром, которые использовались в начале развития инвестиционной теории, и заканчивается оценкой многоиндексных моделей (как в анализе стилей), представляющих лучшие современные

достижения. В данной главе показано, как для весов активов в анализе стилей могут быть рассчитаны доверительные интервалы.

Глава 9, “Введение в теорию опционов на акции”, начинает вторую прикладную часть, посвященную опционам. Исходя из предположения о нормальном распределении, которое имеют логарифмы доходности акций, здесь подробно рассматривается хеджирование, являющееся ключевым моментом в основе формулы оценки опционов Блэка–Шоулза. Кроме того, вводится другая интерпретация стоимости опциона как дисконтированной ожидаемой стоимости выплат по опционам в условиях нейтрального отношения инвесторов к риску.

В главе 10, “Биномиальные деревья”, такие деревья рассматриваются как дискретная аппроксимация непрерывного нормального распределения логарифмов цен акций. На практике биномиальные деревья являются основой для числовых методов оценки опционов, так как они позволяют учесть досрочное выполнение опциона, а следовательно, оценить американские опционы. В данной главе проиллюстрированы три различных варианта параметров для биномиальных деревьев, в том числе малоизвестное дерево Лайзена (Leisen) и Раймера (Reimer), которое обладает значительно лучшими показателями сходимости и точности по сравнению со стандартными вариантами. В примерах электронных таблиц используется девятишаговое дерево, но специальные функции могут работать с любым количеством шагов.

В главе 11, “Формула оценки опционов Блэка–Шоулза”, обсуждается возможность приспособления этой формулы для оценки опционов на другие активы (валюту и товары), а также ее зависимость от предположений о цене активов.

Глава 12, “Другие числовые методы оценки европейских опционов”, охватывает два альтернативных способа вычисления статистического ожидания, используемых в формуле Блэка–Шоулза для европейских опционов. Это метод Монте-Карло (имитационное моделирование) и числовое интегрирование. Хотя эти методы работают хуже для простых опционов, которые рассматриваются в книге, они играют важную роль в оценке более сложных опционов.

В главе 13, “Распределения, отличные от нормального, и внутренняя изменчивость”, отбрасывается предположение о нормальном распределении логарифмов доходности активов и описывается, как отклонение от нормального распределения (которое обычно характеризуется параметрами асимметрии и эксцесса) приводит к так называемой “улыбке изменчивости” в рыночных ценах опционов. В данной главе приводятся эффективные методы поиска подразумеваемой изменчивости, влияющей на цены европейских опционов.

С главы 14, “Введение в теорию оценки опционов на облигации”, начинается третья прикладная часть. Тогда как цены облигаций имеют отличные от цен акций характеристики, в математических задачах и числовых методах, используемых для оценки опционов на акции и облигации, есть много общего. Здесь определяется временная структура на основании ряда цен бескупонных облигаций и показано,

как краткосрочная процентная ставка может быть смоделирована в биномиальном дереве для оценки денежных потоков по бескупонным облигациям.

Глава 15, “Моделирование процентных ставок”, охватывает две модели процентных ставок: Васичека–Кокса (Vasicek–Cox) и Кокса–Ингерсолла–Росса (Cox–Ingersoll–Ross). Здесь подробно описываются аналитические формулы для цен бескупонных облигаций и опционов на бескупонные облигации, а также итеративный подход к оценке опционов на купонные облигации.

В главе 16, “Соответствие дерева процентных ставок и текущей временной структуры”, показано, как краткосрочная ставка может быть смоделирована в биномиальном дереве для поиска параметров, соответствующих заданной временной структуре бескупонных облигаций. В ней описывается построение популярного дерева процентных ставок Блэка–Дермана–Тоя (Black–Derman–Toy) как в электронных таблицах, так и в специальных функциях, а также его применение для оценки европейских и американских опционов на бескупонные облигации.

В приложении приводится список других пользовательских функций, которые реже используются в рассмотренных моделях. Тем не менее эти функции составляют полезный набор инструментов, в который входят функции для моделирования ARIMA-процессов, сплайнов, собственных значений и других вычислений.

1.7 Рабочие книги Excel

К каждой главе создана соответствующая рабочая книга (для версии Excel 2002). Все примеры можно найти на прилагаемом компакт-диске.

1.8 Замечания и предложения

Мы потратили очень много времени на разработку материала и написание этой книги и будем весьма признательны за любые комментарии, предложения и даже возможные исправления и улучшения. Пожалуйста, пишите (на английском языке) по адресу: mstaunton@london.edu, а также вносите замечания на Web-узлах www.london.edu/ifa/services/services.html или www.business.city.ac.uk/irmi/mstaunton.html. Не забудьте также отправить копию вашего сообщения по адресу: info@williamspublishing.com.

Ждем ваших отзывов!

Вы, уважаемый читатель, и есть главный критик и комментатор этой книги. Мы ценим ваше мнение и хотим знать, что было сделано нами правильно, что можно было сделать лучше и что еще вы хотели бы увидеть изданным нами. Нам интересно услышать и любые другие замечания, которые вам хотелось бы высказать в наш адрес.

Мы ждем ваших комментариев и надеемся на них. Вы можете прислать нам бумажное или электронное письмо, либо просто посетить наш Web-сервер и оставить свои замечания там. Одним словом, любым удобным для вас способом дайте нам знать, нравится или нет вам эта книга, а также выскажите свое мнение о том, как сделать наши книги более интересными для вас.

Посылая письмо или сообщение, не забудьте указать название книги и ее авторов, а также ваш обратный адрес. Мы внимательно ознакомимся с вашим мнением и обязательно учтем его при отборе и подготовке к изданию последующих книг. Наши координаты:

E-mail: info@dialektika.com

WWW: <http://www.dialektika.com>

Адреса для писем:

из России: 115419, Москва, а/я 783

из Украины: 03150, Киев, а/я 152