

**МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРИРОВАННЫХ ФИНАНСОВЫХ ПРОДУКТОВ
СО ВСТРОЕННЫМИ БАРЬЕРНЫМИ ОПЦИОНАМИ КЛАССА «KNOCK-IN»**

М.Э. Фатьянова

Научный руководитель: к.ф.-м.н., доцент М.Е. Семёнов

Томский политехнический университет, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: margarett13@tpu.ru

**MODELING OF THE STRUCTURED FINANCIAL PRODUCTS
WITH THE BUILT IN BARRIER OPTIONS OF THE CLASS «KNOCK-IN»**

M.E. Fatyanova

Scientific Supervisor: PhD, associate prof. M.E. Semenov

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: margarett13@tpu.ru

Modeling results of the structured products with the built in barrier options was presented in article. The basic feature of barrier options is that its cost always cheaper standard options. This factor allows to increase the profitableness of the structured product. For estimation of the barrier options cost the Monte-Carlo method was used, which is realized in «Exotic Options Calculator» program.

На данный момент в России рынок стандартных опционов достаточно развит, оценку стоимости опционов можно осуществить, используя известные аналитические формулы. Однако рынок экзотических опционов и структурированных продуктов (СП), построенных на их основе, развит слабо. Главная причина состоит в том, для оценки стоимости таких опционов требуются специальные знания.

В данной статье будет рассмотрено использование метода Монте-Карло для оценки стоимости опционной составляющей (барьерных опционов) СП. Цель данной работы – моделирование структурированного финансового продукта со встроенными барьерными опционами класса «knock-in». Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: 1) составить алгоритм оценки стоимости опционов методом Монте-Карло; 2) определить основное преимущество использования барьерных опционов; 3) привести иллюстративный пример моделирования структурированного финансового продукта.

Барьерными называются опционы, доход по которым зависит от того, превысит ли цена базового актива за определенный период времени заранее установленный уровень (барьер) [1]. Для класса опционов «knock-in» существует барьер, при достижении которого опцион «включается» и как следствие выполняются условия по СП.

Будем понимать под СП сложный финансовый инструмент, сформированный посредством комбинации базовых (простых) инвестиционных инструментов и дающий возможность заработать больше, чем на банковских вкладах [2].

Оценка стоимости опциона методом Монте-Карло происходит по следующему алгоритму.

Шаг 1. Сгенерировать случайную будущую цену акции на дату истечения опциона, с использованием безрисковой ставки в качестве ожидаемой доходности акции.

Шаг 2. Рассчитать выплаты по опциону при данной цене акции.

Примечание. Шаги 1 и 2 образуют одну итерацию. Результатом итерации является значение случайной величины, т.е. выплаты по опциону.

Шаг 3. Повторить шаги 1 и 2 многократно, например, 1000 раз.

Шаг 4. Рассчитать среднее значение выплаты по опциону.

Шаг 5. Дисконтировать среднее значение выплаты по безрисковой ставке, полученный результат будет оценкой справедливой стоимости опциона.

Таким образом, согласно алгоритму стоимость опциона – это дисконтированное значение математического ожидания выплаты по опциону, рассчитанное при ожидаемой доходности акции, равной безрисковой ставке. Метод Монте-Карло – это достаточно универсальный метод, который позволяет оценивать почти любые опционы, в том числе экзотические (азиатские, бинарные, барьерные и др.). Данный метод не слишком сложен в реализации. Однако для достижения высокой точности нужно совершить большое количество итераций, что требует больше времени по сравнению, например, с использованием аналитической формулы Блэка-Шоулза. Следует также отметить, что метод Монте-Карло не подходит для оценки американских опционов с возможностью досрочного истечения [3].

Приведем основные формулы для простейшего СП, состоящего из депозита и купленных опционов.

Величина, равная отношению доходности СП к доходности базового актива называется коэффициентом участия и рассчитывается по формуле:

$$PR = E \cdot Q / S, \tag{1}$$

где E – цена начала участия опциона, Q – количество встроенных опционов, S – сумма инвестиций.

Количество опционов, встраиваемых в продукт, определяется по формуле:

$$Q = \left\lfloor \frac{S \cdot (1 - K) - D}{V_{BI}} \right\rfloor, \tag{2}$$

$$\text{где } K \text{ – это комиссия, сумма, размещаемая на депозит } D = S \cdot G \cdot \exp\{-R \cdot T\}, \tag{3}$$

G – степень гарантии возврата капитала, V_{BI} – оценка стоимости опциона методом Монте-Карло.

$$\text{Сумма, потраченная на покупку опционов: } S_{opt} = S - D \tag{4}$$

$$\text{Формула доходности по депозиту } Dd = T \cdot rd \cdot 100\%, \text{ где } rd \text{ – депозитная ставка} \tag{5}$$

Формула выплат доходности по СП:

$$Dsp = \max \{r\%, r + PR \cdot (P_1 - P_s) / P_s\} \tag{6}$$

где P_1 – значение базового актива в момент истечения срока СП; P_s – текущая цена базисного актива; PR – коэффициент участия по СП; r – минимально гарантированная доходность СП, которая заранее фиксируется в договоре.

Предположим, что клиент ожидает роста цены базового актива – обыкновенных акций ОАО «Газпром» и готов принять на себя дополнительные риски для увеличения доходности в случае реализации своего прогноза. Как один из вариантов мы можем предложить данному клиенту продукт со встроенными барьерными опционами «call knock-in».

Моделирование структурированного продукта. Пусть $E=125$ руб.; $G=100\%$; $P_s=125$ руб.; риск базового актива $\sigma=30\%$; $T=1$ год.

Инвестор, приобретая СП, через год получит доходность, только в случае, если цена базового актива за срок продукта T достигнет заранее установленной в договоре барьерной цены BI (барьера). В

противном случае инвестор получит назад всю сумму первоначально инвестированных средств.

Установим барьер на уровне $BI=135$ руб. При этом наблюдать за ценой базового актива с целью определения пробития барьера будем непрерывно в течение периода действия продукта. Используя оценку опционов «call knock-in» методом Монте-Карло получим стоимость барьерного опциона $V_{BI}=18,9$ руб. Согласно формуле (3) инвестор размещает на депозит сумму 932 393,82 руб. Тогда для покупки опционов по формуле (4) остается 67 606,18 руб. При этом инвестор может купить 3 577 барьерных опционов call «knock-in». По формуле (1) получаем значение $PR = 44,72\%$.

Стоимость обычного опциона «call», рассчитанная по классической формуле Блэка-Шоулза, составляет 19,01 руб. Коэффициент участия по СП с таким опционом составил 44,45%. При этом разница в значении коэффициента участия PR , вычисленной по методу Монте-Карло и формуле Блэка-Шоулза составляет всего 0,27%.

Инвестор приобрел СП со встроенными «knock-in» опционами, через год он получит доходность, аналогичную доходности простейшего СП, только в случае, если цена базового актива (акции ОАО «Газпром») за срок продукта достигнет заранее установленной в договоре барьерной цены BI .

Если на момент погашения $P_I = 130$ руб. и базовый актив не пробил барьер $BI = 135$ руб., то инвестор вернет только инвестированную сумму. В то время как в случае инвестирования в простейший продукт, инвестор получит согласно формуле (6): $Dsp = 44,45\% \cdot (130-125) / 125 = 1,78\%$. Если за период действия продукта базовый актив достигнет цены 135 руб., но на момент погашения цена оказалась равной 130 руб., то по формуле (6) инвестор получит доходность, равную: $Dsp = 44,72\% \cdot (130-125) / 125 = 1,79\%$ что ненамного больше, чем по стандартному продукту.

Отметим, что если цена базового актива P_I составит 135 рублей и выше, барьер в любом случае будет пробит, и разница в доходностях по сравниваемым продуктам уже будет существеннее, что немаловажно для инвестора.

Основное достоинство барьерных опционов в том, что они всегда дешевле обычных. Такие характеристики делают их более выгодными по сравнению со стандартными опционами, что приводит к снижению стоимости барьерных опционов, а, следовательно, повышается коэффициент участия по структурированному продукту. В данной работе для оценки опционов методом Монте-Карло использована программа Exotic Options Calculator [5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вайн С. Опционы: Полный курс для профессионалов. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2008. – 466 с.
2. Сундукова О.А. Понятие и сущность структурных финансовых продуктов // Теория и практика общественного развития. – 2012. – № 11. – С. 328–330.
3. Расчет цен опционов методом Монте-Карло [Электронный ресурс] URL: http://window.edu.ru/resource/997/77997/files/sbornik_BT_3.pdf (Дата обращения: 27.02.14).
4. Омельченко В.В. Оценка стоимости розничных структурированных финансовых продуктов, диссертация ... к.э.н. / ГУ ВШЭ. – Москва, 2010. – 173 с.
5. Exotic Options Calculator [Электронный ресурс] URL: www.mgsoft.ru (Дата обращения: 25.02.14).