

Глава 6. Применение EGARCH моделей для анализа спредов Российских корпоративных еврооблигаций.

Е.А. Сулицкий, Берзон Н.И.

Аннотация

В данном исследовании для анализа кредитных спредов корпоративных еврооблигаций применяется модель EGARCH, основанная на модели Лонгстаффа и Шварца. Это позволяет проанализировать ежедневное изменение кредитных спредов во времени. Так же данное исследование способно помочь сделать ряд выводов касательно эффективности не только рынка долговых финансовых инструментов Российской Федерации, но и рынка акций. Стоит отметить, что ранее подобных анализов на примере российского рынка не производилось.

Разнообразие моделей для изучения динамики спредов между еврооблигациями корпоративных российских эмитентов и российскими государственными еврооблигациями

Методология оценки рискованных долговых ценных бумаг, предложенная Лонгстаффом и Шварцем(1995), предполагает, что изменения в кредитных спредах является функцией изменений в процентной ставке и в факторе рыночных активов, при этом, в качестве прокси-факторов выступают государственные облигации и котировки фондовых рынков. Целью данного исследования является изучение динамики спредов между еврооблигациями корпоративных российских эмитентов и российскими государственными еврооблигациями, используя методы регрессионного анализа, которые были описаны на примере рынка США.

Исследования Сандерсона (2000) в области непрерывных методов в финансах обеспечивают основу для изучения теоретической базы по риску дефолта и анализу кредитных спредов. Данный обзор разделяет три категории моделей оценки корпоративного долга: структурные модели риска дефолта, не учитывающие стратегического поведения; модели риска дефолта в упрощенном виде ; структурные модели, учитывающие стратегическое поведение.

Первый тип моделей обычно определяет границу дефолта и динамику стоимости бизнеса экзогенно, хотя требуется знание стоимости актива и его волатильности. Эта группа моделей включает в себя Мертон (1974), Ким, and Сандерсон (1993) и непосредственно Лонгстафф и Шварц (1995), на базе которой и строится данное исследование.

Модель Лонгстаффа и Шварца (1995) является логическим продолжением модели Мертона (1974) и Блэка и Кокса (1976), где дефолт является функцией стоимости фирмы в конце срока погашения долгового инструмента в рамках простой непрерывной оценки, которая подразумевает как процентный риск, так и риск дефолта. Если стоимость собственных средств компании – это опцион на стоимость бизнеса, то стоимостью долгового инструмента, выпущенного фирмой, является функция базового актива, стоимости бизнеса и временной структуры процентных ставок. Данный подход допускает возникновение дефолта даже до того момента, как все активы компании исчерпаны, что вполне допустимо в случаях недостаточности собственного капитала или свободных денежных потоков. Стоимость активов компании моделируется как стохастический процесс (активы компании колеблются в рамках заранее установленного коридора), при этом дефолт возникает, когда стоимость активов, V , падает ниже уровня линии поддержки. Так как в рамках данной модели присутствует предпосылка о неизменности структуры капитала компании, нижняя граница коридора, K , является постоянной.

Несмотря на то, что в своих работах Модigliани и Миллер (1958) пытались оспаривать возможность сохранения постоянной структуры капитала, существует ряд теорий, которые доказывают, что со временем фирмы достигают определенной оптимальной структуры капитала, которая становится постоянной. Чкир и Коссет (2001) в своих работах приводят обзор двух из наиболее важных теорий: Теории статического компромисса и Теории агентских затрат. Эти теории доказывают возможность применения данной предпосылки.

Второй тип моделей - модели риска дефолта в упрощенном виде, где дефолт является случайным событием. Различиями данных моделей проявляются в методе определения момента дефолта и моделировании ставок восстановления. Эти модели включают модели Джароу, Ландо and Турнбул (1997), Дасса и Туфано (1996), Мадана и Унала (2000) и Даффи и Синглтона(1999). В данных моделях уровень стоимости бизнеса, соответствующий дефолтному состоянию задается экзогенно, а наступление дефолта моделируется с помощью стохастических методов. К сожалению, данные модели не способны объяснять изменения в цене корпоративных облигаций.

В модели Лонгстаффа и Шварца(1995) динамика общей стоимости активов фирмы (dV)представлена в виде $dV = \mu V dt + \sigma V D Z_1$, где Z_1 является Винеровским процессом, а σ константой. Многие зарубежные авторы, такие как Мадан и Унал, отмечали, что моделирование стоимости бизнеса с помощью стохастических процессов, хоть и является теоретически обоснованным, все же не дает достоверного представления о краткосрочном поведении кредитных спредов. Таким образом, из-за того что для возникновения кризиса

должно пройти как-то время, диффузионная модель Лонгстаффа и Шварца (1995) предсказывает почти нулевой кредитный спред для краткосрочных облигаций. В данной модели основная роль отводится соотношению V – стоимости бизнеса и K – барьера дефолта. Таким образом, мы можем присвоить коэффициенту платежеспособности (V/K) обозначение (X). Теперь, если V и K являются активами (обязательствами), то их колебание, откорректированное на риск, будет являться следствием изменения мгновенной процентной ставки, r . Поэтому изменение коэффициента платежеспособности X не будет зависеть от процентной ставки, r . Однако Лонгстафф и Шварц (1995) допускают изменение X из-за изменения процентной ставки, так как они предполагают, что K является постоянной.

Отношение X также обеспечивает сводный показатель риска дефолта фирмы, которые в свою очередь может быть прокси по кредитному рейтингу фирмы. Кредитные рейтинги в сила измерить общее восприятие риска инвестирования в указанные классы активов. Как упоминалось ранее, современные модели способны описывать процесс банкротства. Например Даффи и Синглтон (1999) описывают дефолт как непредсказуемое событие вызванное опасной ставкой, в то время как Ярроу, Ландо и Тернбулл (1997) позволяют вероятности дефолта следовать процессу Маркова. Более поздние работы позволяют не только определять момент наступления дефолта, но и допускают неожиданное возникновение кризисной ситуации (Мадан и Унал, 2000) и, таким образом, обеспечивают лучшее описание кредитных спредов в связи с изменением экономических условий.

Третья категория моделей (Лилэнд, 1994; Андерсон и Сандерсан, 1996 и Мелла-Барралл и Перраудин, 1997) заключается в установление эндогенной границы, допуская выплату купонов за счет продажи дополнительного собственного капитала вплоть до того момента, когда стоимость акционерного капитала будет равна нулю. В частности, Леланд (1994) и Леланд и Тофт (1996) используют модель Кима, Рамасвами и Сандерсона (1993) с эндогенными условиями наступления банкротства, чтобы изучить влияние дюрации и количества долга. Трудность данного метода заключается в том, что не все активы компании являются торгуемыми, а полный перечень активов компании не всегда доступен инвесторам для анализа. Кроме того, эти модели не способны описывать многоуровневые обязательства фирмы, такие как различные классы ценных бумаг, выпущенных фирмой (например, старший или обеспеченный долг).

Подход, использованный Лонгстаффом и Шварцем (1995) преодолевает эту сложность предполагая, что финансовые рынки являются безфрикционными, а ценные бумаги торгуются в непрерывном времени. Таким образом, стоимость рисковой

облигации (P) описывается с помощью функции (V, r, T), которая имеет выплату в размере 1 в случае не наступления дефолта и $1-w$ в случае его возникновения, где w - процент невыплаты по бумаге. Этот простой подход позволяет избежать сложных проблем с описанием многоуровневой долговой структуры. Стоит отметить, что Даффи и Синглтон (1999) указывают на то, что в процессе восстановления участвуют как межсекторная вариация, так и циклический компонент. На практике данные о w могут быть получены из актуарной информации.

Таким образом, из Мертона (1974), Васичека (1977) и Лонгстаффа и Шварца (1995) следует, что стоимость рискованной облигации становится равной

$$P(X, r, T) = D(r, T) - wD(r, T)Q(X, r, T)$$

Где $Q(X, r, T)$ является вероятностью дефолта и в свою очередь является лимитом для $Q(X, r, T, n)$, где n стремится к бесконечности. Для упрощения динамика процентных ставок описывается с помощью выражения $dr = (\zeta - \beta r)dt + \eta dZ_2$, где ζ, β, η являются константами, а Z_2 представляет Винеровский процесс. Лонстафф и Шварц определяют динамику колебания процентных ставок с помощью метода впервые использованного Васичеком (1977). Основным отличием данного метода является, то что он допускает отрицательные процентные ставки.

В данной модели $D(r, T)$ представляет собой стоимость облигации в случае если она является безрисковой. В свою очередь, $wD(r, T)Q(X, r, T)$ используется для описания дисконта за содержание риска дефолта облигации. При этом $wD(r, T)$ является текущей стоимости того, что недополучит владелец облигации в случае ее дефолта, а $Q(X, r, T)$ - риск-нейтральной вероятностью того, что произойдет дефолт.

Данный метод может быть применен как к облигациям с фиксированным купоном, так и к бескупонным облигациям. Очевидно, что стоимость облигации имеет прямую связь с переменной X и обратную связь с переменными r и T . Таким образом, кредитный спред является разностью между рискованной облигацией $P(X, r, T)$ и безрисковой облигацией $D(r, T)$ с одинаковыми дюрациями. Как отметил Дуффи, это означает, что на протяжении времени жизни облигаций изменения в вероятности дефолта сопровождаются изменениями в кредитных спредах облигаций, что позволяет делать выводы, касающиеся отношения дефолта и процентных ставок.

Утверждение о том, что процентная ставка и факторы активов влияют на изменения в кредитных спредах, может быть эмпирически протестировано с помощью регрессирования изменений в кредитных спредах, используя в качестве прокси эти два фактора. Лонгстафф и Шварц (1995), указывают на существование двух различных

классификаций кредитного спреда: он может быть выражен абсолютно или относительно. Относительные кредитные спрэды учитывают различия в уровнях процентных ставок. Чтобы выразить кредит с помощью модели Лонгстафф и Шварца, следует начать с дифференциации уравнений 1, и подставляя в доходность безрисковой облигации $\ln(D(r/T))/T$, что представляет собой доходность рискованной облигации. Таким образом, кредитный спред, S , является разностью между доходностью рискованной и безрисковой облигации.

$$S = -\frac{\ln(1 - wQ(X, r, T))}{T}$$

с разностью S , ΔS

$$\begin{aligned} &= \frac{wQ_x X}{T(1 - wQ(X, r, T))} \frac{\Delta X}{X} + \frac{wQ_x X}{T(1 - wQ(X, r, T))} \Delta r \\ &\quad + \left(\frac{wQr}{T(1 - wQ(X, r, T))} - \frac{\ln(1 - wQ(X, r, T))}{T^2} \right) \Delta T \end{aligned}$$

В таком случае, относительный спред, R , который является отношением доходности рискованной облигации к безрисковой облигации будет описываться

$$R = 1 + \frac{\ln(1 - wQ(X, r, T))}{\ln(D(r, T))}$$

с разностью R , ΔR

$$= \frac{1}{\ln(D(r, T)) (1 - wQ(X, r, T))} [-wXQ_x \Delta \ln X - wQr \Delta r - wQ_T \Delta T]$$

В данном исследовании реальные кредитные спрэды рассматриваются как разность между доходностями еврооблигаций и доходностей ОФЗ с аналогичными дюрациями. Таким образом, относительный спред является отношением их доходностей. В качестве прокси для описания фактора стоимости активов используются индексы ММВБ соответствующих секторов экономики. В свою очередь изменение в стоимости актива описывается с помощью натурального логарифма ежедневных изменений индекса.

Все это приводит нас к регрессионному уравнению, представленному Лонгстаффом и Шварцем.

$$\Delta S_t = a + b \Delta Y_t + c \Delta I_t + \varepsilon_t$$

Как отмечают Лонгстафф и Шварц, данная двухфакторная модель имеет интересные выводы относительно ее коэффициентов. Во-первых, коэффициент, b , как ожидается, будет отрицательным, поскольку модель предполагает, что кредитные спрэды сужаются, при повышении процентных ставок. Причина этого скрывается в том, что

увеличение процентной ставки увеличивает дрейф риск-нейтрального процесса на общую стоимость активов фирмы, что в свою очередь, делает риск-нейтральную вероятность дефолта ниже. Следовательно, в данной модели кредитные спреды имеют обратную взаимосвязь с уровнем процентных ставок.

Во-вторых коэффициент c должны иметь обратную взаимосвязь с кредитными спредами, так как увеличение стоимости собственного капитала или стоимости активов снижает вероятность дефолта компании.

После инкорпорирования двухфакторной модели Лонгстаффа и Шварца в EGARCH она принимает вид

$$\Delta R_{i,t} = a + b_i \Delta Y_{i,t} + c_i \Delta I_t + \varepsilon_{i,t}$$

, где $\Delta R_{i,t}$ изменение в относительном спреде.

Данное выражение описывает регрессию изменения ежедневных относительных спредов с помощью изменения отраслевых индексов ММВБ и доходностей ОФЗ с аналогичной дюрацией.

$$\sigma_{i,t}^2 = \exp \left\{ \alpha_{i,0} + \sum \alpha_{i,j} f(Z_{j,t-1}) + \lambda_i \ln(\sigma_{i,t-1}^2) \right\}$$

Данное выражение описывает вариацию $\varepsilon_{i,t}$ в рамках модели EGARCH.

$$f(Z_{j,t-1}) = (|Z_{j,t-1}| - |E_{j,t-1}|) + \delta_j Z_{j,t-1}$$

Данное выражение представляет собой ARCH модель.

Эмпирические результаты применения модели.

Для тестирования данной модели было отобрано 30 корпоративных еврооблигаций еврооблигации, которые находились в обращении на 01.02.2014. Эмитентами еврооблигаций были корпоративные заемщики из разных отраслей экономики. Так же были использованы доходности ОФЗ с соответствующими дюрациями и ежедневные доходности отраслевых индексов ММВБ.

Стоит отметить, что данные выбросы приходятся именно на моменты выпуска финансовой отчетности. В работах зарубежных авторов не наблюдалось данного факта. Возможно, это связано с тем, что они проводили свои исследования на более развитых рынках с более совершенной информацией, и там не существует подобной цикличности. Это может быть связано с тем, что инвесторы на развитых рынках имеют более четкое представление о деятельности эмитентов на протяжении года и не пересматривают свои взгляды в момент выпуска отчетностей.

Стоит отметить, что данная цикличность опосредованно может отражаться на стоимости компании. Как известно, как минимум один раз в год компании, которые

издают отчетность по стандарту МСФО, обязаны производить переоценку своих активов. Немалую роль в данном процессе играет ставка дисконтирования, а именно WACC. При расчете средневзвешенной стоимости долга обычно используется долговой портфель компании. В качестве ставки доходности по еврооблигациям используется средний дневной YTM за месяц. С учетом того, что ошибка прогнозирования начинается с небольшим опережением, в месячную выборку могут попадать значения, которые являются выбросами, с точки зрения модели, что будет искажать ставку дисконтирования и тем самым влиять на стоимость компании.

В целом, стоит отметить, что особенно хорошо модель показала себя при прогнозировании долгосрочных еврооблигационных займов. Ниже для информационных целей представлен ряд прогнозов сделанных в рамках данного исследования.

Список литературы

- 1) Anderson, R. and Sundaresan, A. 1996, 'The Design and Valuation of Debt Contracts', *Review of Financial Studies*, vol. 9, pp. 37±68.
- 2) Black F. and Cox, J.C. 1976, 'Valuing Corporate Securities: Some Effects of Bond Indenture Provisions', *Journal of Finance*, vol. 31, pp. 351±367.
- 3) Bollerslev, T., Chou, R.Y. and Kroner, K.F. 1992, 'ARCH Modeling in Finance: A Review of the Theory and Empirical Evidence', *Journal of Econometrics*, vol. 52, pp. 5±59.
- 4) Brunner, A. and Simon, D. 1996, 'Excess Returns and Risk at the Long End of the Treasury Market: An EGARCH- M Approach', *Journal of Financial Research*, vol. 19(3), pp. 443±457.
- 5) Burgman, T. 1996, 'An Empirical Examination of Multinational Corporate Capital Structure', *Journal of International Business Studies*, vol. 2(93), pp. 553±570.
- 6) Cathcart, L., El-Jahel, L. 1998, 'Valuation of Defaultable Bonds', *Journal of Fixed Income*, June pp. 65±78.
- 7) Das, S. and Tufano, P. 1996, 'Pricing Credit Sensitive Debt When Interest Rates, Credit Ratings and Credit Spreads are Stochastic', *Journal of Financial Engineering*, vol. 5, pp. 161±198.
- 8) Duffie, D. and Singleton, K. 1999, 'Modeling Term Structures of Defaultable Bonds', *Review of Financial Studies*, vol. 12(4), pp. 687±720.
- 9) Longstaff, F. and Schwartz, E. 1995, 'A Simple Approach to Valuing Risky Fixed and Floating Rate Debt', *Journal of Finance*, vol. 50(3), pp. 789±819.
- 10) Madan, D. and Unal, H. 2000, 'A Two-Factor Hazard Rate Model for Pricing Risky Debt and the

11) Term Structure of Credit Spreads', Journal of Financial and Quantitative Analysis, vol. 35(1), pp. 43±65.