

ОЦЕНКА РИСКОВАННОСТИ НЕЛИКВИДНЫХ АКЦИЙ НА РОССИЙСКОМ ФОНДОВОМ РЫНКЕ

В. Л. ОКУЛОВ

Высшая школа менеджмента СПбГУ

В статье на примере российских акций, торговавшихся в РТС в период с 2006 по 2010 г., исследуется величина *bid-ask* спреда биржевых котировок акций с различной ликвидностью. Обнаружено, что для всех акций, независимо от уровня их ликвидности, наблюдается степенная зависимость между величиной среднего относительного спреда котировок акции и частотой сделок с ней. Вид такой зависимости объясняется в рамках подхода, при котором ликвидность акций моделируется с помощью комбинации воображаемых опционов колл и пут. Это позволяет оценить волатильность цен неликвидных акций, что может быть важно для реализации практических задач корпоративных финансов.

Ключевые слова: рискованность акций, неликвидные акции, биржевые котировки, *bid-ask* спред, частота сделок, волатильность, опцион, стрэддл.

Общепринято подразделять общий уровень риска акции на два компонента — рыночный риск и специфический (диверсифицируемый) риск. Рыночный риск акции обусловлен общим, согласованным изменением цен всех акций на рынке, а специфический — колебаниями спроса и предложения на конкретную акцию, связанными с ожиданиями каких-то событий в компании или отрасли.

Традиционно при оценке как общего уровня риска, так и рыночного риска акции используются рыночные цены сделок с акцией. Общий уровень риска вычисляется

как стандартное отклонение доходности акции компании за выбранный период. Уровень рыночного риска акции компании (β -коэффициент) определяется как отношение ковариации доходности акции и относительного изменения общих рыночных цен к дисперсии относительных изменений общих рыночных цен¹ [Брейли, Майерс, 2007, гл. 7]. Для проведения таких оценок необходимо, чтобы акции торговались на бирже и была известна подробная история динамики цен акций. К сожалению, акции многих российских компаний хотя и торгуются на бирже, но сделки с ними

¹ Изменение общих рыночных цен оценивается по изменению «широкого» фондового индекса, построенного на ценах акций большого числа компаний.

совершаются весьма эпизодически (по многим акциям в среднем несколько раз в месяц, а то и реже). Поэтому оценки риска на основании разрозненных данных о ценах немногочисленных сделок если и возможны, то вряд ли их можно считать состоятельными.

Но дело не только в технической несостоятельности оценок рискованности. Если сделки по акциям совершаются редко, то такие акции неликвидны, соответственно, можно говорить о риске низкой ликвидности акции, т. е. о том, что существует риск того, что акцию не удастся купить или продать по «справедливой» рыночной цене, так как на нее просто нет продавцов и/или покупателей. Допустим, мы можем предложить меру риска низкой ликвидности и тем самым оценить этот риск для любой акции. Ключевой вопрос состоит в следующем: как соотносятся между собой эти разные описания риска акции? Иными словами, при оценке риска низкой ликвидности акции мы оцениваем общий риск акции или только ее специфический риск?

В литературе предложено множество подходов к оценке ликвидности рынка акций. Чаще всего уровень ликвидности оценивают, наблюдая котировки, выставляемые маркет-мейкерами в торговой системе. По таким котировкам маркет-мейкеры всегда готовы покупать (котировка *bid*) и продавать (котировка *ask*) крупные пакеты акций. Разница между лучшими на текущий момент котировками (*bid-ask* спред)², нормированная на рыночную цену акции, обычно и принимается в качестве меры ликвидности акции.

Казалось бы, при таком понимании ликвидности нормированный *bid-ask* спред должен определять лишь специфический риск акции — в данном случае он принимает форму риска низкой ликвидности. Однако результаты эмпирических исследований, приводимые в настоящей работе,

показывают, что нормированный *bid-ask* спред определяет скорее общий уровень риска акций компании, нежели уровень специфического риска.

На основании простых модельных представлений в статье сделан вывод о том, что, наблюдая значения *bid-ask* спреда и зная историю сделок (даже немногочисленных), можно вычислить общий уровень риска акции в тех случаях, когда из-за низкой ликвидности акций нет возможности оценить общий уровень риска традиционными методами. Такой подход — оценка риска по котировкам, выставляемым маркет-мейкерами в торговой системе, — может оказаться весьма продуктивным для решения разных задач корпоративных финансов.

Исследования *bid-ask* спредов на фондовом рынке

В каждый момент времени в торговой системе имеется совокупность заявок на покупку и продажу ценных бумаг; цены и объемы, указанные в заявках, образуют своего рода кривые спроса и предложения данного актива на рынке. Информированность участников рынка об этой совокупности заявок, а также используемый механизм торговли и институциональные особенности рыночной среды полностью определяют возможности инвестора совершить сделку с желаемым объемом ценных бумаг и выступают важными факторами формирования динамики рыночной цены. Изучению этих аспектов посвящено множество работ; обзоры теоретических моделей и эмпирических результатов в этой научной области (получившей название «микроструктура рынков») представлены в [Campbell, Lo, MacKinlay, 1997, ch. 3; Harris, 2003; Hasbrouck, 2007; Jong, Rindi, 2009].

Одной из важнейших характеристик рынка конкретной ценной бумаги является величина *bid-ask* спреда, которая определяется как разница между низшей на текущий момент (*t*) ценой, указанной в заявках на продажу (P_{ask}) данной ценной бумаги,

² Другие названия, встречающиеся в литературе: *bid-offer spread*, *buy-sell spread*.

и высшей ценой, указанной в заявках на ее покупку (P_{bid}).³

Различают абсолютный (*AS*) и относительный (*RS*) *bid-ask* спред:

$$AS_t = P_{ask,t} - P_{bid,t} \quad (1)$$

Относительный *bid-ask* спред есть нормированный на рыночную цену абсолютный спред, при этом ввиду того, что сделки зачастую отсутствуют, в качестве подходящего заместителя рыночной цены принимают среднее значение лучших котировок *bid* и *ask*. Соответственно:

$$RS_t = \frac{P_{ask,t} - P_{bid,t}}{\frac{P_{ask,t} + P_{bid,t}}{2}} \quad (2)$$

Bid-ask спред часто используется как мера ликвидности ценной бумаги [Kyle, 1985]. Действительно, величина абсолютного спреда прямо показывает, какие максимальные потери в благосостоянии понесет инвестор, совершив одновременно сделки купли и продажи одной ценной бумаги по предложенным ему лучшим котировкам.

Такая мера ликвидности близка теоретикам, оперирующим понятиями предельной ценности в условиях рыночного равновесия спроса и предложения. Однако для практика фондового рынка, работающего с крупными пакетами ценных бумаг, важнее не справедливая оценка актива, а возможность купить или продать крупный пакет в достаточно короткий срок и по цене, которая его устраивает. Поэтому за меру ликвидности практики часто принимают средний за период объем сделок с этой ценной бумагой. Существует и много других эмпирических мер ликвидности, большое число работ посвящено изучению их пригодности для разных инвесторов на разных рынках. Из недавних работ в этой области отметим исследование [Zhang, 2011], в котором анализируется применимость различных мер ликвидности для разви-

вающихся рынков, включая российский рынок акций.

Внимание исследователей в основном сосредоточено на изучении взаимосвязи между величиной *bid-ask* спреда и наблюдаемыми ценами сделок (см., напр.: [Ball, Chordia, 2001]), а также влияния ликвидности рынка базового актива на цены производных инструментов и ликвидность их рынка (см., напр.: [Norden, 2003; 2009; Liu, 2007]).

В контексте нашей статьи мы ограничимся анализом эмпирических исследований, посвященных взаимосвязи величины *bid-ask* спреда и волатильности (изменчивости) цен акций, а также взаимосвязи *bid-ask* спреда с уровнем торговой активности (числом и объемом сделок с данными акциями за период). Возможно, одной из первых в этом направлении является работа [Demsetz, 1968]. В ней на эмпирических данных для высоколиквидных акций, торгуемых на Нью-Йоркской фондовой бирже (NYSE), было показано, что для акций, с которыми сделки происходят чаще, наблюдается уменьшение *bid-ask* спреда.⁴ Однако крупные по объему сделки, как правило, часто приводят к кратковременному увеличению спреда [Hasbrouck, 1991].

Классическими в этой области считаются работы [Amihud, Mendelson, 1986; 1989], в которых приводятся эмпирические свидетельства того, что на рынках акций США наблюдаемые ожидаемые доходности по акциям в период с 1961 по 1980 г. являлись возрастающей и выпуклой функцией от величины спреда лучших котировок.

Недавние исследования, проведенные для 116 наиболее ликвидных акций, торговавшихся на NYSE в 1994–1995 гг., показали, что величина нормированного спреда пропорциональна логарифму нормированного числа сделок и обратно пропорциональна логарифму временного интервала между сделками [Plerou, Gopikrishnan, Stanley, 2005]. В этой же работе изучалась

³ P_{ask} и P_{bid} еще называют лучшими котировками ценной бумаги.

⁴ Анализировались сделки по 192 акциям в течение двух торговых дней в 1965 г.

зависимость между величиной спреда и волатильностью цен сделок. Было обнаружено, что между этими величинами существует пропорциональная логарифмическая зависимость. Однако в работе [Zumbach, 2004], в которой исследовались спреды акций, торгуемых на Лондонской фондовой бирже (LSE), была найдена близкая к линейной связь между величиной спреда и волатильностью цен акций.

Можно предположить, что расхождения в эмпирических результатах могут быть связаны с используемой технологией сделок на рынке (так называемые *order-driven market*, *quote-driven market* или гибридная технология), с разной ликвидностью инструментов и даже с различной рыночной ситуацией, однако подробные исследования влияния этих факторов на ликвидность акций отсутствуют. Отметим также, что ни в одной работе не ставился вопрос о взаимосвязи уровня ликвидности акций с мерами, описывающими другие виды рисков акций. Риск ликвидности обычно изучается сам по себе как один из компонентов общего риска финансового инструмента.

Все эмпирические исследования *bid-ask* спредов, о которых нам известно, были проведены для рынков высоколиквидных активов. Эти рынки, как правило, используют технологию торгов, получившую название *order-driven market* и подразумевающую анонимность торгов, свободное выставление заявок всеми участниками и, соответственно, одинаковую информированность последних о выставленных заявках. Другая известная технология торгов — *quote-driven market*, когда сделки можно заключать только с определенными участниками рынка (маркет-мейкерами), которые и обладают всей полнотой информации о поступающих заявках. Эта технология часто используется в торгах малоликвидными активами. В предложенных в научной литературе различных моделях ликвидности обычно предполагается наличие выделенного участника, хотя эмпирические исследования большей частью проводятся на высоколиквидных рынках.

Что касается исследований российских компаний, то отечественные авторы изучают в основном хозяйственные риски компании (см., напр.: [Качалов, 2002, гл. 2]). Эмпирических исследований ликвидности акций на российском рынке проведено пока немного. Среди работ, в которых проводился сравнительный анализ ликвидности развивающихся рынков, в том числе и российского, следует выделить [Lagoarde-Segot, 2009; Zhang, 2011].

Ряд работ российских авторов связан с выявлением меры, которую можно использовать для определения ликвидности акций. Например, в статье [Окулов, 2000] изучаются спреды котировок российских акций и количество сделок с акциями в Российской торговой системе (РТС). Было обнаружено, что для разных акций логарифм среднего за месяц числа сделок с акцией линейно связан с логарифмом среднего за этот период значения относительного спреда котировок:

$$\begin{aligned} \log_{10}(N)_{aver} &= \\ &= -0,48 - 1,47 \cdot \log_{10} \left(\frac{P_{ask} - P_{bid}}{P_{ask} + P_{bid}} \right)_{aver}. \end{aligned} \quad (3)$$

Это дало возможность ввести коэффициент ликвидности акции

$$KL = -\log_{10} \left(\frac{P_{ask} - P_{bid}}{P_{ask} + P_{bid}} \right)_{aver}, \quad (4)$$

пригодный для описания рынков, на которых совершаются сделки с крупными пакетами акций. Для разных российских акций, торгуемых в РТС, данный коэффициент меняется от 0 (в торговой системе вообще отсутствуют котировки *bid* или *ask*, т.е. $P_{bid} = 0$ или $P_{ask} \rightarrow \infty$) до $KL = 2,0-2,5$. Если $KL < 0,3$, то по таким акциям совершается менее одной сделки в месяц, если $KL > 2$ — десятки сделок в день. Поскольку в любой торговой системе есть понятие «шаг цены» (дискретность ценовых уровней заявок), то ситуация $P_{ask} = P_{bid}$ возможна лишь в исключительных случаях и потому величина KL всегда ограни-

цена (в типичных случаях максимальное значение $KL < 4$).

В работах [Дорофеев, 2005; Бухвалов, Дорофеев, Окулов, 2010, гл. 5] применительно к российским условиям была построена модель для объяснения поведения инвесторов на рынке РТС в разных экономических ситуациях. В рамках этой модели оценивались *bid-ask* спреда российских акций, однако рассчитанные по этой модели значения спредов оказались заметно выше наблюдаемых в действительности.

Настоящая работа посвящена исследованию *bid-ask* спредов российских акций, торговавшихся на классическом рынке РТС. Отличительной особенностью нашего исследования является наблюдение за акциями с сильно различающейся ликвидностью — с одними акциями совершаются десятки сделок в день, с другими — лишь раз в полгода–год, а то и реже. Поэтому период наблюдений составил пять лет. Цель работы заключалась в выявлении зависимости между величиной *bid-ask* спреда по акции и параметрами, характеризующими активность торгов.

Полученные результаты мы интерпретируем, основываясь на теории информационных эффектов, в соответствии с которой величина *bid-ask* спреда трактуется как ценность некой комбинации воображаемых опционов [Copeland, Galai, 1983; Bollen, Smith, Whaley, 2004]. Эта теория предсказывает прямую зависимость между величиной спреда и уровнем волатильности цены и обратную зависимость — между величиной спреда и уровнем торговой активности. Идея представления ликвидности как ценности воображаемых опционов будет подробно изложена ниже. Мы приводим ее потому, что вкладываем в понятие воображаемых опционов несколько иное содержание.

Исходные данные

Анализировались ежедневные спреды котировок 37 российских акций и сделки с этими акциями в РТС в период с января 2006 г. по декабрь 2010 г. РТС использу-

ет технологию *order-driven market* в отношении торговли акциями крупнейших российских компаний («голубые фишки»). Однако большинство акций торгуются в РТС скорее по технологии *quote-driven market*. Фактически функции маркет-мейкера в РТС выполняют крупные инвестиционные компании, выставляющие котировки по многим акциям одновременно. Желающих совершить сделки с этими акциями мало, сделки осуществляются редко (это может быть связано с незначительной долей акций в свободном обращении — низким *free-float*). Это приводит к тому, что величины *bid-ask* спредов по многим акциям устанавливаются на очень высоком уровне.

Следуя рекомендациям, сделанным нами в [Окулов, 2000], мы ограничили наше исследование классическим рынком РТС, поскольку именно на этой торговой площадке объем единичной сделки, как правило, значителен и выставляемые заявки велики по объему. Акции были выбраны таким образом, чтобы их коэффициент ликвидности (4) сильно различался. Минимальное значение $KL = 0,07$ наблюдалось для обыкновенных акций ОАО «Киров-энергосбыт» (тикер в РТС — KISB), максимальное значение $KL = 2,3$ — для обыкновенных акций ОАО «Лукойл» (LKOH). Всего выборка включала 6 неликвидных акций ($KL < 0,4$), 24 акции с низкой и средней ликвидностью ($0,5 < KL < 1,5$) и 7 высоколиквидных акций — «голубых фишек» российского рынка ($KL > 1,8$).

Пример динамики изменения котировок *bid* и *ask* низколиквидной акции WTCMP с $KL = 0,67$ (привилегированная акция ОАО «ЦМТ») представлен на рис. 1. Хорошо видно, как котировки *bid* и *ask* следуют за изменением рыночной конъюнктуры (движением рыночного индекса), но величина *bid-ask* спреда при этом остается примерно постоянной.

Вид графика, однако, заметно меняется, если анализировать спред неликвидных инструментов. На рис. 2 представлена динамика *bid-ask* спреда акции KISBP

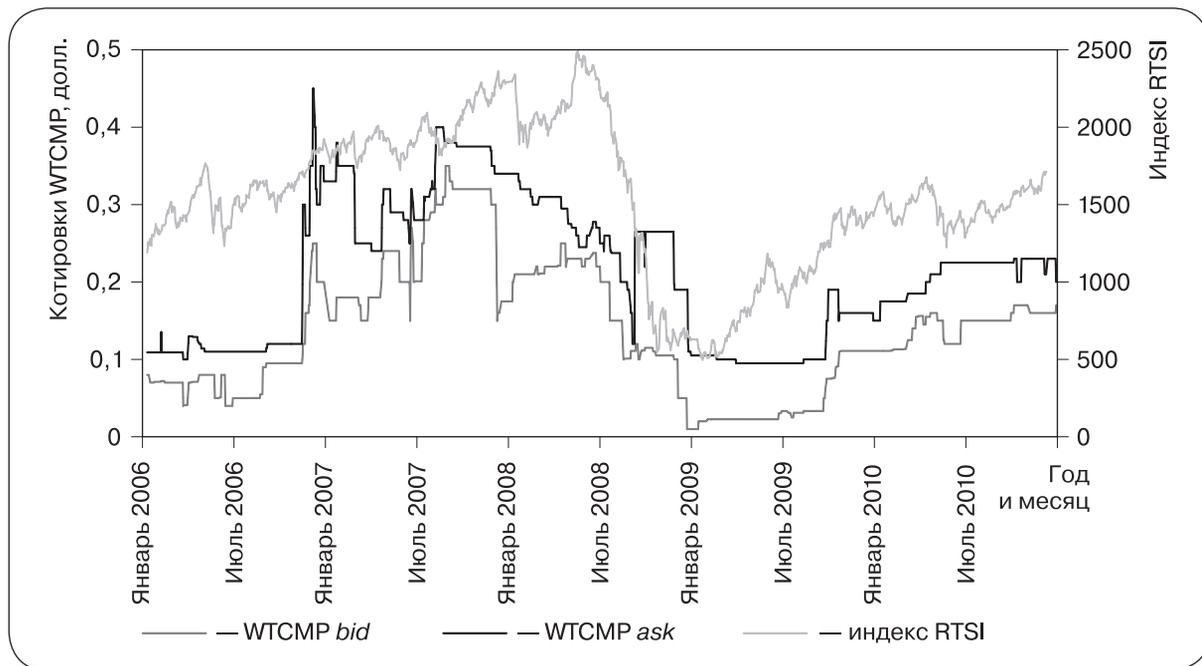


Рис. 1. Динамика котировок *bid* и *ask* низколиквидной акции WTCMP в сравнении с динамикой индекса РТС

Составлено по: данные РТС.

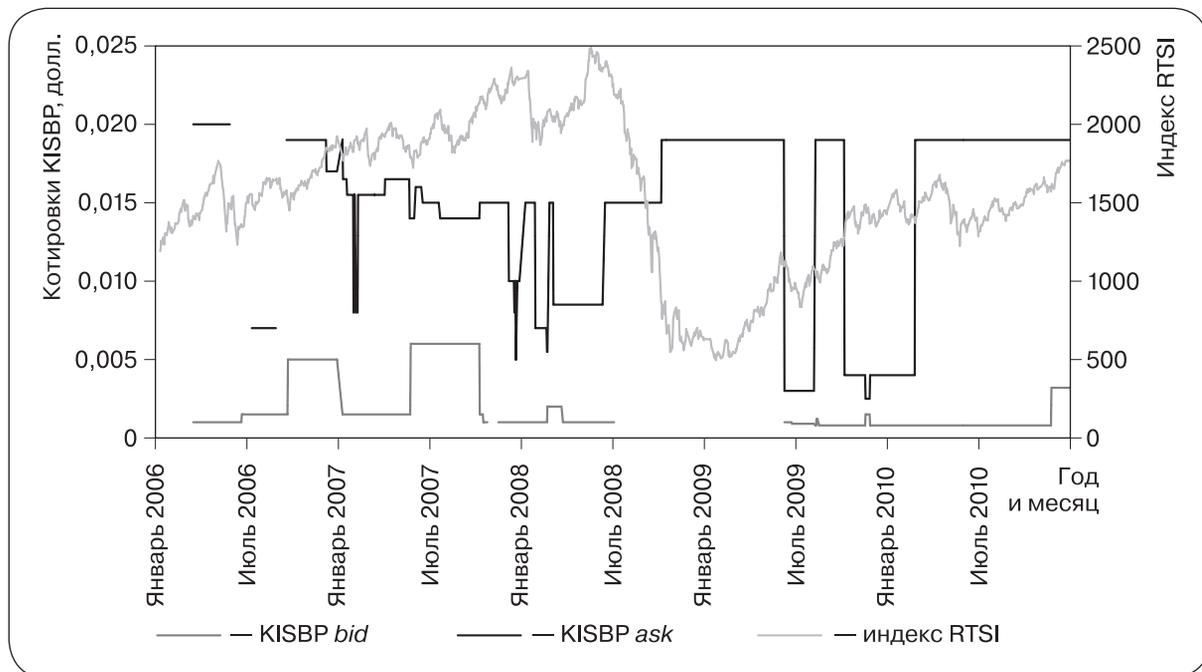


Рис. 2. Динамика котировок *bid* и *ask* неликвидной акции KISBP в сравнении с динамикой индекса РТС

Составлено по: данные РТС.

с $KL = 0,11$ (привилегированная акция ОАО «Кировэнергосбыт»), по которой за весь период наблюдений были совершены только три сделки. Спред настолько велик, что котировки почти не реагируют на изменение рыночной конъюнктуры.

Что касается спредов котировок высоколиквидных акций, то они очень малы и изменение котировок во времени практически полностью повторяет движение рыночных цен сделок.

Для каждой акции рассчитывалось среднее за весь период наблюдений значение относительного спреда котировок:

$$\overline{RS}_i = \frac{1}{T} \sum_t \frac{P_{i,ask,t} - P_{i,bid,t}}{P_{i,ask,t} + P_{i,bid,t}}, \quad (5)$$

где T — период наблюдений (число дней, в течение которых существовала хотя бы одна котировка *bid* или *ask*).

Эта формула, отличающаяся от (2) постоянным коэффициентом, выбрана для контрольных сравнений с результатами работы [Окулов, 2000].

Для каждой акции рассчитывалось среднее время между сделками (показатель частоты сделок):

$$\Delta T_i = \frac{T}{n_i + 1}, \quad (6)$$

где n_i — число дней, в течение которых была совершена хотя бы одна сделка, а T — период (число дней), на протяжении которого для данной акции существовала хотя бы одна котировка *bid* или *ask*.

Наименее ликвидными в этом отношении оказались обыкновенные акции KISB, по которым за весь период наблюдений не было совершено ни одной сделки и существовали значительные промежутки времени, в течение которых котировки вообще отсутствовали. С высоколиквидными акциями десятки сделок обычно совершаются практически каждый торговый день, поэтому для таких акций значение ΔT_i принималось равным:

$$\Delta T_i = \frac{T}{n_i \cdot m_i}, \quad (7)$$

где m_i — среднее число сделок за день, рассчитанное по дням, когда сделки совершались. Какие-либо корректировки исходных данных (восстановление пропусков, устранение выбросов) не проводились. Все расчеты осуществлялись в электронных таблицах Excel.

Эмпирические результаты исследования

Относительный спред котировок и среднее время между сделками являются важными показателями рынка отдельной акции, с различных сторон характеризующими его ликвидность. Мы поставили задачу определить, существует ли связь между этими показателями для разных рынков: рынка высоколиквидных акций, рынка акций со средней и низкой ликвидностью и рынка неликвидных акций. Эмпирически было обнаружено, что величина среднего относительного спреда (5) связана с показателем частоты сделок (6)–(7) следующим соотношением (рис. 3):

$$\overline{RS}_i = 0,0429 \cdot \Delta T_i^{0,497} \quad (R^2 = 0,951). \quad (8)$$

Отметим три важных обстоятельства:

- во-первых, наблюдается устойчивая связь между характеристиками рынков столь различных акций, причем коэффициент детерминации (R^2) этой связи очень высок;
- во-вторых, зависимость между средним относительным спредом и средним временем между сделками близка к степенной с показателем $\frac{1}{2}$;
- в-третьих, постоянный коэффициент 0,0429 в соотношении (8) близок к среднедневной волатильности долларовых цен высоколиквидных акций (волатильность в период наблюдений была повышенной из-за резких изменений цен во время финансового кризиса 2008–2009 гг.). В частности, оценки, проведенные нами для семи высоколиквидных акций российских компаний, показывают, что дневные стандартные

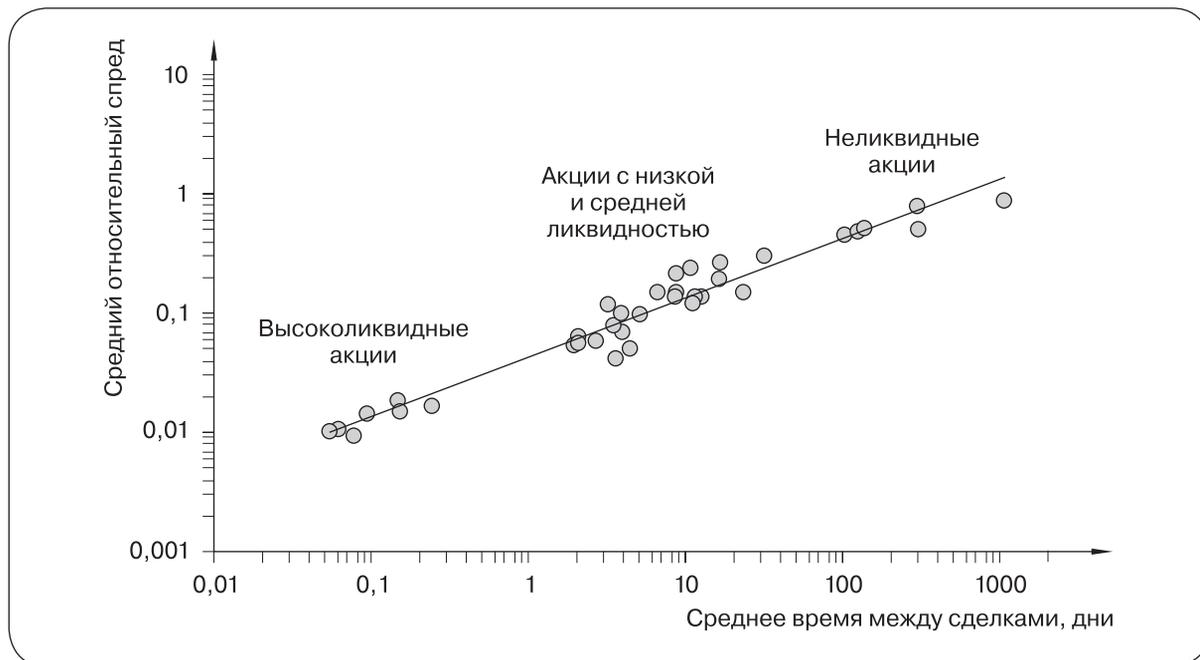


Рис. 3. Зависимость среднего относительного спреда *bid-ask* котировок от среднего времени между сделками

Примечание: точки соответствуют различным акциям, прямая линия обозначает (в логарифмических шкалах) функциональную степенную зависимость $T^{0.563}$.

отклонения относительного изменения котировок составляли в этот период от 0,0402 (обыкновенные акции ОАО «Лукойл» — ЛКОН) до 0,0658 (обыкновенные акции ОАО «Роснефть» — ROSN), среднее значение — 0,0496, дневное стандартное отклонение относительного изменения индекса рынка акций (RTSI) — 0,0263.

Мы повторили это исследование на другой выборке данных и в другом временном промежутке. Для 158 неликвидных российских акций были проанализированы средние относительные спреды котировок и количество сделок, совершенных в течение 20 торговых дней января–февраля 2012 г. (данные предоставлены информационным агентством Cbonds/Investfunds). Эта выборка примерно соответствует группе акций с низкой и средней ликвидностью, представленной на рис. 3. Из этой выборки были сформированы 22 портфеля акций, в каждый из которых были вклю-

чены акции с примерно одинаковым уровнем торговой активности. Далее находились усредненные значения относительного спреда всех акций в каждом портфеле ($\overline{RS}_{portf, i}$) и строилась регрессия этого показателя на уровень торговой активности (среднее число сделок, приходящееся на одну акцию портфеля $\Delta T_{portf, i}$):

$$\overline{RS}_{portf, i} = 0,0292 \cdot \Delta T_{portf, i}^{0,563} \quad (R^2 = 0,821). \quad (9)$$

К сожалению, не было возможности обеспечить полную методическую совместимость обработки разных выборок, по которым строились регрессии (8) и (9). Тем не менее полученные результаты оказались близки. Отличия (9) от (8) могут быть обусловлены тем, что в начале 2012 г. дневная волатильность цен акций на рынке была значительно (примерно в 2,5–3 раза) ниже, чем в период 2006–2010 гг.

Сосредоточимся на анализе результатов регрессии (8). Мы стремимся показать, что

вид полученной нами степенной зависимости внутренне обусловлен рациональностью решений, которые принимают маркет-мейкеры и инвесторы, что свидетельствует об эффективности российского рынка.

Величина относительного спреда котировок имеет смысл и размерность доходности. Относительный спред часто и трактуют как избыточную «доходность» маркет-мейкера, которую он получает как плату за риск низкой ликвидности инструмента. В свою очередь, степенной (с показателем $\frac{1}{2}$) характер зависимости «доходности» от параметра «время» наталкивает на мысль о том, что эта доходность обусловлена некоторым винеровским процессом. Например, можно предположить, что существует ненаблюдаемая «истинная цена» акции P и ее изменение во времени можно описать формулой геометрического броуновского движения:

$$\frac{dP}{P} = \mu \cdot dt + \sigma \cdot dz, \quad (10)$$

где μ , σ — средний темп роста и волатильность (в непрерывном представлении) цены акции, z — обозначение стандартного винеровского процесса.

Если значение «истинной цены» акции находится в промежутке между котировками на покупку и продажу, то сделок нет и мы в данный момент не можем ее наблюдать. Но «истинная цена» акции «проявляется» в тот момент, когда случайная величина P , порождаемая процессом (10), достигает одной из котировок *bid* или *ask* и происходит сделка. Зная параметры процесса, можно определить характерное время, за которое «истинная цена» акции может измениться на величину *bid-ask* спреда.

Известно, что дисперсия $\text{Var}(\cdot)$ относительного изменения случайной величины P изменяющейся в соответствии с (10) в любой момент времени T равна (см., напр.: [Duffie, 2001, ch. 5; Campbell, Lo, MacKinlay, 1997, ch. 2]):

$$\text{Var}\left(\frac{dP}{P}\right)_T = \sigma^2 \cdot T.$$

Таким образом, можно связать типичную величину изменения цены от сделки к сделке, время между сделками и волатильность цены акции:

$$\frac{\Delta P}{P} \sim \sigma \cdot \sqrt{\Delta T}. \quad (11)$$

Если сделки совершаются только с маркет-мейкером, то такое характерное изменение цены ($\Delta P/P$) от сделки к сделке будет, в свою очередь, определяться величиной *bid-ask* спреда. Однако важно понять, что лежит в основе этой взаимосвязи применительно к задаче оценивания риска ликвидности и почему котировки, выставленные маркет-мейкером, соответствуют соотношению (11).

Модель *bid-ask* спреда

Мы принимаем модель, объясняющую существование *bid-ask* спреда на рынке неликвидных акций наличием информационной асимметрии между неинформированным маркет-мейкером и инвесторами, желающими совершить сделку с этими акциями и хорошо информированными об их «истинной цене». Следуя работе [Copeland, Galai, 1983], будем рассуждать следующим образом. Предположим, что есть маркет-мейкер, обладающий некоторым запасом денег и акций и принявший на себя обязательство совершать с этими акциями сделки как купли, так и продажи. Тем самым маркет-мейкер, не располагая всей полной информацией, принимает на себя риски, связанные с неопределенностью времени будущей сделки. Однако он знает, что в течение времени ΔT_i хотя бы одна сделка состоится (ΔT_i мы рассматриваем как экзогенный параметр рынка). Данную ситуацию можно трактовать таким образом, что, обязавшись продавать акции, он занимает короткую позицию по колл опциону (call), а обязавшись покупать акции — занимает короткую позицию по пут опциону (put).⁵

⁵ Короткая позиция означает обязательство продавца опциона исполнить опцион по требованию

Эти опционы, конечно, являются воображаемыми. Принимая участие в торгах на рынке малоликвидных акций, маркет-мейкер «замораживает» свои акции и денежные средства и взамен получает ценность опционов как премию (экономическую плату) за неопределенность (неинформированность) в отношении «истинной цены» инструмента, с которым он работает. Эта неопределенность цены будет проявляться для него как неопределенность времени сделки (низкая ликвидность). Естественно полагать, что величина воображаемой премии за риск (премии по опционам) определяется маркет-мейкером в соответствии с его ощущениями риска.

Если бы речь шла о действительных опционах (ценных бумагах), то продавец опционов получил бы премию по ним в момент продажи этих производных ценных бумаг. Однако в случае виртуальных опционов воображаемую премию еще необходимо реализовать, что будет возможно только в момент исполнения опционов (совершения сделок с акцией).⁶ Если найдется инвестор, готовый купить акции по предложенной котировке P_{ask} , то маркет-мейкер в результате сделки получит доход в размере разницы между ценой продажи

его владельца (информированного инвестора). Требовать исполнения опциона владелец будет, очевидно, лишь в том случае, если ему это выгодно. Поэтому обязанность маркет-мейкера совершать сделки мы трактуем как короткую позицию (продажу опциона).

⁶ В момент принятия решения о купле или продаже акций инвестор становится владельцем соответствующего воображаемого опциона. Именно у него есть право требовать от маркет-мейкера совершения сделки по выставленным котировкам. Осуществление сделки и будет исполнением соответствующего опциона. Очевидно, инвестору выгодно исполнить колл опцион, как только «истинная цена» акции превысит страйк-цену, но эту сделку не с кем совершать — рынок неликвиден. Поэтому он будет ждать до тех пор, пока «истинная цена» акции не достигнет котировки ask . В терминологии опционных рынков: в момент исполнения данный колл опцион является «опционом глубоко в деньгах» (*deep in the money*).

акции (P_{ask}) и «истинной ценой» акции P в момент выставления котировки. Этот доход и станет реализацией воображаемой премии. Значит, котировка P_{ask} будет отличаться от P на величину ценности воображаемого опциона. Действительно, если маркет-мейкер установит высокую по цене котировку, то желающих совершить сделку не найдется и премия не будет реализована. Если он установит низкую котировку, то желающие, конечно, найдутся, но доход будет меньше воображаемой премии.

Для того чтобы численно оценить величину премии по опционам, мы должны выяснить, чему равна страйк-цена воображаемых опционов. Предположим, что в данный момент маркет-мейкеру известна «истинная цена» акции P (рис. 4). Если он считает, что страйк-цена воображаемого колл опциона ниже, чем P (например, K_1 на рис. 4), то это будет означать, что воображаемая премия по опциону велика (c_1) (см.: [Халл, 2008, гл. 8]). В этом случае он должен установить котировку ask на уровне $P_{ask}(K_1)$, чтобы реализовать всю воображаемую премию. Но если сделка состоится, то его доход в действительности окажется $P_{ask}(K_1) - P$, что очевидно меньше премии c_1 . Аналогично, если он считает, что страйк-цена воображаемого колл опциона выше, чем P (например, K_3), то, следовательно, его воображаемая премия значительно ниже действительного дохода, полученного в результате сделки.

Зеркальную картинку можно построить и для пут опционов. Равенство между величиной воображаемой премии по опциону и действительно получаемым в результате сделки доходом будет только в ситуации $K_2 = P$ (рис. 4), когда страйк-цена опционов в точности равна «истинной цене» акции в момент «продажи» воображаемых опционов (выставления котировок). В терминологии опционных рынков такие опционы называются опционами «при деньгах» (*at the money*).

Экскурс в теорию опционов позволяет нам перейти к следующему, ключевому предположению. Мы предполагаем, что маркет-

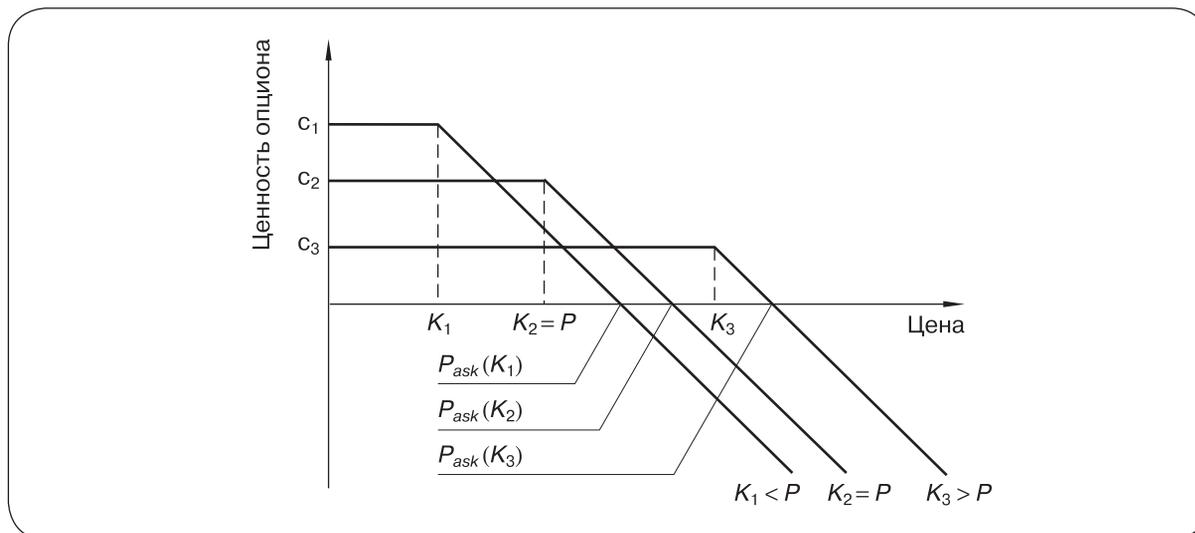


Рис. 4. Ценность короткой позиции по колл опционам с разными страйками при различной цене базового актива в момент исполнения опционов

Примечание: если масштаб по осям одинаков, то наклонные линии идут под углом 45° . Составлено по: [Халл, 2008, гл. 8].

мейкер, выставляющий котировки *bid* и *ask*, занимает одновременно короткую позицию по колл и пут опционам с одинаковым значением страйк-цены. Такая комбинация называется стрэддл (straddle) (рис. 5). Далее мы предполагаем, что маркет-мейкер выставляет котировки *bid* и *ask* такими, чтобы в момент исполнения опционов ценность позиции стрэддл была равна нулю. Только в этом случае при совершении сделки он получит всю ценность позиции.

Согласно геометрическим принципам построения рис. 5, имеем:

$$P_{ask} - P_{bid} = 2 \cdot V_{str} = 2 \cdot (c + p),$$

где c, p — величина премии по колл и пут опционам.

Наши рассуждения принципиально не изменятся, если мы откажемся от предположения, что закрытие позиции стрэддл происходит только при исполнении (экспирации) опционов. Любую сделку маркет-мейкера можно трактовать как закрытие позиции стрэддл (в терминологии опционных рынков — офсетная сделка). В этом случае его реализованный доход E_m будет

равен разнице в ценности позиции стрэддл для двух моментов времени (t_0 — выставление котировок и t_c — момент сделки):

$$E_m = V_{str}(t_0) - V_{str}(t_c).$$

Как известно, ценность позиции для продавца стрэддла снижается с течением времени — сначала медленно, затем все быстрее [Халл, 2008, гл. 15]. Если сделки не произойдет, то к дате экспирации опционов (спустя время ΔT_i) ценность стрэддла будет нулевой и маркет-мейкер не реализует вообразимую премию по опционам. Если спред слишком мал, то информированные инвесторы быстро совершат сделки (исполнят опционы). К этому моменту времени ценность стрэддла снизится, но незначительно, и маркет-мейкер реализует только часть вообразимой премии за риск.

Текущую ценность стрэддла V_{str} легко рассчитать, пользуясь формулами для цены опционов. Мы воспользуемся простейшими формулами Блэка — Шоулза для опционов европейского вида (см., напр.: [Халл, 2008, гл. 13]), не принимая во внимание потенциальные дивиденды за период

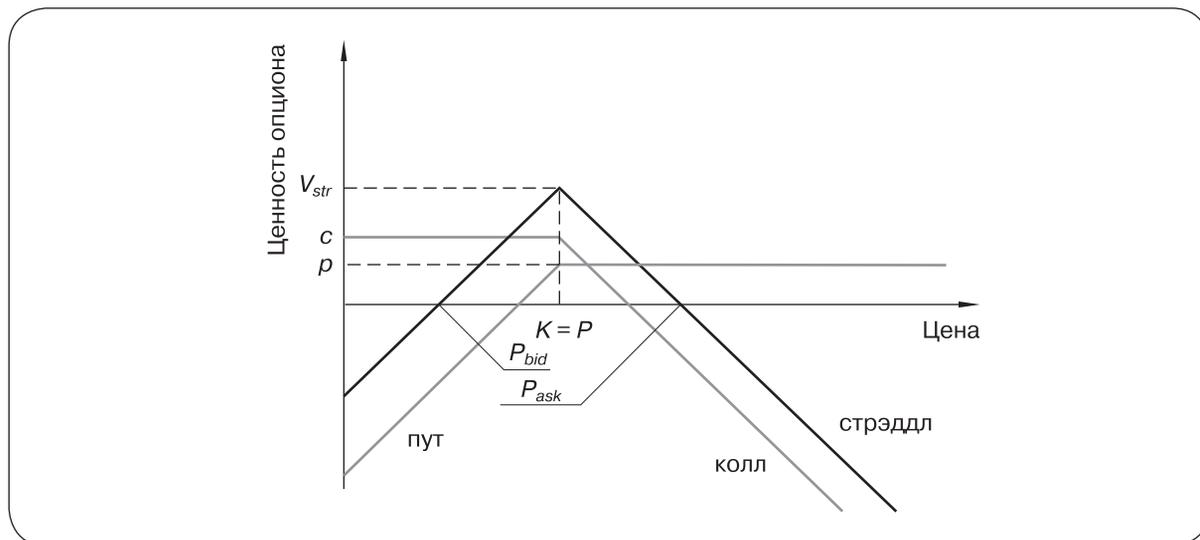


Рис. 5. Ценность короткой позиции стрэддл при различной цене базового актива («истинная цена» акции) в момент исполнения опционов

Примечание: выделенная полужирным линия есть геометрическая сумма тонких сплошных линий. Если масштаб по осям одинаков, то наклонные линии идут под углом 45° .

Составлено по: [Халл, 2008, гл. 10].

владения акциями и возможность досрочного исполнения опционов:

$$\begin{aligned}
 V_{str} &= c + p = \\
 &= P \cdot (N(d_1) - N(-d_1)) - \\
 &\quad - K \cdot e^{-R_f \Delta T} \cdot (N(d_2) - N(-d_2)), \\
 d_1 &= \frac{\ln \frac{P}{K} + \left(R_f + \frac{\sigma^2}{2}\right) \cdot \Delta T}{\sigma \cdot \sqrt{\Delta T}}, \\
 d_2 &= d_1 - \sigma \cdot \sqrt{\Delta T},
 \end{aligned} \tag{12}$$

где c, p — премии по колл и пут опционам, P — «истинная цена» акции, K — страйк-цена опционов, R_f — безрисковая ставка, σ — волатильность «истинной цены» акции, ΔT — срок исполнения опционов, $N(\dots)$ — накопленная функция стандартного нормального распределения.

Если в соответствии с предыдущими рассуждениями предположить $P = K$ и $R_f \ll \sigma^2 \cdot \Delta T$ и $R_f \cdot \Delta T \rightarrow 0$ (типичные значения для российского рынка $R_f \approx 0,05$; $\sigma \approx 0,4-0,8$; ΔT для неликвидных акций составляет от 0,1 до 1 — все данные приве-

дены к году), то, разлагая V_{str} в ряд Тейлора по аргументу $(\Delta T)^{0,5}$, можно получить

$$\frac{V_{str}}{P^*} \approx \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{\pi}} \cdot \sigma \cdot \sqrt{\Delta T}.$$

Поскольку

$$\frac{2V_{str}}{2P^*} \approx \frac{P_{ask} - P_{bid}}{P_{ask} + P_{bid}} = \overline{RS},$$

то

$$\overline{RS} \approx \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{\pi}} \cdot \sigma \cdot \sqrt{\Delta T}. \tag{13}$$

Таким образом, нами получена требуемая степенная зависимость с показателем $\frac{1}{2}$. Более того, мы видим, что значение коэффициента при степенной функции определяется величиной волатильности цены акции σ . Волатильность традиционно оценивают как стандартное дневное отклонение доходности акции и интерпретируют как меру общего риска акции. Более того, величину $\sigma \sqrt{\Delta T}$ часто трактуют как величину общего риска акции на временном горизонте ΔT (см., напр.: [Jorion, 2007, ch. 16]).

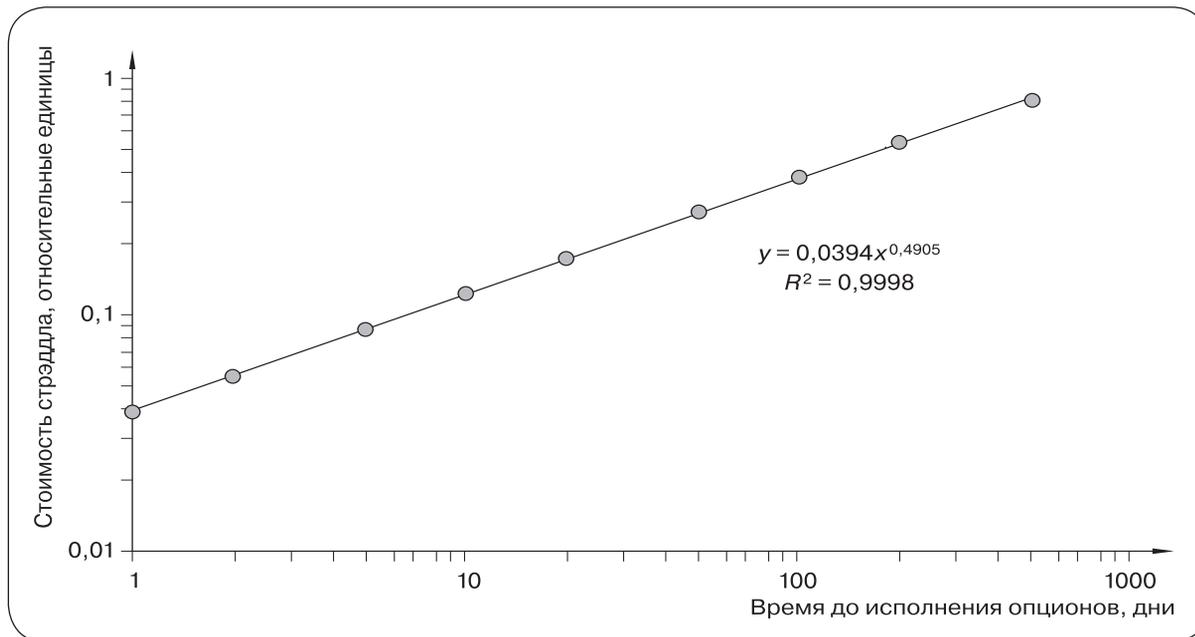


Рис. 6. Зависимость относительной стоимости опционной комбинации стрэддл (колл + пут) от времени до исполнения опционов

Примечание: волатильность цены базового актива принята равной 4,9% в день, безрисковая ставка составляет 5% годовых. Прямая линия обозначает (в логарифмических шкалах) функциональную степенную зависимость $T^{0,49}$.

Приведенные выше рассуждения расходятся с идеями работы [Copeland, Galai, 1983], в которой сделано предположение о том, что котировка *ask* должна рассматриваться как страйк-цена колл опциона, а котировка *bid* — как страйк-цена пут опциона. Такой выбор страйков для опционов приводит авторов работы [Copeland, Galai, 1983] к выводу: воображаемые опционы являются опционами «без денег» (out of the money). Премия по таким опционам мала, и расчетная величина *bid-ask* спреда была ниже наблюдавшейся примерно в 6 раз.

Авторы работы [Bollen, Smith, Whaley, 2004] доказали, что ценность премии, требуемой маркет-мейкером за «замораживание» акции в случае неблагоприятного движения цены (*inventory holding premium*), равна ценности колл опциона «в деньгах». Однако они не рассматривали интерпретацию премии как комбинацию стрэддл. Интересно отметить, что эмпирические ре-

зультаты этой работы показывают: относительный спред котировок для высоколиквидных акций на рынке NASDAQ примерно в 2,5–3 раза превышает расчетное значение воображаемой премии по колл опциону «при деньгах».

Для численных оценок положим $P = K = 1$, $R_f = 5\%$ годовых, $\sigma = 93\%$ годовых, что примерно соответствует дневной волатильности 4,9%, оцененной как среднее стандартное отклонение относительных изменений котировок высоколиквидных российских акций. Результаты расчетов по формуле (12) величины V_{str}/P представлены на рис. 6. Видно, что зависимость (нормированной) стоимости стрэддла от времени до исполнения опционов практически повторяет эмпирическую зависимость среднего относительного спреда от времени между сделками:

$$\overline{RS}_i = 0,0394 \cdot \Delta T_i^{0,491} \quad (R^2 = 0,999). \quad (14)$$

Постоянный коэффициент (0,0394) в регрессии (14) оказался практически равным постоянному коэффициенту в регрессионном соотношении (8). Столь хорошее совпадение, возможно, является случайным — во всяком случае, можно указать несколько причин, по которым простая модель (13) не точно описывает действительность.

Во-первых, в расчетах использовались формулы для опционов европейского вида. Это предполагает, что сделки могут происходить только через время ΔT . На самом деле момент сделки непредсказуем, и поэтому параметр ΔT должен рассматриваться как случайная величина, а значит, корректнее было бы использовать формулы для опционов американского вида (их исполнение возможно в любой момент времени до наступления даты экспирации). Однако численные расчеты⁷ премии (ценности) колл и пут опционов американского типа показали, что погрешность при использовании формул (12) невелика (не превышает 2%). Это связано с тем, что воображаемые опционы являются опционами *at-the-money* (мы предполагаем, что при выставлении котировок маркет-мейкер считает, что справедливая ценность акции равна среднему значению котировок), а премии по таким американским опционам практически равны премии по европейским опционам при любых разумных параметрах в уравнениях (12).

Во-вторых, не были приняты во внимание дивиденды, которые выплачиваются по акциям (по привилегированным акциям они могут быть весьма значительными). Для проверки важности этого фактора мы провели численные оценки, используя модифицированные формулы для оценки премии по опционам, базовые активы которых непрерывно генерируют денежные потоки (использовался упомянутый выше опционный калькулятор). Расчеты показали,

⁷ Для расчетов использовался опционный калькулятор, разработанный в Columbia University (Нью-Йорк, США): <http://math.columbia.edu/~smirnov/options13.html>.

что погрешность относительно (12) не превышает 3–4% при значениях дивидендной доходности неликвидных акций до 10% в год.

В-третьих, возможно, после каждой сделки маркет-мейкер пересматривает размер воображаемой премии за риск, и величина этой премии зависит от того, на каком уровне (*bid* или *ask*) произошла сделка.

Наконец, в-четвертых, возможно, мы не вправе оценивать параметр волатильности σ с помощью стандартного отклонения доходности акции. Хорошо известно, что параметр σ , оцененный по рынку опционов («вмененная волатильность» — *implied volatility*), часто не совпадает с параметром σ , оцененным по движению цен на рынке базового актива [Халл, 2008, гл. 16].

Тем не менее постоянный коэффициент 0,0429 в уравнении (8) можно трактовать как относительный спред некой гипотетической акции, по которой ежедневно совершается ровно одна сделка. Поскольку период наблюдений охватывает большой промежуток времени, в течение которого наблюдались очень сильные движения рынка, можно предположить, что этот спред гипотетической акции учитывает как изменения «рыночной цены» акции, связанные с общей динамикой рынка, так и специфические изменения, присущие изменениям спроса и предложения на данную конкретную акцию.

Далее, основываясь на (13), постоянный коэффициент в выявленной эмпирической зависимости (8) можно интерпретировать как «вмененное» (ненаблюдаемое) стандартное дневное отклонение доходности как для «типичной» неликвидной акции, так и для «типичной» акции со средней и низкой ликвидностью. Это означает, что, наблюдая средний относительный спред котировок любой малоликвидной акции и зная историю сделок с этой акцией, можно, используя (13), вычислить σ и отождествить это значение с общим риском изменения цены акции за день, а затем, путем масштабирования по закону $T^{1/2}$, оценить общий риск акции на любом временном горизонте.

Приложение модели к решению практических финансовых задач

Наличие взаимосвязи между спредом котировок акции и уровнем торговой активности по акции и интерпретация этой взаимосвязи в виде (13) могут иметь важные последствия для решения практических задач корпоративных финансов. Если модельное соотношение (13) справедливо, то мы получаем простой метод оценки волатильности цены неликвидных акций. А волатильность цены акции и связанная с ней волатильность активов компании — важные параметры, которые, например, используются в структурных моделях оценки вероятности дефолта компании по кредитным обязательствам (модель Мертона, см. в [Халл, 2008, гл. 20]).⁸

В настоящее время единственный признанный способ оценки волатильности акций — вычисление стандартного отклонения рыночной цены (доходности). Однако применительно к малоликвидным и неликвидным акциям использование этого способа невозможно ввиду отсутствия подробной истории рыночных цен. Еще один способ оценки волатильности активов — наблюдение за ценами производных инструментов (в этом случае говорят о вмененной волатильности — *implied volatility*). Именно этот способ (оценка волатильности из наблюдаемой премии по дефолтным свопам — CDS, EDS) и предлагается применять в большинстве случаев [Finger et al., 2002]. Также хорошо известен и часто рекомендуется способ оценки волатильности акций из наблюдаемой рыночной премии по опционам. Однако такие методы вычисления вмененной волатильности невозможны для большинства компаний по причине отсутствия рынка производных инструментов на ценные бумаги компании. Предлагаемое в данной работе наблюдение

за спредами котировок и историей сделок дает возможность оценить волатильность цен акций для любых компаний.

Не менее важная проблема корпоративных финансов — определение размера скидки за неликвидность при оценке активов и бизнеса в целом. В работах [Дамодаран, 2004, гл. 24; 2010, гл. 5] проводится прямая параллель между оценкой неликвидных активов (например, акций с ограничением в обращении) и рынком публичных акций. Отмечается, что «разница между ценой продавца и ценой покупателя, наблюдаемая в отношении публично торгуемых активов, может рассматриваться как мера стоимости постоянной ликвидности» [Дамодаран, 2004, с. 909]. Здесь возникает в некоторой степени противоположная задача: имея представление о частоте сделок с активом (например, оценивая срок экспозиции объекта недвижимости) и зная ценовую волатильность аналогичных активов, можно по формуле (13) оценить величину гипотетического *bid-ask* спреда неторгуемого актива. Половина этого гипотетического спреда и будет определять размер относительной скидки за неликвидность. Действительно, умножая величину относительного *bid-ask* спреда (2) на справедливую цену актива, легко перейти к абсолютному спреду котировок. Предполагая, что котировки симметричны относительно справедливой цены актива, можно определить котировку *bid*, которая и является ценой, которую готов немедленно заплатить хорошо информированный о справедливой цене актива потенциальный покупатель.

Подчеркнем, что в данном случае мы не согласны с утверждением о том, что скидка на неликвидность — это «приведенная стоимость затрат, которые вы будете [регулярно. — В. О.] нести до бесконечности» [Дамодаран, 2010, с. 162]. Рассматривая приведенный в этой же работе пример, мы утверждаем, что если инвестор рассчитывает раз в году осуществлять торговлю активом, относительный спред котировок которого равен 1%, то при ставке дисконтирования в размере 8% скидка за

⁸ Модель Мертона положена в основу признанных методик оценки вероятности банкротства — CreditGrade™ от RiskMetrics Group и Moody's KMV EDF™.

неликвидность составляет не $0,01/0,08 = 12,5\%$, а ровно 1% .

Отметим, что в целом А. Дамодаран скептически относится к идее вычислять скидку за неликвидность как премию по воображаемому опциону, предпочитая пользоваться эмпирическими соотношениями между величиной спреда и финансовыми показателями компаний. Тем не менее он отмечает, что необходимыми входными данными для проведения такой оценки будут являться стоимость актива и волатильность этой стоимости [Дамодаран, 2010, с. 193], что не противоречит модели (13).

Можно привести и ряд других косвенных подтверждений в пользу предложенной модели. Так, например, можно предположить, что высокая скидка за неликвидность, которую оценщики обычно применяют к выставляемым на аукционах предметам коллекционирования, связана с тем, что аукционные торги проводятся довольно редко.

Кроме того, и эффект недооценки акций при IPO (initial public offering) также частично может быть обусловлен скидкой за неликвидность, поскольку инвесторы, приобретающие ценные бумаги по подписке, вынуждены откладывать сделки на некоторое время, связанное с регистрацией эмиссии. Если это так, то в среднем величина недооценки должна быть связана с ожидаемой волатильностью цен. Например, поскольку волатильность цен облигаций значительно ниже, чем волатильность цен акций, то эффект недооценки облигаций, впервые выпускаемых компанией, должен быть сравнительно мал по отношению к недооценке акций при IPO.

Другой пример — скидки (определяющие цену *bid*) и надбавки (определяющие цену *ask*) при покупке и продаже паев инвестиционных фондов. На внебиржевом рынке паев, который можно рассматривать как наиболее чистый пример *quote-driven market*, сумма скидки и надбавки к цене пая (*bid-ask* спред) для паев фондов денежного рынка заметно ниже, чем для паев фондов акций, — возможно, потому, что волатиль-

ность цены типичного фонда акций намного выше, чем волатильность цены пая денежного рынка.⁹

Заключение

Предложенная в настоящей работе простая модель *bid-ask* спреда связывает между собой активность торгов акциями, волатильность цен акций и разницу между ценами предложения на покупку и продажу акций (спред котировок маркет-мейкера). Модель может быть использована для описания самых разных рынков, необходимое условие — различная информированность участников рынка относительно справедливой цены актива, а также наличие выделенного участника, обязанного выставлять котировки и совершать сделки.

Конечно, предлагаемая модель является интуитивной и нуждается в дополнительной эмпирической проверке. В первую очередь необходимо провести проверку, выбирая разные периоды наблюдений, в течение которых волатильность цен акций оставалась бы примерно постоянной. Наше исследование включало как период относительно спокойной ситуации, так и период обвала котировок на рынке, сопровождавшийся резким ростом волатильности. Важно эмпирически доказать, что при любой ситуации на рынке спреда котировок прямо пропорциональны волатильности цен.

Кроме того, необходимо развитие теоретической модели, основанной на более реалистичных предположениях, прежде всего о случайности момента сделки. Дело в том, что модели ценообразования опционов базируются на гипотезе о том, что изменения цены акции подчинены гауссовскому случайному процессу. Эти изменения цены в каждый момент времени наблюдаемы (абсолютная ликвидность базового актива). Непонятно, можно ли пользоваться этой

⁹ Данные предоставлены информационным агентством Cbonds/Investfunds. Электронный ресурс <http://pif.investfunds.ru/analitics/coefficients>.

гипотезой в случае неликвидного актива и ненаблюдаемой цены. Действительно ли инвесторы представляют (ощущают) некоторую траекторию «справедливой» цены или процесс принятия решения о покупке/продаже неликвидного актива спонтанен? В последнем случае (например, если принять гипотезу о том, что сделка с маркет-мейкером является пуассоновским процессом) модель, конечно, должна кардинально измениться. Возможно, и в этом случае можно рассматривать выставление котировок маркет-мейкером как занятие коротких позиций по воображаемым опционам, но тогда необходимо проводить оценку ценности опционов в предположении отсутствия арбитража на рынке неликвидных активов.

Настоящая статья не претендует на полноту и универсальность ответов, она скорее призвана поставить интересные и важные с

практической точки зрения вопросы. Если удастся предложить улучшенный вариант модели интерпретации рисков низкой ликвидности, который пройдет проверку на различных рынках и с разными активами, то такая модель может быть полезна при решении многих практических задач корпоративных финансов — в инвестиционной оценке, кредитном анализе и др.

Благодарности

Автор признателен профессору ВШМ СПбГУ А. В. Бухвалову за ценные замечания и полезное обсуждение статьи. Большая часть эмпирических результатов исследования была получена Н. А. Яхлаковой в ходе подготовки выпускной квалификационной работы на программе бакалавриата ВШМ СПбГУ. Автор благодарен Н. А. Яхлаковой за сотрудничество.

ЛИТЕРАТУРА

- Брейли Р., Майерс С. 2007. *Принципы корпоративных финансов*. Пер. с англ. М.: Олимп-Бизнес.
- Бухвалов А. В., Дорофеев Е. А., Окулов В. Л. 2010. *Лекции по избранным вопросам классических финансовых моделей*. СПб.: Изд-во «Высшая школа менеджмента».
- Дамодаран А. 2004. *Инвестиционная оценка: инструменты и методы оценки любых активов*. Пер. с англ. М.: Альпина Бизнес Букс.
- Дамодаран А. 2010. *Стратегический риск-менеджмент: принципы и методика*. Пер. с англ. М.: ИД «Вильямс».
- Дорофеев Е. А. 2005. Входы-выходы с рынка фондовых активов: выбор оптимального момента. *Вестник С.-Петербургского ун-та. Серия Менеджмент* (4): 33–45.
- Качалов Р. В. 2002. *Управление хозяйственным риском*. М.: Наука.
- Окулов В. Л. 2000. Количественная оценка ликвидности акций компании на российском фондовом рынке. *Рынок ценных бумаг* (23): 78–80.
- Халл Дж. 2008. *Опционы, фьючерсы и другие производные инструменты*. Пер. с англ. М.: ИД «Вильямс».
- Amihud Y., Mendelson H. 1986. Asset pricing and the bid-ask spread. *Journal of Financial Economics* 17 (2): 223–249.
- Amihud Y., Mendelson H. 1989. The effects of beta, bid-ask spread, residual risk and size on stock returns. *Journal of Finance* 44 (2): 479–486.
- Ball C., Chordia T. 2001. True spreads and equilibrium prices. *Journal of Finance* 65 (5): 1801–1835.
- Bollen N., Smith T., Whaley R. 2004. Modeling the bid-ask spread: Measuring the inventory-holding premium. *Journal of Financial Economics* 72 (1): 97–141.
- Campbell J., Lo A., MacKinlay A. 1997. *The Econometrics of Financial Markets*. Princeton University Press: Princeton.
- Copeland T., Galai D. 1983. Information effects on the bid-ask spread. *Journal of Finance* 38 (5): 1457–1469.

- Demsetz H. 1968. The cost of transacting. *Quarterly Journal of Economics* **82** (1): 33–53.
- Duffie D. 2001. *Dynamic Asset Pricing Theory*. Princeton University Press: Princeton.
- Finger C., Finkelstein V., Pan G., Lardy J., Ta T., Tierney J. 2002. *CreditGrades. Technical document*. RiskMetrics Group Inc. New York. Режим доступа: http://www.credit-risk.ru/publications/files_attached/cgtechdoc.pdf
- Harris L. 2003. *Trading & Exchanges: Market Microstructure for Practitioners*. Oxford University Press: Oxford.
- Hasbrouck J. 1991. Measuring the information content of stock trades. *Journal of Finance* **46** (1): 179–207.
- Hasbrouck J. 2007. *Empirical Market Microstructure*. Oxford University Press: Oxford.
- Jong F., Rindi B. 2009. *The Microstructure of Financial Markets*. Cambridge University Press: Cambridge.
- Jorion P. 2007. *Financial Risk Manager Handbook*. 4th ed. John Wiley & Sons.
- Kyle A. 1985. Continuous auctions and insider trading. *Econometrica* **53** (6): 1315–1335.
- Lagoarde-Segot T. 2009. Financial reforms and time-varying microstructures in emerging equity markets. *Journal of Banking and Finance* **33** (10): 1755–1769.
- Liu X. 2007. Bid-ask spread, strike prices and risk-neutral densities. *Applied Financial Economics* **17** (11): 887–900.
- Norden L. 2003. Asymmetric option price distribution and bid-ask quotes: Consequences for implied volatility smiles. *Journal of Multinational Financial Management* **13** (4–5): 423–441.
- Norden L. 2009. Asymmetric futures price distribution and bid-ask quotes. *Asia-Pacific Journal of Financial Studies* **38** (6): 891–914.
- Plerou V., Gopikrishnan P., Stanley H. 2005. Quantifying fluctuations in market liquidity: Analysis of the bid-ask spread. *Physical Review E* **71** (4, part 2): 046131/1–046131/8.
- Zhang H. 2011. *Measuring Liquidity in Emerging Markets*. PhD Thesis, National University of Singapore. Режим доступа: <http://scholarbank.nus.edu.sg/handle/10635/23715>.
- Zumbach G. 2004. How trading activity scales with company size in the FTSE-100. *Quantitative Finance* **4** (4): 441–456.

Латинская транслитерация литературы, набранной на кириллице
The List of References in Cyrillic Transliterated into Latin Alphabet

- Brealey R., Myers S. 2007. *Printsipy korporativnykh finansov*. Per. s angl. M.: Olimp-Biznes.
- Bukhvalov A. V., Dorofeev E. A., Okulov V. L. 2010. *Lektsii po izbrannym voprosam klassicheskikh finansovykh modelej*. SPb.: Izd-vo «Vysshaya shkola menedzhmenta».
- Damodaran A. 2004. *Investitsionnaya otsenka: instrumenty i metody otsenki lyubykh aktivov*. Per. s angl. M.: Al'pina Biznes Buks.
- Damodaran A. 2010. *Strategicheskij risk-menedzhment: printsipy i metodiki*. Per. s angl. M.: ID «Vil'yams».
- Dorofeev E. A. 2005. Vkhody-vykhody s rynka fondovykh aktivov: vybor optimal'nogo momenta. *Vestnik SPbGU. Seriya «Menedzhment»* (4): 33–45.
- Kachalov R. V. 2002. *Upravlenie khozyajstvennym riskom*. M.: Nauka.
- Okulov V. L. 2000. Kolichestvennaya otsenka likvidnosti aktsij kompanii na rossijskom fondovom rynke. *Rynok tsennykh bumag* (23): 78–80.
- Hull J. 2008. *Optiony, f'yuchersy i drugie proizvodnye instrumenty*. Per. s angl. M.: ID «Vil'yams».

Статья поступила в редакцию
11 марта 2012 г.