

КРИВАЯ БЕСКУПОННОЙ ДОХОДНОСТИ НА РЫНКЕ ГКО-ОФЗ

ЗАО ММВБ начало публикацию на официальном биржевом сайте в сети Интернет кривой бескупонной доходности, определяемой на основании сделок с ГКО-ОФЗ. Данная кривая, получившая краткое наименование «G-кривая», и рассчитываемые на ее основе показатели представляют собой новый информационно-аналитический продукт, способствующий повышению прозрачности и ликвидности рынка государственных ценных бумаг.

Настоящая статья, являясь продолжением работы «Оценка срочной структуры процентных ставок», Г.Гамбаров, И.Шевчук, А.Балабушкин, Рынок ценных бумаг, № 11, 13, 2004 (далее [1]), имеет целью пояснение и обоснование указанной методики с учетом текущей ситуации и особенностей развития рынка государственных облигаций России¹.

Термины

Бескупонная доходность - доходность к погашению дисконтной (бескупонной) облигации, то есть облигации, для которой предусмотрена всего одна выплата в дату погашения облигации. Цена облигации $B(t)$, выраженная в долях от размера выплаты при погашении, срок до погашения t в годах и бескупонная доходность $Y(t)$ связаны соотношением

$$B(t) = \frac{1}{(1 + Y(t))^t}. \quad (1)$$

Этим же выражением дается дисконтный коэффициент $D(t)$ для расчета приведенной стоимости (present value) будущего платежа, отстоящего на срок t : $D(t) = B(t)$.

Кривая бескупонной доходности (КБД, zero-coupon yield curve, ZCYC) - совокупность бескупонных доходностей $Y(t)$ для различных сроков t .

Кривая бескупонной доходности по государственным ценным бумагам, или G-кривая - КБД, определенная на основании сделок с облигациями на рынке ГКО-ОФЗ описанным ниже способом.

Расчетная цена облигации $B_{\text{расчетная}}$ - цена облигации (полная), определенная с помощью КБД как сумма дисконтированных выплат по данной облигации:

$$B_{\text{расчетная}} = \sum_{i=1}^n D(t_i) C_i = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{(1 + Y(t_i))^{t_i}}, \quad (2)$$

где n - количество предстоящих выплат, t_i - сроки до выплат, C_i - размеры платежей (купонных, амортизационных, погашений), выраженные в долях от непогашенной части номинальной стоимости облигации.

Доходность облигации к погашению YTM - величина, являющаяся решением уравнения

¹ Мнения и высказывания авторов могут не совпадать с позициями организаций – работодателей.

$$B = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{(1 + YTM)^{t_i}}, \quad (3)$$

где B - цена облигации (полная).

Расчетная доходность облигации $YTM_{расчетная}$ - доходность к погашению, определяемая на основании КБД и структуры выплат по данной облигации в два этапа: сначала по формуле (2) определяется расчетная цена облигации $B_{расчетная}$, а затем из (3) находится $YTM_{расчетная}$.

Доходность сделки - доходность к погашению, соответствующая цене сделки.

База расчета G-кривой - список выпусков ГКО-ОФЗ, используемых при расчете G-кривой.

Ретроспективный период - период между предыдущей и текущей датами пересмотра базы расчета и численных параметров алгоритма расчета G-кривой.

1. Концептуальные проблемы и практика оценки кривой бескупонной доходности

Одним из знаковых событий прошлого года стало окончание очередного этапа развития методологии оценки КБД, что нашло отражение в обновленной версии сборника технических документов центральных банков развитых стран по построению КБД на национальных рынках государственных ценных бумаг, представленного Банком Международных Расчетов² (Bank for International Settlements, далее – BIS). Со времени составления первого такого сборника в июне 1996 года большинство центральных банков прошло через процедуру пересмотра своей методологии расчета КБД, что было обусловлено происходящими изменениями на национальных финансовых рынках и появлением новых подходов к определению ориентиров процентных ставок.

Проблема построения КБД имеет давнюю историю, неразрывно связанную с развитием рынка процентных инструментов и, как следствие, потребностью со стороны его участников в создании аналитического инструмента идентификации стоимости безрисковых заимствований. Инструментная организация и институциональная структура рынка эталонных процентных инструментов, которым традиционно является рынок государственных ценных бумаг, представленный купонными облигациями, не позволяют отождествить стоимость денег с доходностью к погашению облигаций из-за действия так называемого купонного эффекта, вносящего значительные искажения в получаемые результаты.

Различие между доходностью к погашению YTM и бескупонной доходностью для того же срока следует уже из выражений (2) и (3). Предположим, что некоторым способом

² “Zero-coupon yield curve: technical documentation” // Bank for International Settlements, Working Paper № 25, October, 2005.

получена КБД, точно описывающая текущее состояние рынка государственных ценных бумаг в том смысле, что расчетные цены облигаций, полученные на основе КБД, совпадают с фактическими ценами сделок (или, что то же самое, расчетные доходности совпадают с доходностями сделок). Тогда для любой облигации ее доходность к погашению YTM является тем единым значением, которое дает тот же результат в формуле (3) – фактическую цену облигации B , что и набор бескупонных доходностей $Y(t_i)$ в формуле (2). Следовательно, YTM в некотором смысле усредняет бескупонные доходности $Y(t_i)$. В случае так называемой нормальной КБД, когда функция $Y(t)$ является возрастающей, доходность к погашению оказывается меньше бескупонной доходности $Y = Y(t_n)$ для срока, соответствующего сроку погашения облигации, а в случае более редко встречающейся инверсной КБД – больше. Иными словами, в случае нормальной КБД кривая доходности к погашению лежит ниже КБД, в случае инверсной КБД – выше.

Распространен способ построения кривых доходности к погашению, при котором по горизонтальной оси откладываются дюрации облигаций D , а по вертикальной - доходности к погашению этих облигаций YTM . Такая кривая часто оказывается близка к КБД, поскольку происходит двойное усреднение – по каждой из осей. Усреднение $Y(t_i)$ в указанном выше смысле дает YTM , а усреднение моментов выплат t_i (в своем смысле) - дюрацию D , причем в обоих случаях больший вес придается тем значениям, для которых размер выплаты больше. Данный «эмпирический» прием прост с вычислительной точки зрения, однако он не имеет строгого обоснования и не позволяет утверждать, что таким образом получается именно КБД.

В целях выявления факторов, определяющих отличие КБД и кривой доходности к погашению, рассмотрим простейшую модель ценообразования купонной облигации, ограничившись вариантом использования способа простого накопления процентного дохода³. Перепишем формулу (3) в виде

$$B = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{(1 + YTM)^{t_i}} = \sum_{i=1}^n C_i \frac{(1 + YTM)^{t_n - t_i}}{(1 + YTM)^{t_n}} \quad (4)$$

и рассмотрим ее аналог для случая простого накопления процентного дохода:

$$B = \sum_{i=1}^n C_i \cdot \frac{(1 + (t_n - t_i) \cdot YTM)}{(1 + t_n \cdot YTM)} \quad (5)$$

Выделим в выплатах C_i те части, которые относятся к погашениям номинальной стоимости, сумма этих выплат равна 1. Остальные платежи являются купонными, обозначим их c_i . Тогда из (5) простыми преобразованиями получаем формулу для доходности к погашению следующего вида:

³ Применение способа «простого» накопления процентного дохода позволяет в явном виде выделить факторы купонного эффекта. При малых доходностях различием двух способов можно пренебречь, поэтому в первом приближении выводы распространяются и на случай «сложного» накопления процентного дохода.

$$YTM = r^g + r^c + z^{inv} \quad (6)$$

где $r^g = \frac{1-B}{B \cdot t_n}$ – капитальная доходность, $r^c = \frac{\sum_{i=1}^n C_i}{B \cdot t_n}$ – купонная доходность, $z^{inv} = \frac{\sum_{i=1}^n C_i \cdot (t_n - t_i) \cdot YTM}{B \cdot t_n}$

– доходность от реинвестирования купонных и амортизационных выплат по ставке YTM .

Аналогично, представим выражение (2) в виде

$$B = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{(1+Y(t_i))^{t_i}} = \sum_{i=1}^n C_i \frac{(1+Y(t_i, t_n))^{t_n-t_i}}{(1+Y(t_n))^{t_n}},$$

где $Y(t_i, t_n)$ – так называемые форвардные доходности, и рассмотрим соответствующее выражение для случая простого накопления процентного дохода:

$$B = \sum_{i=1}^n C_i \cdot \frac{(1 + (t_n - t_i) \cdot Y(t_i, t_n))}{(1 + t_n \cdot Y(t_n))}.$$

Отсюда получаем формулу для бескупонной доходности $Y = Y(t_n)$:

$$Y = r^g + r^c + r^{inv}, \quad (7)$$

где r^g , r^c обозначают то же, что и в формуле (5), $r^{inv} = \frac{\sum_{i=1}^n C_i \cdot (t_n - t_i) \cdot Y(t_i, t_n)}{B \cdot t_n}$ – доходность от

реинвестирования купонных и амортизационных выплат по форвардным ставкам.

Из (6) и (7) непосредственно видно, что различие между YTM и Y связано с предположениями о доходностях реинвестирования выплат по облигации, то есть с уже упоминавшимся купонным эффектом.

Показатель доходности к погашению, несмотря на свою кажущуюся простоту и повсеместное использование, основан на неявном предположении о том, что все промежуточные платежи, поступающие держателю до момента погашения бумаги, реинвестируются им по единой ставке. Кроме того, доходность к погашению зависит от всей структуры выплат по облигации – следовательно, является bond-specific и вбирает в себя идиосинкратические характеристики конкретной облигации. В итоге, основным препятствием к использованию кривой доходности к погашению в качестве системы эталонных процентных ставок является введение в рассмотрение определенной реинвестиционной стратегии, тесно связанной с параметрами отдельных облигаций и резко ограничивающей возможность ее рассмотрения в качестве ориентира рыночных процентных ставок.

Идентификация срочной структуры процентных ставок, совпадающей с КБД, требует отказа от каких-либо вариантов инвестирования промежуточных доходов по облигации и рассмотрения каждого платежа в качестве самостоятельной ценной бумаги («виртуальное стрипование»). Задача при этом состоит в подборе такой зависимости $Y(t)$, при которой

расчетные цены присутствующих на рынке купонных облигаций, рассматриваемых как портфели соответствующих дисконтных бумаг, совпадают или близки к фактическим ценам.

При этом необходимо учитывать две группы характеристик рынка, осложняющих определение КБД на основе системы купонных облигаций.

1.1. Инструментные характеристики рынка

Теоретически, при наличии большого числа активно торгуемых купонных облигаций, регулярно погашаемых на каждом интервале сроков, КБД возможно определить итерационным образом, принимая доходности более коротких инструментов в качестве параметра ценообразования краткосрочной составляющей долгосрочных ценных бумаг (так называемый *bootstrapping*). Однако на практике такая ситуация встречается крайне редко⁴, что приводит к появлению «пустот» в области значений КБД и требует наложения ряда ограничений на допустимые значения процентных ставок. В финансовой теории подобная инструментная специфика рынка ценных бумаг с фиксированным доходом именуется неполнотой, при которой, вообще говоря, происходит нарушение одного из основополагающих принципов теории ценообразования активов — единственности оценочных операторов⁵.

В рамках совокупности методов оценки КБД выделяются два подхода к идентификации оценочных операторов на неполном рынке — сплайновый и параметрический. С некоторой долей условности можно говорить о том, что параметрический подход представляет собой частный случай сплайнового подхода, снимающий необходимость проведения некоторых спецификаций и позволяющий значительно упростить оценки КБД. Ценой такого упрощения может стать избыточная жесткость кривой и, соответственно, недостаточная точность получаемых результатов, однако для широкого класса задач это является допустимым. Доказательством тому служит широкое использование параметрического подхода центральными банками большинства развитых стран, в число которых, согласно упомянутому ранее отчету BIS, не входят лишь США, Канада, Великобритания и Япония.

Таблица 1

⁴ Некоторые развитые рынки ГЦБ по своей инструментной структуре близки к этой модели. Например, в США количество дат выплат по облигациям незначительно превышает количество выпусков. Это достигается как за счет большого количества выпусков, так и за счет синхронизации платежей по ним.

⁵ MacKay A., Prisman E. “Estimating valuation operators in incomplete markets with noise: can noise complete the market?” // Joseph L. Rotman School of Management, University of Toronto, Schulich School of Business, York University, 2002

ПРАКТИКА ОЦЕНКИ ZCYC ЦЕНТРАЛЬНЫМИ БАНКАМИ РАЗВИТЫХ СТРАН⁶

Центральный банк	Подход к оценке ZCYC	Метод оценки ZCYC	Диапазон используемых сроков	Ограничение краткосрочного участка ZCYC
Бельгия	P	Nelson-Siegel, Svensson	От 2 дней – до 16 лет	казначейские сертификаты: 2 дня облигации: 1 год
Великобритания	S	Waggoner	до 30 лет	РЕПО: 1 неделя
Германия	P	Svensson	от 1 до 10 лет	3 месяца
Испания	P	Svensson	до 10 лет	1 день
Италия	P	Nelson-Siegel	до 30 лет	O/N LIBOR: 1 месяц Облигации: 1 год
Канада	S	Merril Lynch	от 3 месяцев до 30 лет	векселя: 1 день облигации: 1 год
Норвегия	P	Svensson	до 10 лет	денежный рынок: 30 дней облигации: 2 года
США	S	Fisher-Nychka-Zervos	от 1 до 10 лет	векселя: 1 день облигации: 30 дней
Финляндия	P	Nelson-Siegel	от 1 до 12 лет	1 день
Франция	P	Nelson-Siegel, Svensson	до 10 лет	векселя: 1 день ноты: 1 месяц облигации: 1 год
Швейцария	P	Svensson	от 1 до 30 лет	денежный рынок: 1 день облигации: 1 год
Швеция	S&P	Svensson	до 10 лет	1 день
Япония	S	Fisher-Nychka-Zervos	от 1 до 10 лет	1 день

Результаты проведенного в последние годы межстранового обзора подходов к оценке КБД, основные аспекты которого резюмированы в таблице 1, отражают среди прочего практику использования центральными банками инструментов разных рынков для формирования базы расчета и построения КБД. В то же время следует отметить, что суммарная стоимость бескупонных облигаций, эквивалентных по структуре денежных потоков купонной облигаций, как показывают многочисленные эмпирические исследования, не совпадает со стоимостью этой купонной облигации. В этом смысле, «заполнение» рынка виртуальными бескупонными инструментами, заложенное в используемые методы оценки кривой бескупонной доходности, представляет собой не вполне корректную процедуру, общей концептуальной проблемой которой является наличие специфических институциональных характеристик рынка.

1.2. Институциональные характеристики рынка

Институциональные характеристики рынка – это любые факторы, приводящие к отклонению рыночных цен от своих эталонных значений, то есть уровней, соответствующих

⁶ “Zero-coupon yield curve: technical documentation” // Bank for International Settlements, Working Paper № 25, October, 2005

приведенной стоимости денежных потоков по облигации⁷. Наиболее ярким примером такого отклонения может служить действие эффекта эталонного статуса облигации, который возникает при сегментации бумаг на классы «бегущих» и «небегущих» выпусков⁸. В более общем случае, можно говорить о неоднородной ликвидности рынка, при которой ценные бумаги с идентичными характеристиками имеют разную рыночную цену⁹.

С точки зрения проблемы неполноты рынка и оценки эталонных рыночных процентных ставок институциональные факторы являются ничем иным как шумом (*noise factors*), который, теоретически, имеет следствием невозможность построения кривой бескупонной доходности с *benchmark*–статусом¹⁰. Если обобщить вышеописанную проблематику, то можно заключить, что инструментные характеристики приводят к *неединственности* системы оценочных операторов, институциональные – к ее *несостоятельности*, при которой, в общем случае, не существует единственного оценочного оператора даже при снятии инструментных ограничений и достижении полноты рынка¹¹.

Причина этого состоит в том, что в рыночные цены облигаций закладывается стоимость или, как часто говорят, теневая цена (*shadow price*) всех сопутствующих выпуску институциональных ограничений, которая может влиять на цену облигаций как в положительную, так и в отрицательную сторону. Эти премии (скидки) сами не являются предметом торговли, латентны по своей природе, поэтому ненаблюдаемы и в подавляющем большинстве случаев сложно идентифицируемы.

К настоящему времени весь блок классических моделей оценки КБД (Nelson – Siegel, Svensson, Vasicek - Fong, Fisher – Nychka – Zervos, Waggoner и др.) направлен на преодоление инструментных ограничений, и в целом, с этой проблемой справляется успешно. Однако происходящие на рынках государственных ценных бумаг развитых стран процессы снижения ликвидности и существенной рыночной фрагментации сделали

⁷ Garbade K. “Analyzing the structure of treasury yields: duration, coupon and liquidity effects” // Topics in Money and Securities Markets, Bankers Trust Company, 1996

⁸ Boudoukh J., Whitelaw R. “The benchmark effect in the Japanese government bond market” // Journal of Fixed Income, № 1, 1991, pp. 52-59

⁹ Наряду с неоднородной ликвидностью, одной из часто обсуждаемых институциональных проблем является дифференцированное налогообложение доходов. Более подробно: Elton E., Green C. “Tax and liquidity effects in pricing government bonds” // Journal of Finance, 1998.

¹⁰ Помимо этого, институциональные факторы могут как усиливать, так и ослаблять купонный эффект. Например, в Японии до последнего времени купонный эффект проявлялся очень сильно и имел «нормальную» направленность, то есть эквивалентные облигации с большим купоном имели большую цену, что было связано с регуляторными нормами, а в США и Великобритании купонный эффект характеризовался «инверсным» свойством, благодаря которому облигации с меньшим купоном стоили относительно дороже, что способствовало ослаблению купонного эффекта. Более подробно: Eom Y., Subrahmanyam M., Uno J. “Coupon effects and the pricing of Japanese government bonds: an empirical analysis” // Federal Reserve Bank of New York, New York University, Nikkei-Quick Information Technology Company Ltd., 1998

¹¹ MacKay A., Prisman E. “Estimating valuation operators in incomplete markets with noise: can noise complete the market?” // Joseph L. Rotman School of Management, University of Toronto, Schulich School of Business, York University, 2002, pp.5-7

институциональный фактор определяющим и значительно влияющим на степень соответствия получаемого результата поставленным задачам.

1.3. Низкая ликвидность как институциональный фактор

Одной из характерных институциональных особенностей рынка ГКО-ОФЗ, значительно затрудняющих непосредственное применение известных моделей оценки КБД, является его низкая и неоднородная ликвидность, которая приводит к искажению цен облигаций и требует разработки специального метода их «исправления». В целом, можно выделить два подхода к решению проблемы неоднородной ликвидности рынка. Первый подход заключается в исключении низколиквидных выпусков из расчета и построении кривой на основе оставшихся более ликвидных облигаций. Такой способ построения КБД наиболее приемлем в ситуации явной сегментации рынка, например, при его делении на секторы «бегущих» и «небегущих» бумаг. Однако если оставшаяся при этом часть выпусков также принадлежит разным категориям ликвидности, целесообразно задействовать второй подход, направленный на разграничение сформированной выборки и дифференцированное рассмотрение облигаций разной степени ликвидности. В свою очередь, дифференциация может состоять либо в придании разного веса выпускам при учете их характеристик в оценке КБД, либо в непосредственном определении премий за ликвидность по каждому из выпусков и проведении соответствующей корректировки их рыночной стоимости.

Методика оценки G-кривой предполагает использование обоих подходов, что обусловлено текущей ситуацией, сложившейся на рынке ГКО-ОФЗ. На первом этапе осуществляется выбор только тех выпусков, которые удовлетворяют минимальным требованиям по уровню их ликвидности, а на втором - выпуски облигаций, вошедшие в базу расчета, участвуют в процедуре определения кривой с разной степенью значимости.

На практике для оценки уровня ликвидности отдельных выпусков государственных облигаций и рынка в целом применяется большое количество различных показателей, выбор которых часто обусловлен доступностью соответствующих данных. Помимо фактора доступности существование и применение множества показателей ликвидности обусловлено тем, что каждый из них отражает лишь отдельное свойство ликвидности, что является следствием неоднозначного ее определения.

Наиболее популярными показателями ликвидности в академической литературе являются абсолютный котируемый bid/ask спрэд, объем выпуска, частота торгов, торговый оборот и характеристика «on-the-run». Абсолютный котируемый bid/ask спрэд используется

как показатель ликвидности в работах Амихуда-Мендельсона¹², Димсона-Ханка¹³ и Стребулаева¹⁴. Объем выпуска был выбран в качестве прокси-показателя ликвидности в исследованиях Варга¹⁵, Крабба-Турнера¹⁶ и Кэмпфа-Арига-Хомбурга¹⁷. Частота торгов, как правило, оценивается либо числом сделок, либо количеством поданных заявок и используется в качестве меры ликвидности в работах Дуфора-Энгла¹⁸, Стребулаева¹⁵ и Субраманьяна¹⁹. Торговый объем как индикатор ликвидности используется в расчетах Элтона-Грина²⁰, Чакраварти-Саркара²¹, Эриксона-Ренолта²², Александера²³, Субраманьяна²⁰ и Стребулаева¹⁵.

Как подчеркивается многими авторами работ по оценке ликвидности рынка государственных облигаций, период обращения и дата выпуска тесно связаны с большинством из вышеперечисленных показателей ликвидности. Варга¹⁶, Эриксон-Ренолт²³, Чакраварти-Саркар²² используют непосредственно период обращения выпуска, тогда как Кэмпф-Ариг-Хомбург¹⁸ корректируют объем выпуска на эффект эмиссионной даты.

Более сложные показатели ликвидности, выступающие комбинацией некоторых из приведенных показателей, применяются в работе Камара²⁴, который ввел показатель скорости торгов, зависящий непосредственно от коэффициента оборачиваемости.

Существуют также два дополнительных кандидата на прокси-показатель ликвидности, которые чаще используются в практических работах, нежели теоретических, из-за недостатка данных, - это benchmark-статус выпуска, о котором говорилось выше, и число участников торгов. Причем если первая характеристика рассматривается в ряде

¹² Amihud Y., Mendelson H. "Liquidity, maturity, and the yields on U.S. Treasury securities" // Journal of Finance, vol.46, # 4, 1991, pp. 1411-1425

¹³ Dimson E., Hanke B. "The expected illiquidity premium: evidence from equity index-linked bonds" // London Business School, Working Paper, 2001

¹⁴ Strebulaev I. "Many faces of liquidity and asset pricing: evidence from the US treasury securities market" // London Business School, Working Paper, 2001

¹⁵ Warga A. "Bond returns, liquidity and missing data" // Journal of Financial and Quantitative Analyses, # 27, 1992, pp. 605-617

¹⁶ Crabbe L., Turner C. "Does the liquidity of a debt issue increase with its size? Evidence from the corporate bond and medium-term note markets" // Journal of Finance, # 50, 1995, pp. 1719-1734

¹⁷ Kempf A., Uhrig-Homburg M. "Liquidity and its impact on bond price" // Schmalenbach Business Review, # 52, 2000, pp. 26-44

¹⁸ Dufour A., Engle R. "Time and the price impact of a trade" // Journal of Finance, # 55, 2000, pp. 2467-2498

¹⁹ Subramanian K. "Term structure estimation in illiquid markets" // Journal of Fixed Income, # 11/1, 2001, pp. 77-86

²⁰ Elton E., Green T. "Tax and liquidity effects in pricing government bonds" // Journal of Finance, vol.53, # 5, 1998, pp. 1533-1562

²¹ Chakravarty S., Sarkar A. "Liquidity in US fixed income markets: a comparison of the bid-ask spread in corporate, government and municipal bond markets" // Federal Reserve Bank of New York, Staff Report, 1999

²² Ericsson J., Renault O. "Liquidity and credit risk" // Working paper, McGill University, 2000

²³ Alexander G., Edwards A., Ferri M., "The determinants of trading volume of high yield corporate bonds" // Journal of Financial Markets, # 3, pp. 177-204

²⁴ Kamara A. "Liquidity, taxes, and short-term treasury yields" // Journal of Financial and Quantitative Analysis, vol.29, # 3, 1994, pp. 403-417

академических работ, например, в исследовании Будока-Вайтло²⁵, отследивших эффект эталонного статуса на японском рынке, то вторая лишь упоминается в работе Димсона-Ханка²⁶, однако как общепризнанный показатель ликвидности не состоялась.

Рассмотрение одновременно нескольких показателей ликвидности позволяет преодолеть проблему совместных гипотез, сводящуюся к неоднозначному заключению о степени ликвидности выпуска при рассмотрении лишь одной характеристики. В этой ситуации выводом может выступать как утверждение о том, что эффекта ликвидности на данном рынке не существует, так и то, что был сделан неправильный выбор показателя ликвидности. Поэтому идентификация релевантных показателей ликвидности выступает одним из основных этапов в задаче оценки уровня ликвидности выпусков.

Как показал обзор имеющейся в распоряжении авторов литературы, в настоящее время не существует единого подхода к выделению показателей ликвидности: исследователи используют либо отдельные прокси-показатели, либо их комбинацию.

Анализ наиболее известных показателей ликвидности для российского рынка государственных облигаций обнаруживает, что ряд показателей не являются доступными или вообще не характерны для российского рынка. В частности, несмотря на предпринимаемые в последнее время Министерством финансов РФ необходимые усилия по формированию эталонных выпусков облигаций, проведение обоснованной бинарной группировки не представляется возможным.

Аналогично, статус «on-the-run» по выпускам, особенно выраженно проявляющийся при регулярном размещении бумаг заданного срока, не удастся выявить посредством качественного рассмотрения характеристик выпусков в силу существующих особенностей проводимой в России эмиссионной политики. Исследование такой популярной среди аналитиков и трейдеров характеристики ликвидности как bid/ask спрэд, как показывают исследования²⁷, не вполне исчерпывающим образом отражает необходимые свойства облигаций.

Вторым показателем ликвидности, который нецелесообразно использовать при построении индикатора ликвидности, выступает объем выпуска в обращении. Причиной тому послужили, во-первых, статичный характер показателя, и, во-вторых, его дискретный порядок изменений в случае размещений и доразмещений. Дополнительным основанием принятого решения может являться его экономическое содержание. Дело в том, что объем

²⁵ Bodoukh J., Whitelaw R. "The benchmark effect in the Japanese government bond market" // Journal of Fixed Income, # 1/2, pp. 52-59

²⁶ Dimson E., Hanke B. "The expected illiquidity premium: evidence from equity index-linked bonds" // London Business School, Working Paper, 2001

²⁷ Алехин Б., Астанин Э. «Мониторинг ликвидности рынка государственных ценных бумаг на ММВБ» // Рынок ценных бумаг, 2002, №16.

выпуска в обращении отражает не фактическую (апостериорную), а потенциальную ликвидность бумаги, указывая на то обстоятельство, что, при прочих равных условиях, выпуск с большим объемом в обращении имеет большие возможности оказаться востребованным активными участниками рынка.

Таким образом, совокупность показателей ликвидности, отобранная для построения индикатора, состояла из следующих характеристик: торговый оборот, число сделок, число дней, в которые заключались сделки с данным выпуском. Все три показателя являются доступными участникам финансового рынка и представляют собой прозрачные и содержательные показатели отдельных свойств ликвидности государственных ценных бумаг²⁸.

Использование одновременно всех выделенных показателей ликвидности невозможно по причине отсутствия информации о степени «вклада» отдельных показателей ликвидности в общий индикатор ликвидности и их возможной незначимости при определении ликвидности выпуска. По этой причине становится целесообразным провести специальную группировку выпусков облигаций и на основе ее результатов оценить вышеизложенные характеристики. Данная группировка предполагает спецификацию парных отношений выпусков по отдельным показателям ликвидности и формирование общего ряда рангов выпусков с использованием метода регуляризации по Парето.

Формирование Парето-отношений и их количественное представление дают возможность идентификации тех показателей ликвидности, которые в наибольшей степени определяют уровень индикатора ликвидности. Проведенные авторами эконометрические расчеты, показали, что число торговых дней не является определяющим ликвидность выпусков облигаций показателем. Значимыми характеристиками оказались объем торгов и число сделок, причем структура их вклада в общий уровень ликвидности, в соответствии с полученными результатами, оценивается на уровне 20% и 80% соответственно²⁹.

Таким образом, уровень ликвидности выпусков облигаций в соответствии с результатами, полученными на основе логлинейной модели, оценивается индикатором ликвидности, который рассчитывается по следующей формуле:

$$L_i = \left(\frac{V_i}{\bar{V}} \right)^\alpha \cdot \left(\frac{T_i}{\bar{T}} \right)^\beta \quad (8)$$

где V_i - среднедневной объем торгов по i -му выпуску облигаций, руб.; T_i - среднедневное количество сделок с i -ым выпуском облигаций; \bar{V} - среднедневной объем торгов, рассчитанный по формуле среднего

²⁸ Алехин Б., Астанин Э. «Ликвидность рынка ГКО-ОФЗ» // Рынок ценных бумаг, №12, 2003

²⁹ Порядок применения метода регуляризации по Парето, а также подробное описание проведенных расчетов изложены в работе: Гамбаров Г.М., Шевчук И.В. «Срочная структура процентных ставок: оценка в условиях неоднородной ликвидности рынка ГКО-ОФЗ» // Финансы и кредит, № 30, 2004

арифметического на основе значений V_i по всем рассматриваемым выпускам облигаций, руб.; \bar{T} - среднее количество сделок, рассчитанное по формуле среднего арифметического на основе значений T_i по всем рассматриваемым выпускам облигаций; α , β - весовые коэффициенты, равные 0,2 и 0,8 соответственно.

Содержательно, введенный индикатор ликвидности с учетом установленного порога отбора выпусков в индекс на уровне, равном 0.4, отсеивает выпуски облигаций с худшим показателем ликвидности, чем у гипотетического «среднего» выпуска, объем торгов и число сделок с которым находятся на уровне среднего по рынку значения. Нормирование и включение в индикатор средних уровней объема торгов и числа сделок позволяет избавиться от необходимости регулярного пересмотра критериев отбора выпусков, связанного с изменением ситуации на рынке. По мере повышения уровня ликвидности рынка и снижения степени дифференциации ликвидности по выпускам, порог отбора ликвидных выпусков целесообразно установить производным от степени неоднородности рыночной ликвидности в соответствии со следующим правилом: чем более однородным является рынок, тем ниже должно быть пороговое значение.

1.4. Информационная дискретность как институциональный фактор

Одной из особых разновидностей институциональных ограничений в задаче построения КБД выступает временной фактор, который приводит к *информационной дискретности* и не позволяет формировать систему процентных ставок на основе единовременно поступающей информации. На практике сделки с облигациями совершаются через определенные промежутки времени, поэтому параметры сделок, участвующие в расчете КБД, строго говоря, относятся к разным моментам времени, а потому вычисляемые бескупонные доходности агрегируют в себе *разновременную* ретроспективную информацию.

Проблема информационной дискретности имеет несколько путей решения, один из которых может состоять в повышении частоты наблюдений посредством перехода к построению так называемых кривых *заявленных* доходностей на основе цен спроса и предложения облигаций. Теоретически, подобный подход к определению системы эталонных процентных ставок является более корректным, поскольку принимает во внимание необходимость дифференциации стоимости денег для заемщиков и кредиторов в условиях отсутствия временных лагов в совершении соответствующих операций. Другими словами, такой подход учитывает скорость рынка, измеряемую периодом времени с момента поступления заявки в систему до момента ее исполнения, который можно свести к нулю только за счет потери в доходности, которая для заемщиков найдет отражение в повышении уровня КБД, а для кредиторов – в ее понижении. Кривая фактической бескупонной

доходности, построенная по реальным сделкам, будет отражать истинную стоимость денег только с поправкой на уровень ликвидности рынка, на котором она формируется.

Другой подход, который целесообразно использовать на низколиквидных рынках и к которым в настоящее время относится рынок ГКО-ОФЗ, состоит в решении проблемы низкой частоты заключения сделок посредством применения специальных алгоритмов «стабилизации» кривой, один из которых реализован в методике построения G-кривой.

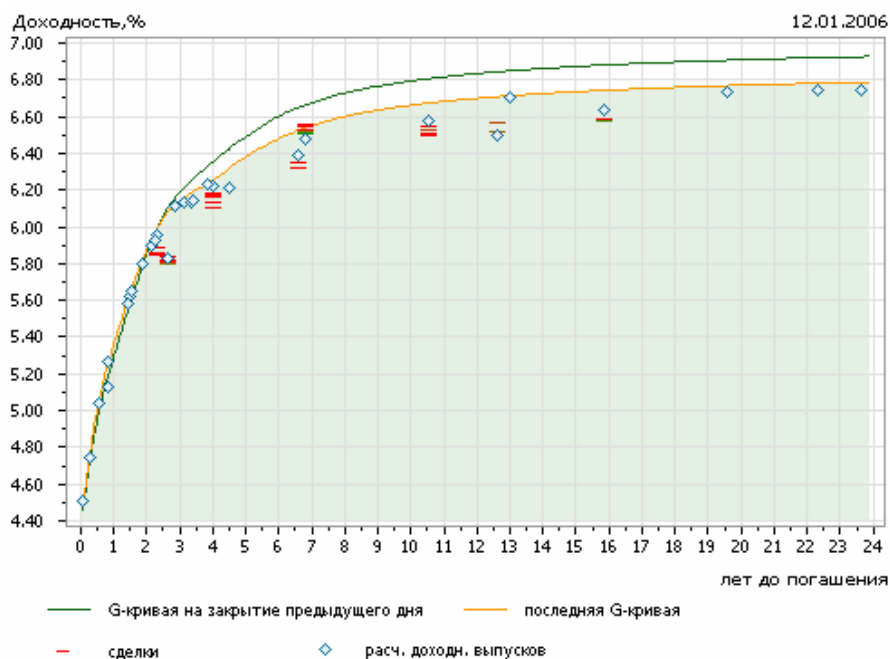
2. Методика оценки G-кривой

Полный текст методики опубликован на сайте ММВБ по адресу: <http://www.micex.ru>.

2.1. Требования к методу расчета

При построении G-кривой по сделкам с ГКО-ОФЗ целью является нахождение такой зависимости $Y(t)$, при которой расчетные доходности выпусков оказываются максимально близки к фактическим доходностям сделок.

Рисунок 1



На рисунке 1 расчетные доходности выпусков соответствуют последней G-кривой. Как и должно быть в случае нормальной КБД, расчетные доходности лежат или точно на G-кривой (для ОФЗ, по которым осталась одна выплата), или ниже ее, в некоторых случаях существенно ниже, причем наиболее значительные отклонения получаются в случае ОФЗ-АД. Этот эффект рассматривался ранее. О степени адекватности G-кривой, то есть о ее соответствии рыночной ситуации, следует судить по тому, насколько расчетные доходности близки к фактическим доходностям сделок (красные черточки). Реально полного совпадения

не происходит, и при построении G-кривой решается задача минимизации рассогласований. Как отмечено выше, предпочтителен способ расчета, при котором кривая обладает «памятью» о своем предыдущем состоянии для восполнения пропусков данных и обеспечения преемственности по отношению к предыдущему дню. Кроме того, желательно, чтобы кривая строилась не один раз в конце дня по итогам завершившейся торговой сессии, а пересчитывалась в ходе торгов по мере совершения сделок (аналогично другим биржевым индексам) и тем самым была бы актуальной в любой момент.

В [1] был использован способ расчета G-кривой, основанный на известной 4-х параметрической модели Нельсона-Сигеля и рекуррентном алгоритме оценки параметров модели (фильтре Калмана), который удовлетворял поставленным условиям. В результате дополнительных исследований в этот способ были внесены следующие доработки:

- к модели Нельсона-Сигеля добавлены 3 корректирующих члена для более точного описания начального участка G-кривой;
- фильтр Калмана заменен упрощенным алгоритмом пересчета оценки параметров модели, при котором точность оценки параметров G-кривой считается одинаковой на каждом шаге (то есть ковариационная матрица ошибки считается постоянной и не пересчитывается), что резко упрощает алгоритм и делает его более прозрачным и устойчивым;
- введены поправки, учитывающие объем сделки с тем, чтобы сделать G-кривую более репрезентативной;
- предусмотрен ежеквартальный статистический анализ работы алгоритма на соответствующем ретроспективном периоде и, в случае необходимости, корректировка численных параметров алгоритма.

Конкретно метод определения G-кривой состоит в следующем.

2.2. Модели Нельсона-Сигеля, Свенсона

В модели Нельсона-Сигеля мгновенная форвардная ставка дается выражением

$$forward_{NS}(t) = \beta_0 + \left(\beta_1 + \beta_2 \frac{t}{\tau} \right) \exp\left(-\frac{t}{\tau} \right), \quad (9)$$

где $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \tau$ - параметры, подлежащие определению. Соответствующая непрерывно начисляемая процентная ставка имеет вид:

$$R_{NS}(t) = \beta_0 + (\beta_1 + \beta_2) \frac{\tau}{t} \left[1 - \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right) \right] - \beta_2 \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right) \quad (10)$$

В 6-параметрической модификации Свенсона в формулу форвардной кривой добавлен дополнительный член для лучшего описания начального участка кривой, однотипный с имевшимся в (9):

$$forward_{SV}(t) = \beta_0 + \left(\beta_1 + \beta_2 \frac{t}{\tau} \right) \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right) + \beta_3 \frac{t}{\tau_2} \exp\left(-\frac{t}{\tau_2}\right). \quad (11)$$

Эта формула предоставляет КБД больше степеней свободы, однако плохо приспособлена для применяемого здесь способа оценки параметров G-кривой в режиме реального времени (сделка за сделкой), поскольку при этом нет возможности разделить два однотипных члена.

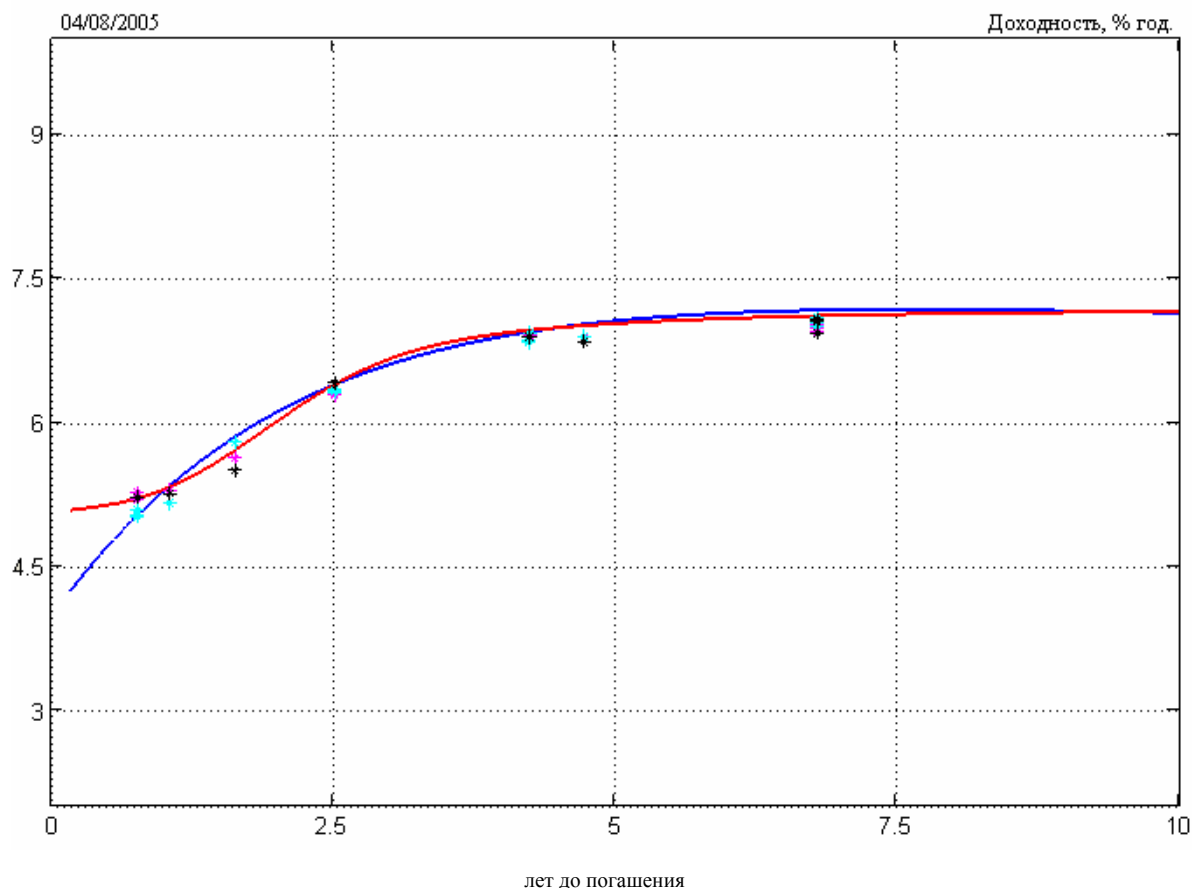
2.3. Модель G-кривой

В методике расчета G-кривой принята модифицированная модель (10):

$$R(t) = \beta_0 + (\beta_1 + \beta_2) \frac{\tau}{t} \left[1 - \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right) \right] - \beta_2 \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right) + \\ + g_1 \exp\left(-\frac{t^2}{2}\right) + g_2 \exp\left(-\frac{(t-1)^2}{2}\right) + g_3 \exp\left(-\frac{(t-2)^2}{2}\right), \quad (12)$$

где $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \tau, g_1, g_2, g_3$ - параметры, подлежащие определению. Последние три слагаемых в (12) являются корректирующими добавками. Как правило, они малы и G-кривая достаточно хорошо описывается формулой Нельсона-Сигеля, однако в некоторых случаях они оказываются заметными (рисунок 2).

Рисунок 2



Синяя кривая – Нельсон-Сигель, красная кривая – модель (12), точками показаны доходности сделок и расчетные доходности по красной кривой.

Бескупонная доходность, используемая в (1), (2), связана с непрерывно начисляемой соотношением $Y(t) = e^{R(t)} - 1$, а дисконтная функция дается выражением³⁰

$$D(t) = e^{-R(t)t} = \frac{1}{(1 + Y(t))^t}. \quad (13)$$

2.4. Пересчет параметров кривой

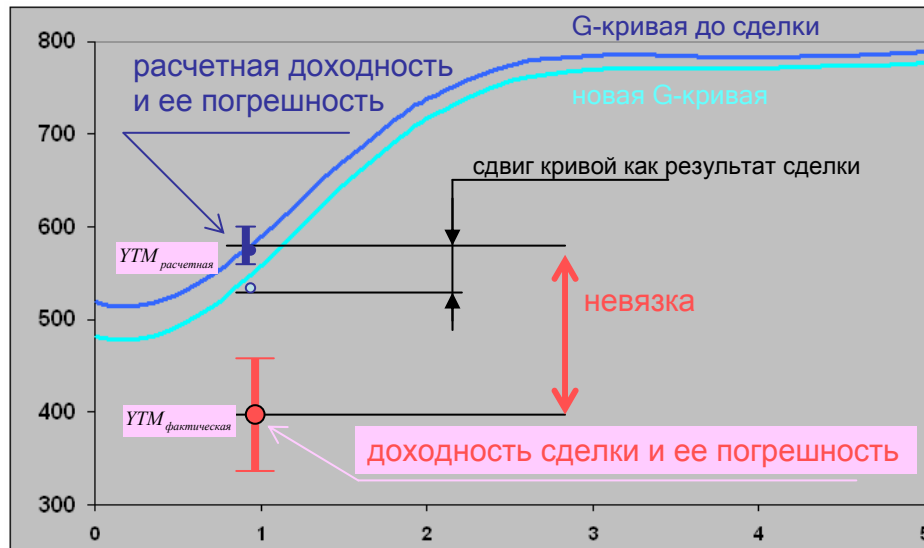
Параметры, определяющие G-кривую:

$$x = (x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7) = (\beta_0, \beta_1, \beta_2, \tau, g_1, g_2, g_3), \quad (14)$$

пересчитываются при совершении каждой сделки с ГКО-ОФЗ на вторичном рынке в анонимном режиме, если выпуск входит в базу расчета (о формировании базы расчета в разделе 2.5) и до погашения выпуска остается не менее 30 календарных дней. Процедура пересчета иллюстрируется рисунком 3.

Рисунок 3

³⁰ Более точно, в методике расчета G-кривой функция $R(t)$ выражается не в долях единицы, а в базисных пунктах.



Когда происходит очередная сделка, то по имеющейся на этот момент G-кривой определяется расчетная доходность $YTM_{расчетная}$ выпуска, с которым прошла сделка. Степень рассогласования расчетной $YTM_{расчетная}$ и фактической доходности сделки YTM образует «невязку», которую алгоритм корректировки кривой стремится уменьшить, сопоставляя точность имеющейся G-кривой и точность вновь поступившей информации. Точность имеющейся кривой характеризуется набором погрешностей каждого из параметров (14)

$$\gamma_x = (\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \gamma_4, \gamma_5, \gamma_6, \gamma_7), \quad (15)$$

которые в данном алгоритме пересматриваются ежеквартально и фиксируются на следующий квартал. Рассчитав численным методом чувствительности h_i доходности $YTM_{расчетная}$ к малому отклонению каждого из параметров (14):

$$\Delta YTM_{расчетная} = \sum_{i=1}^7 h_i \Delta x_i, \quad (16)$$

определяем дисперсию погрешности расчетной доходности:

$$Q = \sum_{i=1}^7 h_i^2 \gamma_i^2.$$

Точность вновь поступившей информации, то есть доходности новой сделки, характеризуется дисперсией

$$\Lambda = \max\left((40 \exp(-0.5t) + 10)^2, \sigma_k^2\right) * \left(\frac{\overline{w}_k}{w_k}\right)^{0.2}. \quad (17)$$

В (17) выражение $40 \exp(-0.5t) + 10$ представляет собой типичное среднеквадратическое отклонение доходности сделки в зависимости от срока до погашения выпуска (это выражение было получено эмпирическим путем в [1]); σ_k - среднеквадратическое отклонение выпуска, с которым прошла сделка, благодаря которому имеется возможность в индивидуальном порядке регулировать степень влияния некоторых выпусков на G-кривую; \bar{w}_k, w_k - средний объем сделки с данным выпуском и объем конкретной сделки. Величины σ_k и \bar{w}_k определяются на основе анализа ретроспективного периода.

G-кривая сдвигается с учетом пропорции между погрешностями - чем больше погрешность сделки по сравнению с погрешностью кривой, тем слабее будет реакция на данную сделку. Более точно, сдвиг кривой таков, что расчетная доходность сдвигается на величину

$$\Delta YTM_{расчетная} = \frac{Q}{Q + \Lambda} * \text{невязка}. \quad (18)$$

Соотношение (18) можно интерпретировать как оценку наименьших квадратов. В общем виде задача формулируется следующим образом. Имеется некоторая величина a , которую необходимо оценить по двум наблюдениям

$$y_1 = a + \sigma_1 \xi_1, \quad y_2 = a + \sigma_2 \xi_2,$$

где ξ_1, ξ_2 - независимые случайные величины со средним 0 и стандартным отклонением 1. В качестве оценки величины a берется промежуточное значение между наблюдениями (несмещенная оценка) $\hat{a} = ky_1 + (1 - k)y_2$ такое, чтобы дисперсия ошибки оценивания была минимальна: $E(a - \hat{a})^2 \rightarrow \min$. Из этого условия получается

$$k = \frac{\sigma_2^2}{\sigma_1^2 + \sigma_2^2},$$

что соответствует (18).

Для обеспечения (18) параметры Δx_i изменяются следующим образом:

$$\Delta x_i = \frac{h_i \gamma_i^2}{Q + \Lambda} * \text{невязка}. \quad (19)$$

Реально вместо (19) используется несколько более сложная формула, уменьшающая реакцию G-кривой на выбросы:

$$\left. \begin{aligned} \Delta x_i &= \frac{h_i \gamma_i^2 \Delta}{Q + \Lambda + d \Delta^2}, & \text{если } \Delta^2 < \frac{Q + \Lambda}{d} \\ \Delta x_i &= \frac{h_i \gamma_i^2}{2\sqrt{(Q + \Lambda)d}} \text{sign}(\Delta), & \text{если } \Delta^2 \geq \frac{Q + \Lambda}{d} \end{aligned} \right\}$$

где Δ - невязка, d - постоянный коэффициент.

В целом алгоритм является довольно простым как с содержательной, так и с вычислительной точек зрения, и способен функционировать в режиме реального времени при высокой интенсивности торгов.

2.5. Формирование базы расчета и определение численных параметров модели

База расчета пересматривается по итогам каждого трех месяцев. При этом все выпуски облигаций разделяются на две группы:

- выпуски, срок до погашения которых попадает в интервал от 3 месяцев до 2 лет;
- выпуски, срок до погашения которых составляет более двух лет.

Для каждой группы отдельно проводится анализ относительной ликвидности выпусков облигаций в соответствии с критерием (8).

Одновременно с пересмотром базы расчета G -кривой подбираются численные значения параметров $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \gamma_4, \gamma_5, \gamma_6, \gamma_7, d$ на следующий квартал в соответствии с критерием максимального правдоподобия (в предположении нормальности распределений). Для этого многократно осуществляется расчет G -кривой на ретроспективном периоде по новой базе с различными параметрами $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \gamma_4, \gamma_5, \gamma_6, \gamma_7, d$. Критерием оптимальности является:

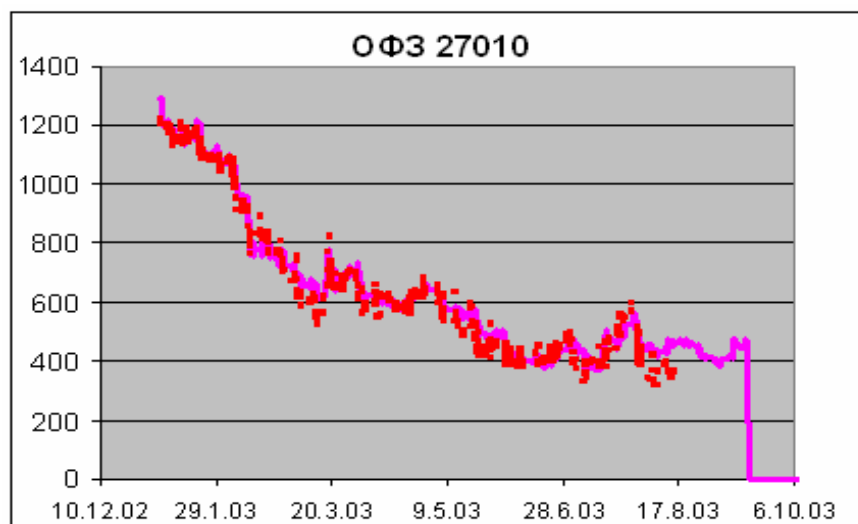
$$-\sum_{n=1}^{\Xi} \left(\frac{\Delta_n^2}{\theta_n} + \log \theta_n \right) \longrightarrow \max,$$

где n - номер сделки, Ξ - общее количество сделок за рассматриваемый ретроспективный период, Δ_n - невязка, $\theta_n = Q_n + \Lambda_n + d\Delta_n^2$.

3. Результаты расчетов G -кривой

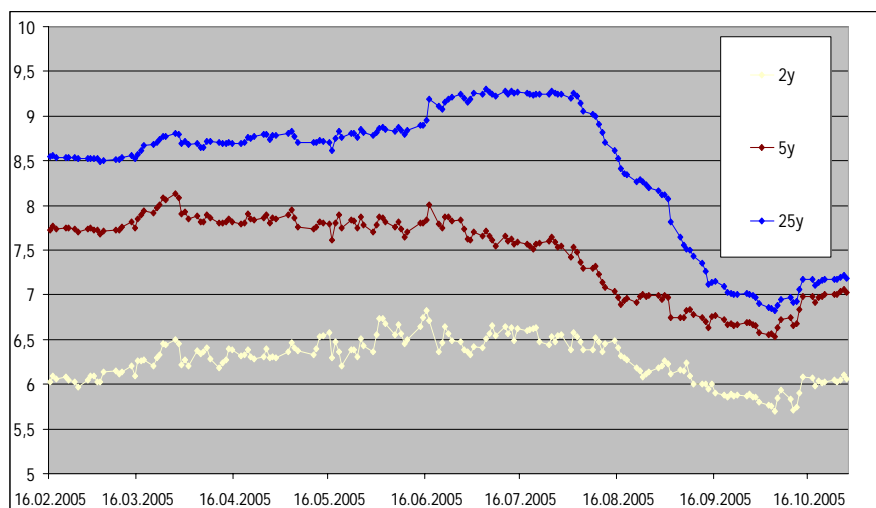
В качестве основного показателя адекватности G -кривой можно рассматривать точность отслеживания расчетными доходностями фактических доходностей сделок по ликвидным выпускам, включенным в базу расчета. На рис. 4 в качестве достаточно динамичного примера показана доходность сделок с выпуском ОФЗ 27010 (точки) и расчетные доходности по G -кривой (линия). Из рисунка видно, что в целом расчетные доходности достаточно хорошо отслеживают фактические доходности выпуска.

Рисунок 4



На рис. 5 показана динамика ставок для сроков 2, 5 и 25 лет, то есть «срезов» G-кривой для указанных сроков.

Рисунок 5



4. Некоторые актуальные направления использования кривой бескупонной доходности

Кривая бескупонной доходности как индикатор эталонных процентных ставок может широко применяться как участниками³¹, так и регуляторами финансового рынка. В целом, можно выделить следующие крупные направления ее использования:

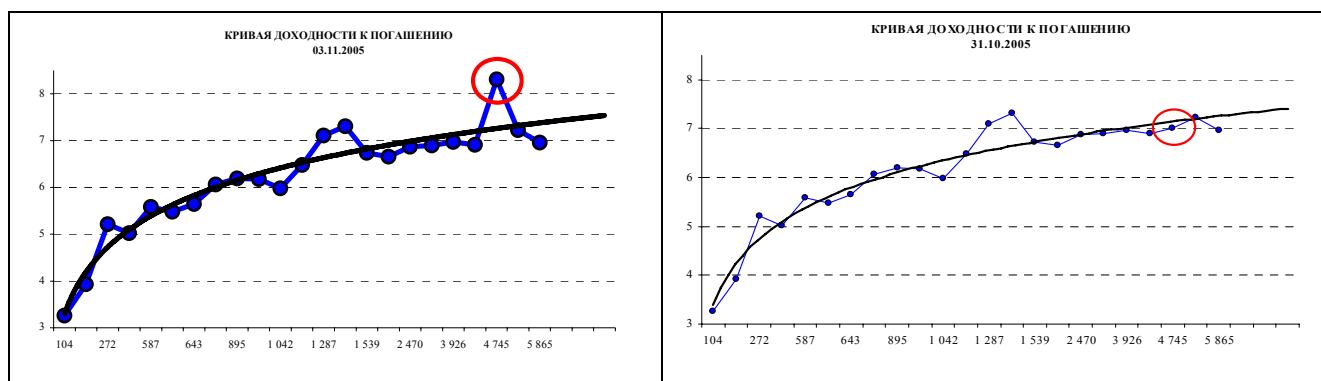
- ценообразование процентных инструментов;
- принятие решений при совершении торговых операций;
- управление процентными рисками;
- реализация процентной политики.

³¹ Imamura F. "Bond market analysis and investment strategies using spot rates" // Daiwa Toshi Siryo (daiwa Investment Monthly), № 719, 1995, pp. 4-29

Не претендуя на полноту охвата возможных областей применения КБД, перечисленные выше направления являются в некотором смысле традиционными и не нуждаются в дополнительной конкретизации. В данном разделе работы будет кратко изложен порядок использования G-кривой в решении относительно новой проблемы - определении доходности к погашению облигаций с переменным купонным доходом. В связи с наличием на российском рынке подобных инструментов и отсутствием обоснованных подходов к ее решению, Банк России планирует внести изменения в Положение № 219, устанавливающее порядок расчета доходности по государственным ценным бумагам, в части порядка расчета доходности к погашению облигаций с переменным купонным доходом.

В настоящее время доходность к погашению по выпускам облигаций с переменным купонным доходом, к числу которых на сегодняшний момент относится выпуск 48001, определяется на основе стандартной формулы приведенной стоимости денежных потоков с учетом предположения равенства всех неизвестных будущих купонных доходов последнему объявленному купону. Вследствие установленной процедуры ежегодного объявления будущих купонных доходов, ставка по которым определяется в соответствии с официальным прогнозом по инфляции на предстоящий год, ожидания последующего снижения инфляции приводят к завышению расчетной доходности к погашению от истинной, определяемой фактически выплаченными купонными доходами. Как результат, индикативная точка кривой доходности к погашению, соответствующая выпуску 48001, оказывается лежащей вне допустимой границы кривой, а информация о доходности по данному выпуску, которую получают участники рынка, становится искаженной и непригодной для использования (левый график на рис. 6).

Рисунок 6



Для преодоления обозначенной проблемы предлагается задействовать G-кривую в целях выделения «подразумеваемой» рынком (implied) траектории купонных доходов и на ее основе, используя традиционную технику, определить доходность к погашению по данному выпуску. «Подразумеваемая» рынком временная структура купонных доходов вычисляется с использованием следующей формулы, основанной на введенной, в целях технического упрощения метода, гипотезе линейного снижения размера купонов по облигации.

$$C_k(v) = \frac{100 \cdot \left(\frac{C_n}{N_n} \cdot \frac{365}{T} - v \cdot k \right)}{100 \cdot \frac{T}{365} \cdot N_k} \quad (20)$$

где $C_k(v)$ - величина k-го расчетного купона, определяемая параметром v ; C_n - величина последнего объявленного купона; N_n - номинальная стоимость облигации/непогашенная часть номинальной стоимости облигации, являющаяся базой для расчета последнего объявленного купона; N_k - номинальная стоимость облигации/непогашенная часть номинальной стоимости облигации, являющаяся базой для расчета k-ого расчетного купона; T - длительность купонного периода в днях; v - расчетный параметр, подлежащий определению; k - порядковый номер расчетного купона.

Параметр убывания временной структуры купонных доходов v определяется исходя из рыночных цен облигаций и кривой бескупонной доходности, сложившихся за предыдущие дни торгов с данным выпуском, посредством минимизации значения следующей функции отклонений.

$$\sum_{e=1}^L \left(P_e + A_e - \sum_{i=1}^n C_i \cdot (1 + s_{t_i+h_e})^{\frac{t_i+h_e}{365}} - \sum_{k=1}^d C_k(v) \cdot (1 + s_{t_k+h_e})^{\frac{t_k+h_e}{365}} - \sum_{j=1}^m N_j \cdot (1 + s_{t_j+h_e})^{\frac{t_j+h_e}{365}} \right)^2 \rightarrow \min \quad (21)$$

где P_e - рыночная цена облигации без учета НКД; A_e - накопленный купонный доход; e - номер индикативного дня; L - число индикативных дней; h_e - длительность периода между датой расчета купона и датой индикативного дня, $h_e = T - T_e$; T - дата расчета неизвестных купонов; T_e - дата e-го индикативного дня; накопленный купонный доход на дату T_e ; t_i - число дней до выплаты i-го известного купона; t_k - число дней до выплаты k-го расчетного купона; t_j - срок до j-й выплаты номинальной стоимости; n - количество известных купонов; d - количество расчетных купонов; m - количество платежей по основной сумме долга; C_i - величина i-го известного купона; $C_k(v)$ - величина k-го расчетного купона, определяемая параметром v ; N_j - размер j-й выплаты номинальной стоимости облигации; $s_{t_i+h_e}$ - значение бескупонной доходности срока t_i+h_e на дату T_e ; $s_{t_k+h_e}$ - значение бескупонной доходности срока t_k+h_e на дату T_e ; $s_{t_j+h_e}$ - значение бескупонной доходности срока t_j+h_e на дату T_e .

В целях выбора наилучшего «окна наблюдений» с числом индикативных дней L для определения временной структуры купонных доходов, в расчет в соответствии с выражением (21) принимаются цены только тех дней торгов, в которые число сделок с данным выпуском облигаций было максимальным на ретроспективном двухмесячном

периоде. Минимизация отклонений фактических рыночных цен выпуска от расчетного аналога, определяемого G-кривой и параметрически задаваемой временной структурой купонных доходов, позволяет найти оптимальное значение параметра ν , которое используется на последующем шаге для определения доходности к погашению по данному выпуску. Такие расчеты, проведенные в конце октября 2005 года, дают оптимальное значение $\nu = 0.1314$, при этом доходность к погашению по выпуску 48001 оказывается на уровне доходностей близких выпусков (правая часть рис. 6).

В настоящей работе были кратко описаны концептуальные проблемы и особенности оценки кривой бескупонной доходности на рынке ГКО-ОФЗ. Несмотря на значительное развитие методологии оценки КБД, отмеченное в последнем отчете BIS, институциональная специфика российского рынка требует разработки специальной методики определения кривой бескупонной доходности, которая была создана Банком России и ММВБ. Результаты ее применения предоставляются ММВБ во внутридневном режиме на ее странице в сети Интернет, что позволяет использовать ее широкому кругу заинтересованных участников. По мере накопления опыта и развития рынка предполагается постепенное совершенствование методики, а также распространение ее на другие сегменты облигационного рынка.