|  |
| --- |
| **УТВЕРЖДЕНА**Правлением ПАО Московская Биржа«24» мая 2024 г., Протокол № 41Председатель Правления ПАО Московская Биржа\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Ю.О. Денисов |

**МЕТОДИКА**

 **ОПРЕДЕЛЕНИЯ КРИВОЙ БЕСКУПОННОЙ ДОХОДНОСТИ**

**ГОСУДАРСТВЕННЫХ ОБЛИГАЦИЙ**

**(ОБЛИГАЦИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫХ ЗАЙМОВ)**

**ПАО МОСКОВСКАЯ БИРЖА, 2024**

Оглавление

[1. Термины и определения 3](#_Toc167270083)

[2. Общие положения 4](#_Toc167270084)

[3. Порядок определения базы расчёта 5](#_Toc167270085)

[4. Параметрическая модель Кривой 7](#_Toc167270086)

[5. Предварительная обработка данных 8](#_Toc167270087)

[6. Расчёт параметров Кривой при совершении сделки 9](#_Toc167270088)

[7. Расчёт параметров Кривой при обработке заявок 11](#_Toc167270089)

[8. Порядок раскрытия информации 14](#_Toc167270090)

[Приложение 1 15](#_Toc167270091)

# Термины и определения

В целях настоящей Методики определения Кривой бескупонной доходности государственных ценных бумаг (облигаций федерального займа) Публичным акционерном обществом «Московская Биржа ММВБ-РТС» (далее – Методика) применяются следующие термины и определения:

*База расчёта* – список государственных облигаций, данные о ходе торгов которыми используются для расчёта Кривой.

*Базисный пункт –* единица измерения доходности, равная одной сотой процента (1 б.п. = 0,01%)*.*

*Бескупонная доходность* - доходность к погашению дисконтной облигации.

*Биржа* - Публичное акционерное общество «Московская Биржа ММВБ-РТС».

*Вес (weight)* – параметр, алгоритмически рассчитываемый в процессе ежемесячного пересмотра базы расчёта для каждого выпуска государственных облигаций из базы расчёта.

*Время формирования ценового уровня* – момент времени, начиная с которого данный ценовой уровень существует непрерывно.

*Государственные облигации (далее также - облигации)* - облигации федерального займа, допущенные к обращению на Бирже.

*Дата исполнения* - дата, в которую в соответствии с условиями заключенной сделки с государственными облигациями и Правилами проведения торгов на фондовом рынке, рынке депозитов и рынке кредитов Публичного акционерного общества «Московская Биржа ММВБ-РТС» (далее – Правила торгов) участники торгов и/или клиринговая организация обязаны исполнить свои обязательства по сделке в порядке, определенном внутренними документами клиринговой организации и/или Правилами торгов.

*Динамические параметры* – коэффициенты .

*Доходность сделки* – доходность к погашению, соответствующая цене определённой сделки, заключенной в Режиме торгов «Режим основных торгов T+» Секции фондового рынка (далее – Режим основных торгов) и рассчитанная в порядке, установленном внутренними документами фондового рынка Биржи.

*Кривая* – Кривая бескупонной доходности для рынка государственных облигаций, порядок расчета которой установлен в настоящей Методике.

*Корректирующая поправка* – аддитивная добавка к расчётной доходности, уточняющая расчётную доходность облигации. Для опорных выпусков корректирующие поправки равны нулю.

*Кривая бескупонной доходности (КБД)* – зависимость бескупонной доходности от срока дисконтной облигации для однородных долговых обязательств; функция, задающая временнýю структуру процентных ставок.

*Опорный выпуск* – включенный в базу расчёта выпуск облигаций из числа наиболее ликвидных, для которого корректирующая поправка тождественно равна нулю.

*Расчётная цена* – цена облигации, рассчитанная по Кривой как сумма дисконтированных к дате исполнения выплат по данной облигации.

*Расчётная доходность* – доходность к погашению, соответствующая расчётной цене облигации.

*Статические параметры* – величины, являющиеся настройками алгоритма: , , ÷, , , ,  ÷, , , , , , , , , , , , , , , $τ\_{min}, τ\_{max}$. Устанавливаются и изменяются решением Биржи.

*Скорректированная расчётная доходность* – сумма расчётной доходности и корректирующей поправки для данной облигации.

*Скорректированная расчётная цена* – цена облигации (чистая), при которой доходность к погашению равна скорректированной расчётной доходности.

*Спред* – разница между доходностью сделки и скорректированной расчётной доходностью.

*Фиксированные параметры* – постоянные величины ÷, ÷.

*Ценовые уровни* – для определённого выпуска государственных облигаций в каждый конкретный момент времени набор цен, для каждой из которых присутствует хотя бы одна активная лимитная заявка. Все заявки, поданные с одинаковой ценой, относятся к одному ценовому уровню.

# Общие положения

Настоящая Методика устанавливает порядок определения базы расчёта, списка опорных выпусков, статических и динамических параметров, а также порядок раскрытия информации о Кривой.

Настоящая Методика, а также изменения и дополнения к ней разрабатываются с учетом рекомендаций Экспертного Совета Ценового Центра Небанковской кредитной организации акционерного общества «Национальный расчетный депозитарий» (далее – Экспертный Совет). Экспертный Совет осуществляет следующие функции:

### формирование экспертного мнения, предложений и рекомендаций уполномоченному органу Биржи по вопросам развития Кривой, рассчитываемой Биржей;

### разработка предложений в части совершенствования Кривой;

### разработка рекомендаций в отношении раскрытия информации о Кривой;

### рассмотрение претензий и предложений со стороны пользователей Кривой и, в случае наличия обоснованных и существенных претензий, совместно с Биржей принятие мер по разработке и реализации соответствующих изменений.

Ведение деятельности по расчету Кривой, пересмотру и обновлению настоящей Методики основано на совокупности руководящих принципов и требований, описанных в Политике Индекс-менеджмента Московской Биржи.

Кривая бескупонной доходности государственных облигаций имеет следующие наименования:

полное наименование на русском языке: «Кривая бескупонной доходности государственных облигаций России»;

полное наименование на английском языке: «Russian Government Bond Zero Coupon Yield Curve»;

сокращенное наименование на русском языке: «КБД Московской Биржи»;

сокращенное наименование на английском языке: «MOEX GСURVE», «MOEX ZCURVE».

Словесное обозначение «КБД Московской Биржи» является товарным знаком ПАО Московская Биржа, зарегистрированным Федеральной службой по интеллектуальной собственности в Государственном реестре товарных знаков и знаков обслуживания Российской Федерации 05 июля 2018 года (свидетельство на товарный знак № 661712).

Словесное обозначение «MOEX GСURVE» является товарным знаком ПАО Московская Биржа, зарегистрированным Федеральной службой по интеллектуальной собственности в Государственном реестре товарных знаков и знаков обслуживания Российской Федерации 05 сентября 2018 года (свидетельство на товарный знак № 669218).

Словесное обозначение «MOEX» является товарным знаком ПАО Московская Биржа, зарегистрированным Федеральной службой по интеллектуальной собственности в Государственном реестре товарных знаков и знаков обслуживания Российской Федерации 29 августа 2014 года (свидетельство на товарный знак № 521450).

Термины и определения, не установленные в настоящей Методике, применяются в значениях, установленных иными внутренними документами Биржи, а также федеральными законами и принятыми в соответствии с ними нормативными актами Российской Федерации.

# Порядок определения базы расчёта

База расчёта пересматривается ежемесячно. Новая база расчёта вводится в действие 15-го числа каждого месяца. Если указанная дата приходится на нерабочий день, введение в действие базы расчёта осуществляется в ближайший рабочий день, следующий за указанной датой.

При определении базы расчёта не рассматриваются следующие выпуски облигаций:

облигации, срок до погашения которых составляет менее 2-х месяцев по состоянию на 15-е число месяца введения в действие новой базы расчёта;

облигации, по которым размер хотя бы одной выплаты (включая купонные выплаты, амортизационные выплаты, выплаты при погашении) не установлен в качестве фиксированной величины (неизвестен);

облигации федерального займа с амортизацией долга.

Список облигаций, включаемых в базу расчёта, определяется в следующем порядке.

Облигации подразделяются на три группы, исходя из срока до погашения облигаций на 15-е число месяца ввода в действие новой базы расчёта:

* облигации со сроком до погашения свыше 2 месяцев, но не более 2 лет;
* облигации со сроком до погашения свыше 2 лет, но не более 10 лет;
* облигации со сроком до погашения свыше 10 лет.

При определении новой базы расчёта учитываются объёмы торгов и количества сделок, заключенных с облигациями в Режиме основных торгов.

Ретроспективным периодом для каждой даты введения в действие новой базы расчёта является трёхмесячный период, предшествующий 1-му числу месяца введения в действие базы расчета. Например, для базы расчёта, вводимой в действие 15-го января, ретроспективным периодом является период с 1 октября по 31 декабря.

Предварительно для каждого выпуска облигаций сделки сортируются по убыванию объёма и из начала ряда исключаются 5% от общего числа сделок.

Для каждой из трёх указанных групп отдельно проводится анализ относительной ликвидности выпусков облигаций. Внутри группы для каждой облигации рассчитывается коэффициент ликвидности за ретроспективный период:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|   |  |  (1) |
| где: |  |  |  |  |
|  | - | количество сделок, совершённых с *k*-ым выпуском в течение ретроспективного периода с учётом пункта 3.3.4; |
|  | - | суммарный объём сделок, совершённых с *k*-ым выпуском в течение ретроспективного периода с учётом пункта 3.3.4; |
|  | - | среднее арифметическое значение количества сделок , то есть сумма  по всем выпускам в соответствующей группе, делённая на количество выпусков в группе; |
|  | - | аналогично, среднее арифметическое значение объёмов сделок ; |
| *α,β* | - | весовые коэффициенты, являющиеся статическими параметрами и удовлетворяющие условиям: , , . |

Для каждой из трёх групп устанавливается пороговое значение коэффициента ликвидности , . В базу расчёта включаются выпуски облигаций, коэффициенты ликвидности которых равны или превышают соответствующие пороговые значения.

Для каждого выпуска, включённого в базу, рассчитывается вес . С этой целью все выпуски из базы расчёта ранжируются по убыванию коэффициента ликвидности и определяется квантиль данного вариационного ряда порядка . Вес каждого выпуска  равен отношению коэффициента ликвидности данного выпуска к указанному квантилю. Если данное отношение превышает 100, то .

Если в группе облигаций со сроком до погашения свыше 2 лет, но не более 10 лет отсутствуют выпуски с , то выпуск из данной группы с наибольшим весом назначается опорным.

Для каждого выпуска, включённого в базу, рассчитывается стандартное отклонение доходности к погашению . С этой целью рассматривается последовательность доходностей к погашению по сделкам , где  - количество сделок с *k*-ым выпуском в течение ретроспективного периода с учётом пункта 3.3.4. На основании этой последовательности формируется ряд колебаний

где функция  ограничивает переменную  статическими уровнями  и . Для полученного ряда колебаний определяется стандартное отклонение .

По решению Биржи могут быть утверждены иные база расчета, веса и опорные выпуски, чем определено пунктами 3.3, 3.4, 3.5 настоящей Методики.

# Параметрическая модель Кривой

Кривая представляется (в форме непрерывно начисляемой процентной ставки) параметрической моделью Нельсона-Сигеля с добавлением корректирующих членов:

,

где срок  отсчитывается от даты исполнения и выражается в годах,  - в базисных пунктах. Фиксированные параметры равны:

, , , ,

, , ,

где .

Бескупонная доходность в форме спот-доходности с годовой капитализацией процентов связана с непрерывно начисляемой доходностью соотношением (в базисных пунктах):

 

а дисконтная функция даётся выражением:

. 

# Предварительная обработка данных

При расчёте динамических параметров Кривой используется информация о сделках (заявках), заключенных (поданных) в Режиме основных торгов с выпусками, которые включены в базу расчёта.

Пересчёт вектора динамических параметров  и вектора корректирующих поправок  осуществляется в результате любого из событий:

* постановка заявки;
* снятие заявки;
* совершение сделки.

Если событием является совершение сделки, то пересчёт происходит в два этапа:

* обрабатывается сделка;
* обрабатываются активные заявки, оставшиеся после совершения сделки.

Если объём сделки меньше *,* то сделка учитывается в смысле пункта 5.3, однако пересчёт параметров  и поправок  не происходит. В противном случае по цене сделки  определяется доходность к погашению , где ** - номер выпуска*, * - номер шага пересчёта величин , .

При обработке заявок фиксируются активные заявки по каждому из выпусков, входящих в базу расчёта. Если по некоторому выпуску  имеются заявки на покупку, то определяется цена покупки  как наибольший ценовой уровень заявок на покупку, удовлетворяющий условиям:

* период от времени формирования до момента пересчёта (период непрерывного существования) равен или превышает ** (в секундах);
* объём заявок равен или превышает ** (в количестве бумаг).

Если по данному выпуску нет заявок на покупку либо невозможно определить  при соблюдении условий на **, *,* то считается, что  отсутствует.

Аналогично определяется цена продажи  как наименьший ценовой уровень заявок на продажу, удовлетворяющий условиям:

* период от времени формирования до момента пересчёта (период непрерывного существования) равен или превышает **;
* объём заявок равен или превышает **.

Если по данному выпуску нет заявок на продажу либо невозможно определить  при соблюдении условий на **, *,* то считается, что  отсутствует.

Цены ,  пересчитываются в доходности к погашению , .

# Расчёт параметров Кривой при совершении сделки

Демпфируются корректирующие поправки для всех выпусков, исключая опорные (для опорных выпусков ),

,

где  - статический параметр,  - вектор корректирующих поправок на предыдущем шаге пересчёта.

Для выпуска , с которым прошла сделка, проводятся следующие предварительные вычисления.

Определяется расчётная цена выпуска:



|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| где: |  |  |  |  |
|  | - | значение дисконтной функции (3) для -ой выплаты по облигации, вычисляемое с использованием параметров ; |
|  | - | величина -ой выплаты по облигации, выраженная в процентах от непогашенной части номинальной стоимости облигации; |
|  | - | количество оставшихся выплат, предусмотренное условиями выпуска облигации. |

На основе расчётной стоимости облигации  вычисляются расчётная доходность облигации  и скорректированная расчётная доходность .

Численным методом рассчитывается вектор частных производных  функции  в точке .

Покомпонентно осуществляется расчёт новой оценки :



где:

- номер компоненты;

 - ограниченная невязка (функция  и величина  определены в разделе 3.6);

;

 - знак величины спреда ;

 для ;

 или  для  в зависимости от того, повторно обрабатывается выпуск с номером  или при пересчёте на шаге  был другой выпуск;

,

где  - срок от даты исполнения до даты погашения выпуска облигаций в долях года, , , , , , ,  - статические параметры.

В случае нарушения условия $τ\_{min}\leq x\_{n,4}\leq τ\_{max}$, т.е. если параметр  стал меньше $τ\_{min}$ или больше $τ\_{max}$, расчёты пункта 6.3 аннулируются,  обнуляется и снова выполняется пункт 6.3. После этого параметру  возвращается прежнее значение., а $x\_{n,4}$ устанавливается равным $x\_{n,4}=τ\_{min}$ или $x\_{n,4}=τ\_{max}$ в зависимости от того, какая из границ была нарушена.

# Расчёт параметров Кривой при обработке заявок

Демпфируются корректирующие поправки для всех выпусков (пункт 6.1).

Осуществляется итеративный процесс, в котором границы ,  и вектор корректирующих поправок  не меняются, пересчитывается только вектор параметров кривой . Начальное значение . Одна итерация пересчёта вектора  в вектор  состоит в следующем.

Для каждого выпуска , для которого имеется хотя бы одна из доходностей , , скорректированная расчётная доходность облигации  вычисляется в соответствии с пунктами 6.2.1, 6.2.2 при замене  на .

 сравнивается с границами ,  (или только одной из них, если вторая отсутствует). Если

,

то данный выпуск описывается Кривой и корректирующими поправками удовлетворительно. Если для всех выпусков указанные неравенства выполнены, то цикл итераций заканчивается:

, 

Если есть выпуски, для которых одно из указанных неравенств нарушается, то фиксируется величина нарушения. Выбирается выпуск , у которого нарушение, умноженное на вес выпуска *weight*, наибольшее. Для данного выпуска формируется виртуальная сделка с доходностью , которая получается отступом от той из границ , , для которой зафиксировано наибольшее нарушение с учётом веса *weight*:



либо

,

где  - статический параметр.

Если границей, для которой зафиксировано нарушение, является  и при этом по данному выпуску котировка  отсутствует, то

.

Если границей, для которой зафиксировано нарушение, является , и при этом по данному выпуску  отсутствует, то

.

Численным методом рассчитывается вектор частных производных  функции  в точке .

Покомпонентно осуществляется расчёт новой оценки :



где:

- номер компоненты;

 - ограниченный спред (функция  и величина  определены в разделе 3.4);

;

 - знак величины спреда ;

 для ;

 или  для  в зависимости от того, повторно обрабатывается выпуск с номером  или при предыдущем пересчёте  был другой выпуск;

,

где  - срок от даты исполнения до даты погашения выпуска облигаций в долях года, , , , , , ,  - статические параметры.

В случае нарушения условия $τ\_{min}\leq x\_{4}^{m}\leq τ\_{max}$, т.е. если параметр  стал меньше $τ\_{min}$ или больше $τ\_{max}$, расчёты пункта 7.2.5 аннулируются;  обнуляется и снова выполняется пункт 7.2.5. После этого параметру  возвращается прежнее значение, а $x\_{n,4}$ устанавливается равным $x\_{4}^{m}=τ\_{min}$ или $x\_{4}^{m}=τ\_{max}$ в зависимости от того, какая из границ была нарушена.

Каждая итерация завершается расчётом критерия точности подгонки кривой к границам ,  для вектора . Критерий равен сумме нарушений границ (по абсолютной величине), умноженных на веса выпусков. Сохраняется история критериев и соответствующих векторов  для последних  итераций, где  - статический параметр.

Окончание цикла итераций осуществляется по одному из следующих условий:

Критерий точности равен нулю (нет нарушений границ). В этом случае

, 

Критерий точности в каждой из последних  итераций больше критерия в предшествующей им итерации. В этом случае  принимается равным вектору параметров в данной предшествующей итерации, а корректирующие поправки для выпусков, не являющихся опорными, определяются по формулам:

* если условие пункта 7.2.2 выполнено, то для данного выпуска

;

* если , то .
* если , то .

Количество итераций превысило статический параметр . В этом случае определяется наименьшее значение критерия точности в последних  итерациях. Вектор  принимается равным вектору параметров в указанной итерации, а корректирующие поправки определяются по формулам пункта 7.4.2.

При изменении базы расчёта начальные значения корректирующих поправок по выпускам, которых не было в предыдущей базе расчёта, принимаются равными нулю.

В случае наступления обстоятельств, которые могут негативно повлиять на адекватность отражения Кривой временной структуры процентных ставок, Биржа вправе предпринять любые действия, необходимые для обеспечения адекватности Кривой, в том числе исключить Облигации из Базы расчета, установить значения параметров, используемых для расчета Кривой, предусмотренных настоящей Методикой и т.д.

В случае возникновения технического сбоя при расчете Кривой либо технического сбоя в ходе торгов ценными бумагами на Бирже, приведшего к искажению данных, использовавшихся для расчета Кривой, допускается перерасчет рассчитанных ранее значений. Указанный перерасчет осуществляется в максимально короткие сроки с момента обнаружения технического сбоя. При перерасчете значений соответствующее сообщение раскрывается на официальном сайте Биржи в сети Интернет.

# Порядок раскрытия информации

Настоящая Методика, все изменения и дополнения к ней раскрываются на официальном сайте Биржи в сети Интернет не позднее, чем за 3 рабочих дня до даты вступления их в силу, если иное не определено решением Биржи.

Дополнительно через представительство Биржи в сети Интернет раскрываются текущие статические параметры с историей их изменений, а также за каждый торговый день на момент окончания торгов (EOD):

* динамические параметры;
* значения функции  для сроков  в диапазоне 0,25 ÷ 30 лет;
* цены и корректирующие поправки для выпусков, входящих в базу расчёта.

База расчета раскрывается на официальном сайте Биржи в сети Интернет не позднее, чем за 1 рабочий день до даты вступления в силу, если иное не определено решением Биржи.

Информация, подлежащая в соответствии с настоящей Методикой раскрытию на официальном сайте Биржи в сети Интернет, дополнительно может распространяться иными способами, в том числе через информационные агентства, распространяющие данные о торгах ценными бумагами на Бирже.

# Приложение 1

**К Методике расчета кривой бескупонной доходности государственных облигаций**

**Значения статических параметров**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0,8 | 0,2 | 0,4 | 0.4 | 0.4 | 0,6 | 15 | 10 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| 50 | 50 | 50 | 0,05 | 30 | 30 | 30 | 30 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| 25 | 25 | 25 | 0 | 0 | 0,123 | 150 | 2 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| 10 | 25 | 2 | 20 | 10 | 10 | 0,999 | 20 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | $$τ\_{min}$$ | $$τ\_{max}$$ |  |  |  |
| 0,9 | 20 | 150 | 0,5 | 2,0 |  |  |  |