

«СОГЛАСОВАНО»
Экспертным советом
Ценового центра НКО АО НРД
(протокол № 38 от «06» февраля 2023 г.)

Методика определения стоимости облигаций без международных рейтингов

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Активный рынок – рынок, на котором сделки с данной облигацией заключаются с достаточной частотой и в достаточном объеме, чтобы обеспечить информацию о ценах на регулярной основе. В данной методике под показателем активности рынка принимается наличие достоверных сделок в течение последнего торгового дня, а также наличие рыночной информации в соответствии со значениями управляющих параметров методики по объему и сроку совершения операций.

Биржевые сделки – сделки, заключенные на Московской Бирже в основном режиме торгов, а также в иных режимах торгов в соответствии с значениями управляющих параметров методики.

Внебиржевые сделки – сделки, заключенные вне централизованных торговых площадок, информация по которым раскрывается на Московскую Биржу в соответствии с Приказом ФСФР РФ № 06-67/пз-н «Об утверждении Положения о предоставлении информации о заключении сделок»¹.

Достоверные сделки – сделки, удовлетворяющие критерию достоверности, описанному в главе 3 настоящей Методики.

Кредитные рейтинги российских рейтинговых агентств – рейтинги кредитного качества выпуска облигаций или заемщика, эмитента, гаранта или поручителя по выпуску, присвоенные одним или несколькими КРА, аккредитованными Банком России.

Кредитные скоринги – результат автоматизированной оценки кредитного качества эмитента, представленный в виде грейдов кредитного качества.

Международные кредитные рейтинги – рейтинги кредитного качества выпуска облигаций или заемщика, эмитента, гаранта или поручителя по выпуску, присвоенные одной или несколькими компаниями тройки международных рейтинговых агентств (Fitch, Moody's, S&P).

Облигация с простой структурой денежных потоков – облигация, для которой на момент размещения известны все будущие выплаты (в том числе, купоны и амортизационные выплаты) до даты погашения, либо даты ближайшего опциона.

Основной рынок – рынок с наибольшим объемом торгов и уровнем активности для данной облигации. Для облигаций без международных рейтингов основным рынком принимается биржевой.

Рыночные данные – данные (цены, объемы и т. д.) фактически совершенных биржевых и внебиржевых сделок, котировки, фиксинги².

Справедливая стоимость – ожидаемая цена, которая могла бы быть получена при совершении сделки купли-продажи по облигации на дату оценки в ходе совершения обычной сделки между хорошо осведомленными и независимыми друг от друга участниками рынка.

Индексы облигаций Московской Биржи – индексы наиболее ликвидных корпоративных или муниципальных облигаций, допущенных к торгам на Московской бирже.³

¹ На момент согласования настоящей методики данные по внебиржевым сделкам раскрываются на официальном сайте Московской Биржи по адресу <https://www.moex.com/s1619>

² Список используемых источников раскрывается на <https://nsddata.ru/ru/documents> в разделе «Ценовой центр НРД»

³ На момент согласования настоящей методики данные по индексам раскрываются на официальном сайте Московской Биржи по адресу <https://www.moex.com/ru/indices>

1. Общие положения

- 1.1 Настоящая методика устанавливает способ определения справедливой стоимости облигаций российских эмитентов, номинированных и осуществляющих выплаты в рублях, имеющих простую структуру денежных потоков и не имеющих международных кредитных рейтингов. Методика может применяться для определения цены в целях переоценки портфелей участников рынка и их клиентов, финансовой отчетности, оценки стоимости обеспечения по сделкам. Некритическое использование данной Методики может приводить к некорректной оценке справедливой стоимости облигации.
- 1.2 Методика основана на принципах, изложенных в Международном стандарте финансовой отчетности МСФО (IFRS) 13, и использует трехуровневую иерархию методов оценки справедливой стоимости в соответствии с уровнями исходных данных. При наличии рыночных данных приоритет отдается наблюдаемым биржевым ценам. В случае отсутствия активного рынка и достоверных сделок в течение дня, оценка стоимости облигации производится на основе модели дисконтирования денежных потоков с учетом рыночной информации по выпускам того же эмитента. При отсутствии данных по выпускам эмитента, оценка стоимости производится на основе модели индексного дисконтирования денежных потоков с использованием индексов Московской Биржи.
- 1.3 Рассчитанная в соответствии с настоящей Методикой цена облигации отражает справедливую стоимость выпуска на дату оценки. Интервал допустимых значений справедливой стоимости призван с 95% вероятностью определить границы достоверности оценки справедливой стоимости – то есть интервал цен, в котором могла бы быть заключена обычная сделка на дату оценки. Определение стоимости облигации производится без учета влияния на нее объема совершаемой контрагентами сделки и может приниматься как стоимость сделки характерного для данной облигации объема. Методика может в недостаточной мере учитывать волатильность цен конкретной облигации относительно волатильности облигаций данного эмитента и/или рынка облигаций в целом при отсутствии достоверных биржевых сделок и рыночной информации по оцениваемому выпуску.
- 1.4 Термины и определения, не установленные в Методике, применяются в значениях, установленных внутренними документами НКО АО НРД, документами, регламентирующими порядок проведения торгов и расчета информационных показателей в ПАО Московская биржа, а также нормативными правовыми актами Банка России, законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации.
- 1.5 Настоящая Методика, а также все изменения и дополнения Методики утверждаются Председателем Правления НКО АО НРД при согласовании с Экспертным Советом и вступают в силу с даты, определяемой решением Председателем Правления НКО АО НРД.
- 1.6 Информация об утверждении и вступлении в силу Методики, а также изменений и дополнений в нее раскрывается на сайте НКО АО НРД не позднее, чем за 2 недели до даты вступления их в силу.

2. Порядок определения стоимости облигаций

- 2.1 Определение справедливой стоимости $P_i(t)$ для i -ого выпуска облигаций на время t , а также интервала допустимых значений справедливой стоимости $[D_i(t); U_i(t)]$ основывается на применении каскада из трех методов, в соответствии с уровнем исходных данных:
 - а) метод рыночных цен;
 - б) метод дисконтированного денежного потока;
 - в) метод индексного дисконтированного денежного потока.

- 2.2 Первый уровень оценки использует рыночный подход, второй и третий уровень используют доходный подход. Выбор одного из трех методов расчета справедливой цены определяется доступностью и степенью достоверности рыночной информации. На первом уровне используется информация по биржевым сделкам по данному выпуску облигаций, на втором уровне используется рыночная информация по облигациям данного эмитента и данные по индексам облигаций Московской Биржи, на третьем уровне используются данные по индексам облигаций Московской Биржи, а также данные по облигациям эмитентов с аналогичным кредитным качеством.
- 2.3 Первый уровень оценки – метод рыночных цен – применим, если в течение дня на основном рынке были совершены достоверные сделки с данной облигацией, по которым возможен расчет справедливой рыночной цены. В этом случае справедливая стоимость облигации определяется как медиана распределения цен достоверных сделок.
- 2.4 Второй уровень оценки – метод дисконтированного денежного потока – применим при отсутствии достоверных сделок по облигации в течение торгового дня, но наличии рыночной информации по выпускам эмитента. Для выпусков эмитента строятся кривые z-спредов. Затем справедливая цена облигации определяется дисконтированием денежных потоков по кривой бескупонной доходности Московской Биржи⁴.
- 2.5 Третий уровень оценки – метод индексного дисконтированного денежного потока – применяется при отсутствии рыночной информации по выпускам, то есть когда не применимы первый и второй уровни оценки. В таком случае для определения динамики z-спреда облигации используется информация по индексам облигаций Московской Биржи. Справедливая цена также определяется дисконтированием денежных потоков по кривой бескупонной доходности Московской Биржи.
- 2.6 Управляющими параметрами методики являются (значения управляющих параметров устанавливаются Методической рабочей группой и фиксируются в Приложении 1 к настоящей Методике):
- Количество сделок S – граница применения дополнительной фильтрации с использованием исторических данных для метода рыночных цен;
 - Период экспирации данных по первому методу, т.е. максимально возможный период, данные которого можно использовать для фильтрации с использованием исторических данных.
 - Режимы торгов Московской Биржи, данные с которых используются в методике;
 - Параметры экспоненциального сглаживания θ_{med} и θ_{issuer}
 - Маппинг скоринговых шкал и индексов Московской Биржи (фиксируется в Приложении 2 к Методике определения стоимости рублевых облигаций).

3. Метод рыночных цен

- 3.1 Метод рыночных цен предназначен для определения справедливой цены облигации в случае, когда в течение дня с облигацией совершены 1 или более сделок, признанных достоверными. Если в течение торгового дня на основном или ином активном и доступном участникам рынка были зафиксированы достоверные сделки, то справедливая рыночная цена облигации рассчитывается как медиана распределения цен таких сделок.

⁴ На момент согласования настоящей методики значения и параметры кривой бескупонной доходности (КБД) Московской Биржи публикуются на <https://www.moex.com/ru/marketdata/indices/state/g-curve/>

- 3.2 Справедливая стоимость, рассчитанная по методу рыночных цен, соответствует ожидаемой цене по сделке характерного для данной облигации объема и не учитывает влияние объема, например, значительно превышающего средний дневной объем торгов.
- 3.3 На момент написания методики основным рынком для облигаций без международных рейтингов является биржевой рынок. Информация о фактических сделках относится к первому уровню исходных данных.
- 3.4 Метод рыночных цен применяется для облигаций, для которых совершено 50 и более сделок и которые торговались минимум в течение 2 дней с начала вторичного обращения.
- 3.5 Количество сделок S - граница применения дополнительной фильтрации с использованием исторических данных для метода рыночных цен - определяет, достаточно ли сделок с оцениваемым выпуском облигаций, чтобы определять достоверность заключенных сделок только по данным даты оценки. В случае, если сделок S или меньше либо объем сделок S_V или меньше, для фильтрации дополнительно используются исторические данные (данные последней даты оценки, на которую была рассчитана цена по методу рыночных цен). Если Методической рабочей группой не согласовано иное, минимальным количеством принимается $S = 5$, минимальным объемом $S_V = 500\,000$ руб.
- 3.6 Пусть k – рассматриваемое количество календарных дней истории ($k \geq 1$), используемое для оценки параметров метода рыночных цен, необходимо, чтобы в период $[T - k, T - 1]$ попало минимум 50 сделок; μ_t – справедливая рыночная цена t -го дня ($t \in [T - k; T - 1]$), V_{it} – объем i -ой сделки (в штуках) t -го дня.
- 3.7 Пусть сделки внутри дня распределены как:

$$p \sim f(p \mid \mu, \zeta^2, \alpha, V) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\zeta^2 + 2\alpha \ln(V + 1)}} \exp\left(-\frac{\max(0, |p - \mu| - \alpha \ln(V + 1))^2}{2\zeta^2}\right),$$

Цены дней распределены:

$$\mu \sim f(\mu \mid \mu_{pr}, \zeta^2, \alpha, \Sigma V, \Delta t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\zeta^2 + 2\alpha\sqrt{\Delta t} \ln(\Sigma V + 1)}} \exp\left(-\frac{\max(0, |\mu - \mu_{pr}| - \alpha\sqrt{\Delta t} \ln(\Sigma V + 1))^2}{2\zeta^2}\right),$$

где μ – итоговая цена на дату оценки, μ_{pr} – итоговая цена за предыдущую дату оценки, Δt – количество календарных дней с даты оценки μ_{pr} , ΣV – суммарный объем за день, α – корректировка на объем. Алгоритм вычисления квантилей для распределений с плотностью f приведен в Приложении 3.

Псевдодисперсия сделок внутри дня – отклонение сделок относительно справедливой цены μ_t на дату оценки:

$$\zeta_{\mu_t}^2 = \frac{\sum_{i=1}^{K_t} w_{it} \max(0, |\mu_t - p_{it}| - \alpha \ln(V_{it} + 1))^2}{\frac{N-1}{N} \sum_{i=1}^{K_t} w_{it}},$$

Псевдодисперсия

сделки:

$$\zeta_{it}^2 = w_{it} \zeta_{\mu_t}^2,$$

где V_{it} – объем i -ой сделки t -го дня; α – корректировка на объем, рассчитываемая для рассматриваемого дня T ; K_t – количество совершенных сделок внутри t -го дня; w_{it} – вес i -ой сделки дня t , рассчитываемый по формуле $w_{it} = \ln(V_{it} + 1)$. Значение w_{it} рассчитывается аналогично величине зависимости корректировки цены от объема, но в силу другого смысла данного показателя используется другое обозначение.

Псевдодисперсия справедливой цены:

$$\zeta_t^2 = \max(0, |\mu_t - \mu_{prev}| - \alpha\sqrt{\Delta t} \ln(V_t + 1))^2,$$

где V_t – сумма объемов сделок для t -го дня, $V_t = \sum_{i=1}^{K_t} V_{it}$; $prev$ – ближайший предшествующий дню t день, в который была цена 1-го метода; Δt – срок в календарных днях между t и $prev$.

- 3.8 Корректировка на объем находится путем минимизации⁵ логарифмической функции правдоподобия:

$$\ln L = \sum_{t=T-k}^{T-1} \sum_{i=1}^{K_t} \ln \left(\sqrt{2\pi w_{it} \zeta_{\mu_t}^2} + 2\alpha \ln(V_{it} + 1) \right) + \sum_{t=T-k+1}^{T-1} \ln \left(\sqrt{2\pi \zeta_t^2} + 2\alpha \sqrt{\Delta t} \ln(V_t + 1) \right),$$

при этом $\alpha \geq 0$.

- 3.9 Определим значение справедливой рыночной цены μ_T как результат минимизации⁵ следующего выражения внутри рассматриваемого дня T :

$$\sum_{i=1}^{K_T} \ln \left(\sqrt{2\pi w_{iT} \zeta_{\mu_T}^2} + 2\alpha \ln(V_{iT} + 1) \right).$$

μ_T признается итоговым для дня T в том случае, когда все рассматриваемые сделки в данный день были признаны достоверными. В противном случае производится фильтрация: на каждом ее шаге недостоверные сделки отбрасываются, значение справедливой рыночной цены пересчитывается. Процесс фильтрации прекращается, если значение справедливой рыночной цены на текущем шаге фильтрации совпадает со значением, рассчитанным на предыдущем шаге, и если количество рассматриваемых сделок не уменьшилось. В том случае, если все сделки были признаны недостоверными, метод рыночных цен не применяется и данный выпуск оценивается в соответствии с методом дисконтированного денежного потока или методом индексного дисконтированного денежного потока, описанными в Главе 4 и Главе 5 соответственно.

- 3.10 Сделка признается достоверной, если цена сделки не выходит за пределы коридора фильтрации:

$$p_{iT} \in [Q_1(f(p | \mu_T, \zeta_{\mu_T}^2, \alpha, V_T)); Q_{99}(f(p | \mu_T, \zeta_{\mu_T}^2, \alpha, V_T))],$$

где $f(p)$ – плотность распределения справедливой рыночной цены μ_T ; Q_1 и Q_{99} – 1% и 99% квантили распределения с плотностью f соответственно.

- 3.11 Если общее количество сделок или количество сделок, оставшихся в результате предыдущего шага фильтрации, в рассматриваемый день меньше S , то для установления достоверности сделки кроме описанного в пункте 3.10 условия добавляется требование относительно справедливой рыночной цены предыдущего рассматриваемого дня:

$$p_{iT} \in [Q_1(f(p | \mu_{prev}, \zeta_{\mu_T}^2, \alpha, V_T)); Q_{99}(f(p | \mu_{prev}, \zeta_{\mu_T}^2, \alpha, V_T))].$$

- 3.12 Среди сделок, признанных недостоверными, выбирается сделка с наибольшим расстоянием цены до интервалов, указанных в пп. 3.10 и пп. 3.11. Затем ищется новое значение справедливой цены μ_T без учета этой сделки, оставшиеся сделки проверяются на достоверность. Процесс повторяется до признания всех оставшихся сделок достоверными, либо признания всех сделок недостоверными.

- 3.13 Итоговая цена на дату оценки T определяется как:

$$P_1(T) = Q_{50}(f(p | \mu_T, \zeta_{\mu_T}^2, \alpha, V_T)).$$

- 3.14 Коридор достоверности цены определяется как:

$$[D_1(T); U_1(T)] = [Q_{2.5}(f(p | \mu_T, \zeta_{\mu_T}^2, \alpha, V_T)); Q_{97.5}(f(p | \mu_T, \zeta_{\mu_T}^2, \alpha, V_T))].$$

⁵ Процедура робастной минимизации представляет собой итерационный алгоритм цензурирования данных. На каждом шаге для всех сделок оценивается величина соответствующих членов функции правдоподобия. Сделки, для которых величина ошибки превышает $2.795 \cdot \text{сигма}$ (где сигма – стандартное отклонение ошибки модели) исключаются из рассмотрения на следующем шаге. Алгоритм цензурирования останавливается, если на очередном шаге не происходит отсеивания наблюдений

4. Метод дисконтированного денежного потока

- 4.1 Метод применяется для определения цены облигации в случае, когда на дату оценки отсутствуют сделки или параметры имеющихся сделок не позволяют признать их достоверными, но есть рыночные по выпускам данного эмитента.
- 4.2 Для каждой оцениваемой бумаги определяется уровень кредитного качества эмитента с соответствующим приоритетом: кредитные рейтинги российских рейтинговых агентств, кредитные скоринги.
- 4.3 Справедливая цена облигации рассчитывается дисконтированием денежных потоков по кривой бескупонной доходности Московской биржи с использованием наблюдаемого z -спреда. Для оценки наблюдаемого z -спреда используется кривая эмитента, построенная по методу Нельсона-Сигеля-Свенсона.
- 4.4 На каждый день вычисляются медианные спреды к индексам облигаций Московской Биржи в соответствующей рейтинговой/скоринговой группе (маппинг осуществляется в соответствии с Приложением 2 Методики определения справедливой стоимости рублевых облигаций). На каждый день обновляются исторические медианные спреды с использованием экспоненциального сглаживания с параметром θ_{med} . При этом спред рейтинговой/скоринговой группы к индексу не может быть меньше, чем спред лучшей скоринговой группы к тому же индексу. Если в скоринговой группе не имеется наблюдений на дату, то производится интерполяция (экстраполяция для крайних случаев) между значениями для соседних рейтинговых/скоринговых групп. В случае наличия нескольких рейтингов/скорингов эмитента итоговые медианные спреды определяются как усредненные медианные спреды рейтинговых/скоринговых групп соответствующих имеющимся рейтингам/скорингам эмитента.
- 4.5 Если для эмитента в прошлом наблюдались оценки по методу рыночных цен, котировки или фиксинги, то для данного эмитента рассчитывается исторический спред кривой эмитента к индексам облигаций Московской Биржи (в соответствии с Приложением 2 Методики определения справедливой стоимости рублевых облигаций) соответствующей рейтинговой/скоринговой группы путем экспоненциального сглаживания наблюдавшихся спредов с параметром θ_{issuer} . В случае смены рейтинга/скоринга и отсутствия наблюдений по эмитенту в течение месяца исторические спреды корректируются на разницу между медианными спредами из пп 4.4 рейтинговых/скоринговых групп, между которыми перешел эмитент. В случае наличия нескольких рейтингов/скорингов эмитента итоговые исторические спреды определяются как спреды к рейтинговой/скоринговой группе из соответствующих имеющимся рейтингам/скорингам эмитента, которая давала меньшую ошибку относительно наблюдавшихся исторических данных.

- 4.6 Для каждого эмитента строится кривая z -спредов Нельсона-Сигеля-Свенсона на дату t :

$$z_t^{NSS}(\tau) = l_t + s_t \cdot \frac{\lambda_t}{\tau} \left(1 - \exp\left(-\frac{\tau}{\lambda_t}\right)\right) + c_t \cdot \left(\frac{\lambda_t}{\tau} \cdot \left(1 - \exp\left(-\frac{\tau}{\lambda_t}\right)\right) - \exp\left(-\frac{\tau}{\lambda_t}\right)\right) + h_t \cdot \left(\frac{\lambda_t + \eta_t}{\tau} \cdot \left(1 - \exp\left(-\frac{\tau}{\lambda_t + \eta_t}\right) - \exp\left(-\frac{\tau}{\lambda_t + \eta_t}\right)\right)\right),$$

где τ – срок до погашения или ближайшего опциона (в годах)⁶. Набор параметров $\{l_t, s_t, c_t, \lambda_t, h_t, \eta_t\}$ строится с помощью алгоритма фильтра Калмана, описанного в Приложении 5 Методики определения стоимости рублевых облигаций с учетом дополнений, внесенных в Методике определения

⁶ Расчет τ производится в соответствии с конвенциями, принятыми для валюты, в которой номинирована оцениваемая облигация. https://en.wikipedia.org/wiki/Day_count_convention

стоимости облигаций Правительства РФ. С тем различием, что внутренним состоянием кривой является не вектор дисконт-факторов на сетке срочностей, а параметры модели. Формулы, описывающие динамику параметров и их ковариаций во времени приведены в Приложении 2 настоящей методики. В качестве наблюдений для обновления состояния кривой используются данные по выпускам эмитента и z-спреды индексов Московской Биржи (в соответствии с Приложением 2 Методики определения справедливой стоимости рублевых облигаций) плюс спреды, рассчитанные по пп. 4.4, пп. 4.5, приоритет отдается спредам из пп. 4.5 в случае наличия исторических наблюдений по эмитенту.

4.7 Итоговый z-спред определяется следующим образом

- 4.7.1 Если в течение последних 14 дней по облигации были цены 1-го метода, то z-спред на дату оценки:

$$z_T = z_{T-k}^1 + (z_T^{NSS} - z_{T-k}^{NSS}),$$

где k – количество календарных дней между датой оценки и ближайшим к дате оценки днем, в который была цена 1-го метода;
 z_{T-k}^1 – z-спред 1-го метода в ближайший к дате оценки день, когда была цена 1-го метода;

- 4.7.2 Если в течение последних 14 дней по облигации не было цен 1-го метода, то z-спред на дату оценки:

$$z_T = \frac{\min(\max(k - 14, 0), 16)}{16} \cdot z_T^{NSS} + \frac{\max(\min(30 - k, 16), 0)}{16} \cdot (z_{T-k}^1 + (z_T^{NSS} - z_{T-k}^{NSS})).$$

4.8 Для определения границ достоверности z-спреда строятся кривые по ценам верхней и нижней границ достоверности 1-го метода, high и low ценам⁷. Таким образом границы z-спреда:

4.9 $z_T^{upper}(\tau) = z_T^{NSS,upper}(\tau)$, $z_T^{lower}(\tau) = z_T^{NSS,lower}(\tau)$.

4.9 Цена облигации по методу дисконтированного денежного потока рассчитывается как:

$$P_2(T | z_T) = \sum_i CF_i \exp(-(r(\tau_i) + z_T) \cdot \tau_i) - AI,$$

где CF_i – i -ый денежный поток по облигации, $r(\tau_i)$ – ставка дисконтирования на время τ_i в годах до выплаты денежного потока, рассчитанная по кривой бескупонной доходности Московской Биржи, AI – накопленный купонный доход по облигации.

4.10 Коридор достоверности цены определяется через цены, полученные из соответствующих z-спредов (z_T^{upper} , z_T^{lower}):

$$[D_2(T); U_2(T)] = [P_2(T | z_T^{upper}), P_2(T | z_T^{lower})].$$

5. Метод индексного дисконтированного денежного потока

5.1 Метод индексного дисконтированного денежного потока применяется для определения цены облигации в случае, когда невозможно определение цены по методу рыночных цен или методу дисконтированного денежного потока. В методе используются все данные 2-го метода и индексы облигаций Московской Биржи.

⁷ Список используемых источников раскрывается на <https://nsddata.ru/ru/documents> в разделе «Ценовой центр НРД»

5.2 На дату T , когда не наблюдается достаточно рыночных данных (в соответствии с критериями, установленными в Главе 4) по оцениваемой бумаге и бумагам эмитента, берется состояние кривой на дату t_{last} , когда была построена кривая в рамках метода дисконтированного денежного потока, и обновляется по наблюдениям z -спредов индексов облигаций Московской Биржи (в соответствии с Приложением 2 Методики определения стоимости рублевых облигаций) с добавлением спредов, рассчитанных в соответствии с пп. 4.4, пп. 4.5. При этом приоритет отдается спредам из пп. 4.5 в случае наличия исторических наблюдений по эмитенту. Состояние z -кривой обновляется с использованием фильтра Калмана аналогично обновлению z -кривой во 2-м методе с той разницей, что вместо z -спредов котировок используются значения z -спредов индексов.

5.3 Итоговый z -спред и границы достоверности определяется аналогично методу дисконтированного денежного потока.

5.4 Верхняя и нижняя границы z -спредов индексов определяются как квантили 97.5% и 2.5% нормального распределения с σ равной исторической месячной волатильности индекса⁸.

5.5 Цена облигации по методу индексного дисконтированного денежного потока рассчитывается как:

$$P_3(T | z_T) = \sum_i CF_i \exp(-(r(\tau_i) + z_T) \cdot \tau_i) - AI,$$

где CF_i – i -ый денежный поток по облигации, $r(\tau_i)$ – ставка дисконтирования на время τ_i

в годах до выплаты денежного потока, рассчитанная по кривой доходности облигаций РФ, AI – накопленный купонный доход по облигации.

5.6 Коридор достоверности цены определяется через цены, полученные из соответствующих z -спредов (z^{upper}, z^{lower}):

$$[D_3(T), U_3(T)] = [P_3(T | z_T^{upper}), P_3(T | z_T^{lower})].$$

⁸ Волатильность вычисляется по формуле оценки скорректированного стандартного отклонения выборки (см. https://en.wikipedia.org/wiki/Standard_deviation#Corrected_sample_standard_deviation).

Приложение 1

Значения управляющих параметров Методики

- a) Количество сделок S – граница применения дополнительной фильтрации с использованием исторических данных для метода рыночных цен. Если иное не согласовано Методической рабочей группой, $S = 5$.
- b) Объем сделок S_V – граница применения дополнительной фильтрации с использованием исторических данных для метода рыночных цен. Если иное не согласовано Методической рабочей группой, $S_V = 500\,000$ руб.
- c) Период экспирации данных по первому методу, т.е. максимально возможный период, данные которого можно использовать для фильтрации с использованием исторических данных. Если иное не согласовано Методической рабочей группой – 14 календарных дней.
- d) Режимы торгов Московской Биржи, данные с которых используются в методике. Если иное не согласовано Методической рабочей группой, основной режим и режим переговоров сделок (РПС);
- e) $\theta_{med} = 0.9, \theta_{issuer} = 0.9$.

Приложение 2

Кривая эмитента строится согласно модели Нельсона-Сигеля-Свенсона, в момент времени t z -спред на срочность τ может быть получен по следующей формуле:

$$z_t(\tau) = l_t + s_t \cdot \frac{\lambda_t}{\tau} \cdot \left(1 - \exp\left(-\frac{\tau}{\lambda_t}\right)\right) + c_t \cdot \left(\frac{\lambda_t}{\tau} \cdot \left(1 - \exp\left(-\frac{\tau}{\lambda_t}\right)\right) - \exp\left(-\frac{\tau}{\lambda_t}\right)\right) + h_t \cdot \left(\frac{\lambda_t + \eta_t}{\tau} \cdot \left(1 - \exp\left(-\frac{\tau}{\lambda_t + \eta_t}\right)\right) - \exp\left(-\frac{\tau}{\lambda_t + \eta_t}\right)\right).$$

Вектор параметров кривой обновляется в каждый момент времени t , когда имеются наблюдения, в результате применения фильтра Калмана.

Матрица ковариации выглядит следующим образом:

$$Cov_{NSS}(t) = \begin{pmatrix} cov(l_t, l_t) & \cdots & cov(l_t, \eta_t) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ cov(\eta_t, \eta_t) & \cdots & cov(\eta_t, \eta_t) \end{pmatrix}.$$

При шаге времени δ элементы на главной диагонали переопределяются следующим образом:

$$cov(l_{t+\delta}, l_{t+\delta}) = cov(l_t, l_t) + \delta \cdot z_{cov},$$

$$cov(s_{t+\delta}, s_{t+\delta}) = cov(s_t, s_t) + \delta \cdot z_{cov},$$

$$cov(c_{t+\delta}, c_{t+\delta}) = cov(c_t, c_t) + \delta \cdot z_{cov},$$

$$cov(h_{t+\delta}, h_{t+\delta}) = cov(h_t, h_t) + \delta \cdot z_{cov},$$

где $z_{cov} = \max(|z_t(\delta)|, |z_t(\lambda_t)|, |z_t(\eta_t)|)$,

$$cov(\lambda_{t+\delta}, \lambda_{t+\delta}) = cov(\lambda_t, \lambda_t) + \delta \cdot \lambda_t^2,$$

$$cov(\eta_{t+\delta}, \eta_{t+\delta}) = cov(\eta_t, \eta_t) + \delta \cdot \eta_t^2.$$

Параметры состояния при шаге времени не меняются.

Отклонение полученного z -спреда на срочность τ от ожидаемого в момент времени t рассчитывается согласно выражению:

$$\delta z_t(\tau) = z_t^{market}(\tau) - z_t(\tau),$$

где $z_t^{market}(\tau)$ – z -спред, рассчитанный по бумагам соответствующего эмитента.

Приложение 3

Для распределения с функцией плотности

$$f(p | \mu, \zeta^2, \alpha, V) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\zeta^2 + 2\alpha \ln(V+1)}} \exp\left(-\frac{\max(0, |p - \mu| - \alpha \ln(V+1))^2}{2\zeta^2}\right),$$

квантиль уровня q рассчитывается следующим образом:

1. Пусть $C = \sqrt{2\pi\zeta^2 + 2\alpha \ln(V+1)}$;
2. Пусть $\tilde{q} = \begin{cases} q, & q > 0.5 \\ 1 - q, & q \leq 0.5 \end{cases}$;
3. $CI = \begin{cases} \frac{C \cdot \tilde{q}}{2}, & \tilde{q} \leq \frac{2\alpha \ln(V+1)}{C} \\ \sqrt{2\zeta^2} \operatorname{erfinv}(z) + \alpha \ln(V+1), & \text{иначе} \end{cases}$, где erfinv – inverse error function, $z = \frac{C \cdot \tilde{q} - 2\alpha \ln(V+1)}{\sqrt{2\pi\zeta^2}}$;
4. Квантиль уровня \tilde{q} равен

$$Q_q = \begin{cases} \mu + CI, & q > 0.5 \\ \mu - CI, & q \leq 0.5 \end{cases}$$

В случае использования распределения с плотностью

$$f(\mu | \mu_{pr}, \zeta^2, \alpha, \Sigma V, \Delta t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\zeta^2 + 2\alpha\sqrt{\Delta t} \ln(\Sigma V + 1)}} \exp\left(-\frac{\max(0, |\mu - \mu_{pr}| - \alpha\sqrt{\Delta t} \ln(\Sigma V + 1))^2}{2\zeta^2}\right),$$

Вычисление квантиля производится аналогично с заменой $\ln(V+1)$ на $\Delta t \ln(V+1)$.