

АО "КАЗАХСТАНСКАЯ ФОНДОВАЯ БИРЖА"

У т в е р ж д е н а

решением Совета директоров
АО "Казахстанская фондовая биржа"

(протокол заседания
от 16 сентября 2019 года № 44)

Введена в действие

с 30 сентября 2019 года

МЕТОДИКА

**определения функции доходности
государственных ценных бумаг Республики
Казахстан**

г. Алматы

2019

ЛИСТ ПОПРАВК

1. Изменения и дополнения № 1:

- утверждены решением Совета директоров АО "Казахстанская фондовая биржа" (протокол заседания от 14 апреля 2022 года № 13);
- введены в действие с 15 апреля 2022 года.

2. Дополнение № 2:

- утверждено решением Совета директоров АО "Казахстанская фондовая биржа" (протокол заседания от 29 июня 2023 года № 17);
- введено в действие с 30 июня 2023 года.

Настоящая Методика устанавливает порядок определения функции доходности неиндексированных государственных ценных бумаг Республики Казахстан, номинированных в тенге и выпущенных в соответствии с законодательством Республики Казахстан, эмитентами которых являются Национальный Банк Республики Казахстан и Министерство финансов Республики Казахстан, в целях:

- 1) определения значений доходности государственных ценных бумаг для расчета их рыночных цен;
- 2) определения риск-параметров по финансовым инструментам для осуществления Биржей клиринговой деятельности по сделкам с финансовыми инструментами;
- 3) в иных целях, предусмотренных внутренними документами Биржи.

Статья 1. Основные понятия и условные обозначения

1. Условные обозначения и понятия, используемые в настоящей Методике, обозначают следующее:
 - 1) **ГЦБ** – неиндексированные государственные ценные бумаги Республики Казахстан, эмитентом которых являются Национальный Банк Республики Казахстан и Министерство финансов Республики Казахстан;
 - 2) **кривая ГЦБ ($Y(t)$)** – функция доходности неиндексированных государственных ценных бумаг Республики Казахстан, которая определяется в соответствии с настоящей Методикой (*данный подпункт изменен решением Совета директоров Биржи от 14 апреля 2022 года*);
 - 3) **представительская выборка** – выборка сделок с ГЦБ, параметры которых используются для формирования кривой ГЦБ;
 - 4) **Комитет по рыночным рискам** – коллегиальный орган при Правлении Биржи, создаваемым решением Правления Биржи, задачей которого является анализ, мониторинг, выявление и управление рисками, связанными с ситуацией на финансовых рынках, порядок формирования и осуществления деятельности которого определен внутренним документом Биржи "Положение о Комитете по рыночным рискам"¹.
2. Иные термины и понятия, используемые в настоящей Методике, идентичны терминам и понятиям, определенными другими внутренними документами Биржи.
3. Изменения и/или дополнения в настоящую Методику подлежат размещению (опубликованию) на интернет-ресурсе Биржи не менее чем за три календарных дня до даты ввода этих изменений и/или дополнений, за исключением изменений и/или дополнений, которые носят редакционный и/или уточняющий характер и не влияют на порядок определения кривой ГЦБ ($Y(t)$) (*данный пункт включен решением Совета директоров Биржи от 29 июня 2023 года*).

Статья 2. Общие положения о порядке формирования кривой ГЦБ

1. Для целей формирования кривой ГЦБ:
 - 1) учитываются сделки с ГЦБ, которые заключены на Бирже, в том числе сделки, заключенные в рамках проводимых Биржей специализированных торгов;

¹ Утвержден решением АО "Казахстанская фондовая биржа" (протокол заседания от 04 октября 2017 года № 97).

- 2) учитываются сделки по размещению нот Национального Банка, при условии наличия у Биржи информации о таком размещении по состоянию на 18.00 часов времени города Нур-Султан дня, предшествующего дню формирования кривой ГЦБ;
 - 3) не учитываются сделки, относящиеся к операциям репо;
 - 4) не учитываются сделки с ГЦБ, срок до погашения которых на дату заключения сделки составляет менее восьми календарных дней.
2. Формирование кривой ГЦБ осуществляется каждый рабочий день по состоянию на 9.00 часов времени города Нур-Султан.
 3. Параметры для формирования кривой ГЦБ и значения функции $Y(t)$ в диапазоне 0,25÷30 лет публикуются на сайте Биржи ежедневно по рабочим дням не позднее 10.00 часов времени города Нур-Султан (*данный пункт изменен решением Совета директоров Биржи от 14 апреля 2022 года*).
 4. В целях формирования кривой ГЦБ применяются следующие математические функции и величины:

- 1) мгновенная форвардная ставка $F(m)$ – ненаблюдаемая непрерывная функция доходности облигаций, каждая точка которой соответствует форвардной ставке за промежутки времени, стремящийся к нулю:

$$F(m) = \frac{-Z'(m)}{Z(m)}, \text{ где:}$$

m – срок до погашения в днях

$Z(m)$ – ставка бескупонной доходности облигации при сроке m ;

- 2) бескупонная доходность – доходность, соответствующая доходности бескупонной ГЦБ со срочностью m ; взаимосвязь бескупонной доходности $Z(m)$ с мгновенной форвардной ставкой $F(m)$ имеет следующую форму:

$$Z(m) = \frac{1}{m} \int_0^m F(u) du$$

- 3) дисконтная ставка – агрегированное представление факторов дисконтирования в каждой точке кривой; для каждой срочности m значение $D(m)$ зависит от ставки $Z(m)$:

$$D(m) = \exp\left(-m \cdot Z(m)\right), \text{ где:}$$

$D(m)$ – дисконтная ставка облигации при сроке m ;

- 4) доходность пар или доходность ценных бумаг по номиналу – отражение доходности гипотетических бумаг, торгуемых по номиналу; данное представление кривой имеет следующую взаимосвязь со ставкой дисконта $D(m)$:

$$Par(m) = \frac{1 - D(m)}{\int_0^m D(u) du}$$

5. В целях расчета ставки доходности в годовом выражении непрерывные ставки (r) переводятся в годовое (R) выражение с учетом следующей формулы:

$$\exp(r) = 1 + R$$

6. Параметрическая модель Нельсона-Зигеля, на основании которой осуществляется формирование кривой ГЦБ, характеризуется тремя формами описания кривой доходности:

- 1) функция мгновенной форвардной ставки:

$$F(m, b) = \beta_0 + \beta_1 \exp\left(-\frac{m}{\tau}\right) + \beta_2 \frac{m}{\tau} \exp\left(-\frac{m}{\tau}\right)$$

2) спот функция:

$$Z(m,b) = \beta_0 + (\beta_1 + \beta_2) \frac{\tau}{m} \left[1 - \exp\left(-\frac{m}{\tau}\right) \right] - \beta_2 \exp\left(-\frac{m}{\tau}\right), \text{ где}$$

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \tau$ – параметры модели Нельсона-Зигеля.

3) функция номинальной доходности $Par(m)$, которая определяется как решение уравнения по отношению к $Par(m)$ к оцененной дисконтной кривой $D(m)$ либо к оцененной спот кривой $Z(m)$:

$$1 = Par(m) \int_0^m D(s) ds + D(m)$$

$$1 = Par(m) \int_0^m \exp(-s \cdot Z(s)) ds + \exp(-m \cdot Z(m))$$

7. В целях определения функции доходности ГЦБ с годовым начислением процентов используется следующая формула:

$$Y(t) = 100 \times \left[\exp\left(\frac{Z(m,b)}{100}\right) - 1 \right],$$

где:

$Z(m, b)$ – функция бескупонной доходности в форме непрерывно начисляемых процентов с параметрами $b = \{b_0, b_1, b_2, \tau\}$ модели Нельсона-Зигеля с диапазонами сроков m , определенными Методикой.

(Данный пункт включен решением Совета директоров Биржи от 14 апреля 2022 года)

Статья 3. Определение диапазонов срочности

1. В целях формирования кривой ГЦБ сделки, используемые для ее формирования, разделяются на группы, именуемые диапазонами срочности, в зависимости от сроков до погашения ценных бумаг, являющихся предметами этих сделок.

2. В течение первого календарного квартала действия настоящей Методики для формирования кривой ГЦБ действуют четыре диапазона срочности:

от 7 до 190 дней,

от 191 до 370 дней,

от 371 до 1825 дней,

от 1825 дней более.

Начиная со второго календарного квартала действия настоящей Методики количество диапазонов срочности и их границы определяются Комитетом по рыночным рискам один раз в квартал не позднее, чем за пять рабочих дней, предшествующих первому дню очередного календарного квартала.

3. Определение диапазонов срочности осуществляется Комитетом по рыночным рискам на основании ретроспективных расчетов и прогнозных данных, подготовленных Департаментом информации и статистики.

4. Определенные в соответствии с настоящей статьей количество диапазонов срочности и их границы действуют в течение календарного квартала, перед началом которого они были определены. Информация о количестве диапазонов срочности и их границах публикуется на сайте Биржи до начала их применения.

Статья 4. Определение представительских выборов

1. Определение представительской выборки для каждого диапазона срочности осуществляется из числа сделок, указанных в пункте 1 статьи 2 настоящей Методики.
2. В представительскую выборку для каждого диапазона срочности включаются десять последних сделок, заключенных с ГЦБ, срок до погашения которых на момент заключения сделки соответствует данному диапазону срочности, либо все сделки с ГЦБ, срок до погашения которых соответствует данному диапазону срочности, заключенные в течение торгового дня, который предшествовал дню формирования кривой ГЦБ, если таких сделок более десяти (с учетом особенностей и ограничений, установленных настоящей статьёй и статьёй 7 настоящей Методики).
3. При снижении ликвидности ГЦБ со сроком до погашения, соответствующим какому-либо диапазону срочности, Комитет по рыночным рискам вправе ограничить временной период, за который отбираются сделки для представительской выборки этого диапазона срочности, даже если в этом случае представительская выборка будет состоять менее чем из десяти сделок.
4. В течение первого календарного квартала действия настоящей Методики из представительской выборки для диапазона срочности от 7 до 190 дней исключаются сделки, заключенные на вторичном рынке ГЦБ. В дальнейшем Комитет по рыночным рискам вправе исключать какие-либо сделки из представительских выборов или отменять ранее установленные исключения в соответствии со статьёй 7 настоящей методики.
5. При формировании представительских выборов осуществляется агрегация доходности по сделкам, заключенным с одним и тем же выпуском ГЦБ, по следующей формуле:

$$Y = \frac{\sum_{i=1}^n (V_i \times y_i)}{\sum_{i=1}^n V_i}, \text{ где:}$$

Y – средневзвешенная доходность ГЦБ одного выпуска в процентах годовых;

n – количество сделок с ГЦБ одного выпуска;

V_i – сумма i -той сделки в тенге;

Y_i – доходность ГЦБ к погашению для покупателя по i -той сделке.

6. Для каждого диапазона срочности рассчитывается вес каждой сделки в зависимости от количества дней, прошедших с момента заключения этой сделки, до даты формирования кривой ГЦБ (a_i):

$$W_i = \frac{1}{4} \frac{q^{-a_i/\hat{a}} \cdot \ln v_i}{\sum_{i=1}^{n_s} q^{-a_i/\hat{a}} \cdot \ln v_i}, \text{ где:}$$

i – порядковый номер сделки с ГЦБ в диапазоне срочности (*данный абзац изменен решением Совета директоров Биржи от 14 апреля 2022 года*);

$\ln v_i$ – логарифм от значения номинального объема i -той сделки;

a_i – количество дней с момента заключения i -ой сделки до даты формирования кривой ГЦБ (на дату формирования кривой, учитываются сделки заключенные в этот день) (*данный абзац изменен решением Совета директоров Биржи от 14 апреля 2022 года*);

\hat{a} – максимальное значение от a_i ;

n_s – количество сделок в диапазоне срочности s ;

q – минимальное количество сделок в рассматриваемом диапазоне срочности.

7. При формировании представительской выборки в целях исключения влияния сделок разового характера на кривую ГЦБ Биржа вправе исключить для каждого из периодов срочности сделки, удовлетворяющие условию:

$$|M_i| > 3.5:$$

$$\text{modified z-score}_{si} = \frac{0.6475 * (y_{si} - \text{par}(m_{si}, b_{t-1}))}{\text{MAD}}$$

$$\text{MAD}_s = \text{median}(|y_{si} - \text{par}(m_{si}, b_{t-1})|) \quad (12), \text{ где:}$$

M_i – modified z-score_{si} (модифицированная z статистика)

s – диапазон срочности;

i – сделка с ГЦБ;

m_i – срок до погашения по сделке i ;

b_{t-1} – параметры кривой для предыдущей даты;

y_{si} – значение доходности сделки i в диапазоне срочности s ;

MAD_s – медианное абсолютное отклонение доходностей от кривой за прошлый период;

n_s – количество сделок в диапазоне срочности s .

Статья 5. Определение параметров для построения кривой ГЦБ

1. Для формирования кривой доходности и определения ее параметров множество значений параметра τ_i имеет вид $\tau_i \in [0, 0.076; 5]$.
2. Для построения кривой ГЦБ применяется метод поиска параметров $(\beta_0, \beta_1, \beta_2, \tau)$ на основании модели Нельсона-Зигеля, которые обеспечивают наилучшее значение критерия соответствия при соблюдении ограничений, указанных в пункте 3 настоящей статьи.
3. В качестве критерия соответствия используется взвешенная сумма квадратов отклонений между модельной доходностью к погашению ГЦБ согласно модели Нельсона-Зигеля и фактической доходностью к погашению по каждой сделке из общего количества сделок в представительской выборке:

$$\text{argmin}_{\beta} \sum_i (Y(i, \beta) - y_i)^2 * w_i$$

при этом на параметры налагаются следующие ограничения:

$$\begin{aligned} \beta_0 + \beta_1 &= \text{TONIA} \\ \beta_0 &> 0, \text{ где:} \end{aligned}$$

w – вектор весов;

y – вектор доходностей до погашения по сделкам представительской выборки (соответствующих фактическим грязным ценам);

$Y(i)$ – вектор оцененных доходностей к погашению согласно кривой ГЦБ, заданной параметрами b , при этом размерность векторов равна размеру выборки.

4. Для нахождения глобального минимума поиск оптимальных параметров $(\beta_0, \beta_1, \beta_2, \tau)$ производится в несколько этапов:
 - 1) формируется решетка возможных значений параметра $\tau_i \in [0,076; 5]$;
 - 2) для каждого τ_i путем оптимизации решается задача по поиску оптимальных параметров $\beta_{0i}, \beta_{1i}, \beta_{2i}$;
 - 3) из множества наборов параметров $b_i = (\beta_{0i}, \beta_{1i}, \beta_{2i}, \tau_i)$ выбирается b_i , минимизирующий критерий соответствия, который указан в пункте 3 настоящей статьи.

Статья 6. Определение расчетной доходности ГЦБ

1. Расчетная доходность каждой ГЦБ определяется в соответствии со следующей формулой:

$$r_i \equiv \sum_{j=1}^{T_i} C_{ij} \cdot \exp(-y_i \cdot m_{ij}) = N_i \cdot \exp(-y_i \cdot m_{iT_i}) + \sum_{j=1}^{T_i} cpr_j \cdot \exp(-y_i \cdot m_{iT_i}), \text{ где:}$$

y_i – доходность до погашения по сделке i , соответствующая фактической грязной цене сделки;

j – порядковый номер будущего потока выплат по ГЦБ в момент совершения сделки i ; поток выплат по бумаге включает как купоны, так и основной долг (номинал); для бескупонных (дисконтных) облигаций поток выплат состоит из одного платежа (номинала);

T_i – количество оставшихся потоков выплат на момент совершения сделки i , включая выплату основного долга;

m_{ij} – оставшийся срок до выплаты по потоку j на момент совершения сделки i в годах;

C_{ij} – размер выплаты по потоку j облигации являющейся предметом сделки i ;

cpr_i – ставка купона ГЦБ, являющейся предметом сделки i ;

N_i – номинал ГЦБ, являющейся предметом сделки i .

2. Расчетная цена для каждой ГЦБ определяется в соответствии со следующей формулой:

$$P(i, b) = \sum_{j=1}^{T_i} C_{ij} \cdot D(m_{ij}, b) = \sum_{j=1}^{T_i} cpr_j \cdot D(m_{ij}, b) + N_i \cdot D(m_{iT_i}, b), \text{ где:}$$

$P(i, b)$ определяется в зависимости от потоков выплат по ГЦБ на момент проведения сделки i и параметров кривой доходности, которые определяют ставку дисконтирования для каждого потока выплат ГЦБ.

3. Оцененная согласно модели доходность до погашения $Y(i, b)$ зависит от потоков выплат по ГЦБ сделки i и параметров кривой доходности, которые определяют ставку дисконтирования для каждого потока выплат по ГЦБ. Доходность до погашения находится в результате решения следующего уравнения:

$$P(i, b_n) = \sum_{j=1}^{T_i} C_{ij} \cdot \exp(-Y(i, b) \cdot m_{ij})$$

Статья 7. Особые полномочия Комитета по рыночным рискам

1. В ситуациях, когда по мнению Комитета по рыночным рискам вид кривой ГЦБ, построенной по функции, определенной в соответствии с настоящей Методикой, не отражает объективной рыночной ситуации на рынке ГЦБ по

причине нерепрезентативности или недостаточности необходимых для формирования кривой ГЦБ данных, Комитет по рыночным рискам вправе:

- 1) осуществить внеочередное формирование кривой ГЦБ в соответствии с настоящей Методикой;
 - 2) изменить установленный настоящей Методикой перечень параметров, используемых для формирования кривой ГЦБ;
 - 3) осуществить внеочередной пересмотр параметров, установленный статьей 3 настоящей Методики;
 - 4) предпринять любые иные действия, которые по мнению Комитета по рыночным рискам необходимы для формирования репрезентативной кривой ГЦБ.
2. При использовании Комитетом по рыночным рискам своих особых полномочий, установленных настоящей статьей, в протоколах его заседаний должны быть отражены причины использования этих полномочий и действия, предпринятые им в соответствии с этими полномочиями, а также период действия кривой ГЦБ, сформированной с применением этих полномочий.

Статья 8. Заключительные положения

1. Ответственность за своевременное внесение в настоящую Методику изменений и/или дополнений (актуализация) возлагается на Департамент информации и статистики.
2. Настоящая Методика подлежит актуализации по мере необходимости, но не реже одного раза в три года.

Председатель Правления

Алдамберген А.Ө.