

# **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.

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"<sup>1</sup>.
2. Иные термины и понятия, используемые в настоящей Методике, идентичны терминам и понятиям, определенными другими внутренними документами Биржи.

## 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;
  - 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;

---

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

- 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 промежуток 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  $Z(m)$ :

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

$D(m)$  – 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:

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

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \tau$  – 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  $b = \{b_0, b_1, b_2, t\}$  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 выборок**

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 статьей и статьей 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 выборок или отменять ранее установленные исключения в соответствии со статьей 7 настоящей методики.
5. При формировании представительских выборок 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<sub>si</sub> (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;

$\text{MAD}_s$  – 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  $\tau_i$  имеет вид  $\tau_i \in [0,076; 5]$ .
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  $\tau_i$  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:

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

$y_i$  – 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  $i$ ;

$\text{срн}_i$  – 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:

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

$P(i, b)$  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.