

УТВЕРЖДЕНА  
решением Правления  
Банка «Национальный Клиринговый Центр»  
(Акционерное общество)  
«19» октября 2016 г.  
(Протокол №43 )

**МЕТОДИКА РАСЧЕТА РИСКОВ  
НА РЫНКЕ СТАНДАРТИЗИРОВАННЫХ ПФИ**

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ .....</b>	<b>2</b>
<b>2. ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ .....</b>	<b>2</b>
2.1. Оценка Обеспечения .....	2
2.2. РАСЧЕТ ТРЕБОВАНИЯ К ОБЕСПЕЧЕНИЮ .....	2
2.3. РАСЧЕТ ГАРАНТИЙНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ .....	3
<b>3. РАСЧЕТНАЯ СТОИМОСТЬ ПОРТФЕЛЯ. РАСЧЕТНАЯ СТОИМОСТЬ ДОГОВОРОВ СПФИ.....</b>	<b>8</b>
3.2. NPV (IRS) .....	9
3.3. NPV (ХССУ) .....	10
3.4. NPV (FX SWAPS, FX FORWARDS, FX FUTURES) .....	11
3.5. NPV (FX OPTION) .....	11
3.7. ОПИСАНИЕ ОПЦИОННЫХ СТРАТЕГИЙ .....	12
3.8. ВАРИАЦИОННАЯ МАРЖА .....	13
<b>4. МОДЕЛЬ РИСК-ФАКТОРНЫХ КРИВЫХ .....</b>	<b>13</b>
4.1. РЫНОЧНЫЕ ДАННЫЕ .....	13
4.2. МОДЕЛЬ .....	14
4.3. КАЛИБРОВКА МОДЕЛИ .....	14
4.4. ВАЛЮТНЫЕ КРИВЫЕ .....	14
4.5. РУБЛЕВЫЕ КРИВЫЕ .....	14
4.6. КРИВЫЕ ВОЛАТИЛЬНОСТИ .....	15
4.7. РАСЧЕТ СПРЕДОВ .....	15
<b>5. РАСЧЕТ РИСК-ПАРАМЕТРОВ .....</b>	<b>15</b>
5.1. СТАТИЧЕСКИЕ РИСК – ПАРАМЕТРЫ .....	15
5.2. СТАВКИ ВАЛЮТНОГО РИСКА .....	16
5.3. ЛИМИТ КОЛЕБАНИЙ СТОИМОСТИ ДОГОВОРА СПФИ .....	16
<b>6. ПРИЛОЖЕНИЕ.....</b>	<b>17</b>
6.4. Коды БЛОМБЕРГ КОТИРОВОК ПРОЦЕНТНЫХ ДЕРИВАТИВОВ, ВАЛЮТНЫХ ОПЦИОНОВ И ФИКСИНГОВ ПРОЦЕНТНЫХ СТАВОК .....	20
6.5. Ставки, используемые для начисления процентов на вариационную маржу .....	20
6.5. Разложение по компонентам Гарантийного Обеспечения .....	20

## 1. Общие положения

Настоящая Методика расчета рисков на рынке Стандартизированных ПФИ (далее – Методика) разработана в соответствии с правилами клиринга Клирингового центра, регулирующими порядок оказания клиринговых услуг на рынке Стандартизированных ПФИ (далее – Правила клиринга), и устанавливает порядок определения расчётной стоимости Договоров СПФИ и величин, используемых для контроля достаточности Обеспечения Участника клиринга. Риск – параметры, используемые Клиринговым центром для контроля и управления рисками на рынке СПФИ устанавливаются и изменяются решением правления Клирингового Центра,

Методика раскрывается на сайте Клирингового центра в сети Интернет.

В Методике используются следующие термины и определения:

**Клиринговый центр** – Банк «Национальный Клиринговый Центр» (Акционерное общество).

**Портфель** – совокупность действующих Договоров СПФИ, заключенных определенным Участником клиринга.

**Пул** – параметр Договора, определяющий валюту CSA - уплаты Вариационной маржи в российских рублях, долларах США или евро.

**Расчетная стоимость** – стоимость Договора СПФИ или Портфеля Договоров СПФИ, определенная в соответствии со статьёй 3 Методики.

**Вариационная маржа** – термин, определяющий в рамках Методики вариационную маржу по биржевым Договорам СПФИ и депозитную маржу по внебиржевым Договорам СПФИ.

Термины, специально не определенные в Методике, используются в значениях, определенных Правилами клиринга, Спецификациями и нормативными актами Банка России.

## 2. Обеспеченность

### 2.1. Оценка Обеспечения

Оценка средств обеспечения определяется следующим образом:

$$\text{Оценка Обеспечения} = \sum_{FX_j} \text{Средства}_{FX_j} \times X_{FX_j/RUB} + \text{РискНеттинг},$$

где:

$\text{Средства}_{FX_j}$  – Обеспечение Участника клиринга в валюте  $FX_j$ , учитываемое на соответствующих денежных регистрах обеспечения в рамках одного расчётного кода,

РискНеттинг – компонента, связанная с неттированием валютного риска и обеспечения, определённая в подпункте 2.3.1.8 Методики,

$X_{FX_j/RUB}$  – валютные курсы, определённые в статье 3 Методики.

### 2.2. Расчет требования к обеспечению

Размер требования к обеспечению определяется следующим образом:

Требование к обеспечению = Гарантийное обеспечение – Текущая переоценка,

где:

Гарантийное обеспечение – это часть требования к обеспечению, соответствующая возможным издержкам Клирингового центра в результате использования Обеспечения на данном расчётном коде и прекращения допуска к клиринговому обслуживанию участника в отношении которого производится расчёт требования к обеспечению.

Текущая переоценка – часть требования к обеспечению, соответствующая переоценке расчетной стоимости Портфеля Участника клиринга:

Текущая переоценка =  $\sum_{FX_j} (NPV_{FX_j} - VM_{FX_j}) \times X_{FX_j/RUB}$ , где  $NPV_{FX_j}$  - сумма расчетных стоимостей Договоров СПФИ из соответствующего Пула  $FX_j$ , где  $FX_j$  – одна из валют списка: RUB, USD, EUR.  $VM_{FX_j}$  – величина, представляющая собой сумму уплаченной/полученной Участником клиринга Вариационной маржи по указанным Договорам СПФИ соответствующего Пула  $FX_j$ .

В случае наличия поданной Заявки или Предложения Участника клиринга, имеющей / имеющего встречную заявку / встречное Предложение, Требование к обеспечению определяется следующим образом:

Требование к обеспечению = Требование к обеспечению( $P + Order$ ),

где:

$P$  – Портфель Участника клиринга,

$Order$  – поданная, но неисполненная Заявка / поданное, но неисполненное Предложение Участника клиринга.

В случае отсутствия встречной Заявки / встречного Предложения Требование к обеспечению не изменяется.

### 2.3. Расчет Гарантийного обеспечения.

Выделяются следующие компоненты  $IM$ :

1. Рыночный риск (MarketRisk)
  - a. Риск изменения процентных ставок (процентный риск)
    - i. Модель shift-twist-butterfly
    - ii. Поправка на ошибки модели shift-twist-butterfly
    - iii. Поправка на ошибки модели процентных ставок
  - b. Риск изменения курсов валют (валютный риск)
  - c. Риск изменения волатильности
2. Риск ликвидности (LiquidityRisk)
3. Кредитный риск (CreditRisk)

Таким образом, Гарантийное обеспечение для Портфеля определяется как сумма компонент:

$$IM = IM[MarketRisk] + IM[LiquidityRisk] + IM[CreditRisk]$$

#### 2.3.1. Рыночный риск

##### 2.3.1.1. Риск-факторы

Под риск – факторами понимаются величины, динамика которых определяет в рамках модели, описанной в статье 5 Методики, изменение расчетной стоимости Договора СПФИ.

В рамках модели принимаются следующие риск – факторы:

1. Курсы иностранных валют к рублю  $X_{FX_j/RUB}$ :
  - a. Курс доллара  $X_{USD/RUB}$
  - b. Курс евро  $X_{EUR/RUB}$
2. Кривые процентных ставок ( $IR$ ):
  - a. Ставки овернайт: OIS
  - b. Базисные спреды к ставкам Моспрайм: Rate Basis Spread (3m Mosprime vs. OIS + spd)
  - c. Базисные спреды к ставкам по валютно – процентным свопам: XCCY Basis Spread ( OIS + spd vs. 3m \$ Libor)
  - d. Срочная структура ставок LIBOR
  - e. Срочная структура ставок EURIBOR
3. Кривые временной структуры волатильности ( $FXVL$ ):
  - a. Волатильности ATM Straddle
  - b. Волатильности RiskReversal
  - c. Волатильности Butterfly

Таким образом, пространство риск – факторов состоит из:

- валютных курсов  $X_{USD/RUB}, X_{EUR/RUB}$ ;
- кривых процентных ставок:  $IR_i = (IR_i^j)$ ,  $i = OIS, RateBasis, XCCYBasis, LIBOR, EURIBOR$ ;
- кривых волатильностей:  $FXVL_i = (FXVL_i^j)$ ,  $i = ATM\ Straddle\ USD/RUB, Risk\ Reversal\ USD/RUB, Butterfly\ USD/RUB$ ,

где индекс  $j$  пробегает «точки ликвидности» каждой кривой.

### 2.3.1.2. Дельта – маржирование. Компоненты рыночного риска

Изменение расчётной стоимости Портфеля можно представить в следующем виде:

$$\Delta P \approx \sum_i \langle P.Delta[IR_i], \Delta IR_i \rangle + \sum_i \langle P.Delta[FXVL_i], \Delta FXVL_i \rangle + \sum_i \langle P.Delta[FX_i], \Delta FX_i \rangle$$

где:

$P.Delta[C_i]$  – векторы чувствительностей расчётной стоимости Портфеля ( $NPV$ ) к изменению на один базисный пункт соответствующей риск – факторной кривой или валютного курса ( $C_i = IR_i, FXVL_i, FX_i$ ),

$j$  – я компонента вектора  $P.Delta[C_i]$  определяется в соответствии с формулой:

$$P.Delta[C_i]^j = NPV(C_i^j + 1bps) - NPV(C_i^j)$$

Рыночная компонента  $IM[MarketRisk]$  Гарантийного обеспечения представляется в виде:

$$IM[MarketRisk] = IM[MarketRisk][IR] + IM[MarketRisk][FXVL] + IM[MarketRisk][FX],$$

где слагаемые в правой части представляют собой процентный риск, риск волатильности и валютный риск соответственно.

### 2.3.1.3. Процентный риск и риск волатильности

Компоненты процентного риска  $IM[MarketRisk][IR]$  и риска волатильности  $IM[MarketRisk][FXVL]$  рассчитываются, исходя из shift – twist – butterfly модели движения риск –

факторных кривых процентных ставок и кривых волатильности. Каждая компонента  $IM[MarketRisk][C]$  ( $C = IR, FXVL$ ) представляется в виде:

$$IM[MarketRisk][C] = IM[MarketRisk][C][Model] + IM[MarketRisk][C][ModelError],$$

где:

$IM[MarketRisk][C][Model]$  – модельная компонента,

$IM[MarketRisk][C][ModelError]$  – поправка, учитывающая ошибки модели (данное слагаемое учитывается в случае, если ошибки модели вносят значимый вклад в расчет Гарантийного обеспечения).

### 2.3.1.3.1. Модельная компонента

Компоненты  $IM[MarketRisk][C][Model]$  Гарантийного обеспечения рассчитываются на основе VaR – методологии для портфеля инструментов. При этом делаются следующие предположения:

- Эволюции риск – факторных кривых, используемых в рамках модели, независимы между собой.
- Изменения риск – факторных кривых описывается тремя главными компонентами: *shift*, *twist*, *butterfly*.

С учетом указанных предположений:

$$IM[MarketRisk][C][Model] = \sqrt{\sum_i \langle P.Delta[C_i], Shift_i \rangle^2 + \langle P.Delta[C_i], Twist_i \rangle^2 + \langle P.Delta[C_i], Butterfly_i \rangle^2}$$

где  $Shift_i, Twist_i, Butterfly_i$  – задают сценарии изменения кривых вдоль главных компонент с заданной доверительной вероятностью:

$$Shift_i = f_i \sigma_{i\ shift} shift_i ,$$

$$Twist_i = f_i \sigma_{i\ twist} twist_i ,$$

$$Butterfly_i = f_i \sigma_{i\ butt} butterfly_i ,$$

где  $shift_i, twist_i, butterfly_i$  – нормированные вектора, задающие профили главных компонент:  $\|shift_i\|_\infty = \|twist_i\|_\infty = \|butterfly_i\|_\infty = 1$ , ( $\|x\|_\infty = \max x_j$ ),  $\sigma_{i\ shift, twist, butt}$  – волатильности соответствующих компонент изменений процентных ставок,  $f_i$  – множитель волатильности  $i$  – ой кривой (определяющийся из уровня доверительной вероятности  $IM$  и горизонта оценки рисков). Риск – параметры (векторные величины):  $Shift_i, Twist_i, Butterfly_i$ , определяются в статье 6 Методики.

В целях выделения отдельных аддитивных компонент  $IM[MarketRisk][C]$  рассчитываются следующие величины:

$$IM[MarketRisk][C_i][Shift] = \langle P.Delta[C_i], Shift_i \rangle^2 / IM[MarketRisk][Model][C] ,$$

$$IM[MarketRisk][C_i][Twist] = \langle P.Delta[C_i], Twist_i \rangle^2 / IM[MarketRisk][Model][C],$$

$$IM[MarketRisk][C_i][Butterfly] = \langle P.Delta[C_i], Butterfly_i \rangle^2 / IM[MarketRisk][Model][C],$$

$$IM[MarketRisk][C][Model] = \sum_i \sum_{c \in \{Shift, Twist, Butterfly\}} IM[MarketRisk][C_i][c]$$

### 2.3.1.3.2. Поправка на ошибки Метода главных компонент

При оценке  $IM[MarketRisk][C]$  применяются предположения о независимости риск – факторных кривых и об изменении кривых только за счет трех компонент shift – twist – butterfly. Поэтому существуют непустые Портфели, для которых  $IM[MarketRisk][C_i] = 0$ , а именно Портфели вида  $P: \langle P.Delta[C_i], shift_i \rangle = \langle P.Delta[C_i], twist_i \rangle = \langle P.Delta[C_i], butterfly_i \rangle = 0$ . Поправки на ошибки, связанные с указанными фактами задаются следующими величинами:

$$MinIM[C_i][ErrorSTB] = f_i \sigma_i^{ErrorSTBC} \sum_j |P.Delta[C_i]^j|$$

Риск – параметры  $\sigma_i^{ErrorSTBC}$  определяются, исходя из доли необъясненной дисперсии при выделении главных компонент  $shift_i$ ,  $twist_i$ ,  $butterfly_i$ , и возможной корреляцией между кривыми. Компонента Гарантийного обеспечения  $IM[MarketRisk][C_i][ErrorSTB]$  определяется как ( $x^+ = x$ , если  $x \geq 0$ ,  $x^+ = 0$ , если  $x < 0$ ):

$$\begin{aligned} IM[MarketRisk][C_i][ErrorSTB] &= \\ &= (MinIM[C_i][ErrorSTB] - \sum_{c \in \{shift, twist, butterfly\}} IM[MarketRisk][C_i][c])^+ \end{aligned}$$

### 2.3.1.3.3. Поправка на ошибки модели процентных ставок

Модель построения риск – факторных кривых опирается на рыночные данные в точках ликвидности (1W, 2W, 1M, ..., 5Y). Значения кривых в промежуточных точках интерполируются с использованием этих данных, поэтому их оценки, а значит, и цены, и риски соответствующих Договоров СПФИ могут отличаться от их «расчетной» оценки.

С точки зрения Портфелей, данный факт приводит, например, к существованию непустых Портфелей, для которых  $P.Delta[C_i]^j = 0$ , и, соответственно, нулевым компонентам рыночного риска описанным выше.

Определим величины, которые учитывают возможную выпуклость кривых на интервалах между точками ликвидности:

$$MinIM[C_i][ModelErrorC] = f_i \sigma_i^{ErrorModelC} \sum_t \sum_{Deal(t) \in P} \sum_j |Deal(t).Delta[C_i]^j|.$$

где  $\sum_{Deal(t) \in P}$  означает суммирование по всем Договорам СПФИ из портфеля  $P$  с датой окончания срока действия договора  $t$ , риск – параметр  $\sigma_i^{ErrorModelC}$  – представляет собой оценку волатильности – компоненты изменения кривых на локальных интервалах между точками ликвидности.

Компоненты Гарантийного обеспечения  $IM[MarketRisk][C_i][ErrorC]$  определяется как:

$$\begin{aligned} IM[MarketRisk][C_i][ErrorC] &= \\ &= (MinIM[C_i][ErrorC] - \sum_{c \in \{shift, twist, butterfly, ErrorSTB\}} IM[MarketRisk][C_i][c])^+ \end{aligned}$$

### 2.3.1.3.4. Суммарные компоненты процентного риска и риска волатильности

Обобщая все компоненты процентного риска и риска волатильности, окончательно получаем:

$$IM[MarketRisk][IR] = \sum_i \sum_{c \in \{Shift, Twist, Butterfly, ErrorSTB, ErrorIR\}} IM[MarketRisk][IR_i][c]$$

$$IM[MarketRisk][FXVL] = \sum_i \sum_{c \in \{Shift, Twist, Butterfly, ErrorSTB, ErrorFXVL\}} IM[MarketRisk][FXVL_i][c]$$

### 2.3.1.4. Валютный риск

Значение  $IM[MarketRisk][FX]$  определяется следующим образом:

$$IM[MarketRisk][FX] = \sum_{FX_j} IM[MarketRisk][FX_j]$$

$$IM[MarketRisk][FX_j] = - \min_{-FX_jRate \leq \delta \leq FX_jRate} (NPV(X_{FX_j/RUB}(1 + \delta)) - NPV(X_{FX_j/RUB}))$$

$IM[MarketRisk][FX_j]$  – минимальное значение изменения стоимости Портфеля на множестве сценариев изменения курса валюты  $FX_j$  к рублю при неизменности остальных риск-факторов:  $X_{FX_j/RUB} \rightarrow X_{FX_j/RUB}(1 + \delta)$ , где  $\delta$  – параметризует сценарии движения соответствующего валютного курса и изменяется в пределах отрезка от  $-FX_jRate$  до  $+FX_jRate$ , где  $FX_jRate$  – ставка риска по валюте  $FX_j$ .

$$\text{РискНеттинг} = IM[MarketRisk][FX] +$$

$$+ \sum_{FX_j} \min_{-FX_jRate \leq \delta \leq FX_jRate} (NPV(X_{FX_j/RUB}(1 + \delta)) - NPV(X_{FX_j/RUB}) + \delta \times X_{FX_j/RUB} \times \text{Средства}_{FX_j})$$

### 2.3.2. Риск ликвидности

Данная компонента Гарантийного обеспечения предназначена для покрытия возможных издержек, связанных с риском рыночной ликвидности.

Рыночная компонента Гарантийного обеспечения определяется из предположения о совершенной ликвидности финансовых инструментов: процедуры урегулирования неисполнения обязательств (дефолта) можно реализовать в течение одного торгового дня, после принятия соответствующего решения.

Вводится компонента  $IM[Liquidity]$ , учитывающая потенциальное увеличение срока осуществления процедуры урегулирования неисполнения обязательств, в силу ограниченной ликвидности Договоров СПФИ ( $C = IR, FXVL$ ):

$$IM[Liquidity] =$$

$$= \sum_j l_{FX_j} IM[MarketRisk][FX_j] + \sum_{j,c} l_{j,c} IM[MarketRisk][C_j][c]$$

$$l_{FX_j} = (\sqrt{Time_{FX_j} + AddTime_{FX_j}} - \sqrt{Time_{FX_j}}) / \sqrt{Time_{FX_j}}$$

$$l_{C,j,c} = (\sqrt{Time_C + AddTime_{C,j,c}} - \sqrt{Time_C}) / \sqrt{Time_C}$$

$$AddTime_{FX_j} = \left( \frac{|P.Delta[FX_j]|}{L_{FX_j}} - 1 \right)^+, c = Shift_j, Twist_j, Butt_j$$

$$AddTime_{C,j,c} = \left( \frac{|\langle P.Delta[C_j], c \rangle|}{L_{C,j,c}} - 1 \right)^+, c = Shift_j, Twist_j, Butt_j$$

$$AddTime_{C,j,ErrorSTB} = \left( \frac{\max_i |P.Delta[C_j]^i|}{L_{C,j,ErrorSTB}} - 1 \right)^+$$

$$AddTime_{j,ErrorC} = \left( \frac{\max_{i,t} |Deal(t).Delta[C_j]^i|}{L_{j,ErrorC}} - 1 \right)^+$$

где  $Time_{FX_j}$ ,  $Time_{IR}$  и  $Time_{FXVL}$  – горизонты оценки рисков для соответствующих риск – факторов, а риск – параметры  $L_{FX_j}$ ,  $L_{IR,j,c}$ ,  $L_{FXVL,j,c}$  определяют максимальные абсолютные величины коэффициентов чувствительности  $P.Delta$  в рублях, которые можно «захеджировать» в течение одного торгового дня без существенного влияния на стоимость Договоров СПФИ. Риск-параметры устанавливаются решением Клирингового центра.

### 2.3.3. Кредитный риск

Компонента  $IM[Credit]$  предназначена для учета кредитного качества Участников клиринга при определении Гарантийного обеспечения. Данная компонента рассчитывается исходя из соображения о равномерности распределения ожидаемого убытка Клирингового центра при процедуре урегулирования неисполнения обязательств по Участникам клиринга:

$$IM[Credit] = CreditQuality(IM[MarketRisk] + IM[Liquidity]),$$

В случае ненулевого значения риск – параметра  $CreditQuality$ , персонального для каждого Участника клиринга, его значение сообщается такому Участнику клиринга в отдельности.

## 3. Расчетная стоимость Портфеля. Расчетная стоимость Договоров СПФИ.

Общий подход к определению расчётной стоимости Портфеля основывается на определении NPV Портфеля как сумме чистых стоимостей приведённых потоков платежей, дисконтированных по кривой соответствующего валютного пула  $FX_i$ :

$$NPV_{FX_i}(Portfolio) = \sum_{FX_j} \sum_{FX_j \text{ cash flows}} DF_{FX_j}(t) CF_{FX_j}(t) X_{FX_j/FX_i}$$

где:

$DF_{FX_j}(t)$  – фактор дисконтирования платежей в валюте  $FX_j$ ,

$CF_{FX_j}(t)$  – сумма платежей в валюте  $FX_j$ , положительная величина  $CF_{FX_j}(t)$  соответствует обязательствам Клирингового центра, отрицательная – обязательствам Участника клиринга. Плавающие потоки в процентных и валютно – процентных свопах определяются, исходя из соответствующих форвардных кривых, калибруемых на рыночных данных, условные потоки по валютным опционам определяются, исходя из модели Vanna – Volga.

$X_{FX_j/FX_i}$  – курс валюты  $FX_j$  к валюте  $FX_i$ . Валюты  $FX_i, FX_j$  пробегают множество USD, EUR, RUB. Курсы  $X_{FX_j/FX_i}$  рассчитываются следующим образом: в качестве курсов  $X_{USD/RUB}, X_{EUR/RUB}$  принимаются актуальные значения фиксингов курсов соответствующих валютных пар, рассчитываемые согласно Методике расчёта фиксингов Московской Биржи; курс  $X_{EUR/USD}$  – рассчитывается как кросс – курс:  $X_{EUR/USD} = X_{EUR/RUB}/X_{USD/RUB}$ ; обратные курсы рассчитываются согласно формулам:  $X_{FX_j/FX_i} = 1/X_{FX_i/FX_j}$ , курсы  $X_{FX_j/FX_j}$  принимаются равными единице; если не оговорено иное, указанные курсы используются в качестве курсов валютных пар в целях оценки Обеспечения и иных случаях, предусмотренными Правилами клиринга.

Ниже приводятся формулы для частных случаев: процентных свопов OIS, IRS, валютно-процентных свопов ХССУ, валютных свопов, форвардов, фьючерсов и опционов на USDRUB.

### 3.1. NPV (OIS)

Расчетная стоимость Договора процентный своп, которому присвоен код OIS, определяется следующим образом:

$$NPV_{RUB}(OIS) = Notional \left( \sum_{floating} DF_{RUB}(t_j) \beta_j CompoundedRuonia(t_j) - \sum_{fixed} DF_{RUB}(t_i) \alpha_i c_{fixed} \right) + DF_{RUB}(t_{pr}) premium_{RUB}$$

$$NPV_{USD}(OIS) = Notional \left( \sum_{floating} DF_{USD}(t_j) Y(t_j) \beta_j CompoundedRuonia(t_j) - \sum_{fixed} DF_{USD}(t_i) Y(t_i) \alpha_i c_{fixed} \right) + DF_{USD}(t_{pr}) premium_{USD}$$

где  $\alpha_i, \beta_j$  - соответствующие Коэффициенты для расчета дней в процентном периоде,

$CompoundedRuonia(t)$  – ожидаемая за указанный Процентный период накопленная ставка, рассчитанная по форвардной овернайт кривой,

$c_{fixed}$  – Фиксированная ставка по Договору.

В расчет расчетной стоимости Договора СПФИ включаются еще не совершенные купонные платежи и не выплаченный Дополнительный платеж.

Величины  $premium_{RUB}$  и  $premium_{USD}$  связаны курсом  $X(t_{pr})$ .

### 3.2. NPV (IRS)

Расчетная стоимость Договора процентный своп, которому присвоен код IRS, определяется следующим образом:

$$NPV_{RUB}(IRS) = Notional \left( \sum_{floating} DF_{RUB}(t_j) \beta_j FwdCurve(t_j) - \sum_{fixed} DF_{RUB}(t_i) \alpha_i c_{fixed} \right) + DF_{RUB}(t_{pr}) premium_{RUB}$$

$$NPV_{USD}(IRS) = Notional \left( \sum_{floating} DF_{USD}(t_j)Y(t_j)\beta_j FwdCurve(t_j) - \sum_{fixed} DF_{USD}(t_i)Y(t_i)\alpha_i c_{fixed} \right) + DF_{USD}(t_{pr})premium_{USD}$$

где  $\alpha_i, \beta_j$  - соответствующие Коэффициенты для расчета дней в процентном периоде,

$FwdCurve(t)$  – ставка форвардной кривой (определена согласно подразделу 5.5. Методики) за указанный Процентный период,

$c_{fixed}$  – Фиксированная ставка по Договору СПФИ.

В расчет расчетной стоимости Договора СПФИ включаются еще не совершенные купонные платежи и не выплаченный Дополнительный платеж.

Величины  $premium_{RUB}$  и  $premium_{USD}$  связаны курсом  $X(t_{pr})$ .

### 3.3. NPV (XCCY)

Расчетная стоимость Договора валютно – процентный своп имеет следующий вид:

$$NPV_{RUB}(XCCY) = Notional_{USD} \sum_{floating} DF_{RUB}(t_j)X(t_j)\beta_j FwdCurve(t_j) + Notional_{USD}X(T)DF_{RUB}(T) - Notional_{RUB} \sum_{fixed} DF_{RUB}(t_i)\alpha_i c_{fixed} - Notional_{RUB}DF_{RUB}(T) + DF_{RUB}(t_{pr})premium_{RUB}$$

$$NPV_{USD}(XCCY) = Notional_{USD} \sum_{floating} DF_{USD}(t_j)\beta_j FwdCurve(t_j) + Notional_{USD}DF_{USD}(T) - Notional_{RUB} \sum_{fixed} DF_{USD}(t_i)Y(t_i)\alpha_i c_{fixed} - Notional_{RUB}DF_{USD}(T)Y(t_j) + DF_{USD}(t_{pr})premium_{USD}$$

Если обязанность одной стороны Договора СПФИ передать валюту в собственность второй стороне в размере Номинальной суммы, установленной для второй стороны, и обязанность второй стороны уплатить первой стороне Номинальную сумму, установленную для первой стороны, еще не исполнены, к указанному выражению добавляется

$$NPV_{RUB}(FrontNotionalPayment) = - Notional_{USD}X(T_0)DF_{RUB}(T_0) + Notional_{RUB}DF_{RUB}(T_0)$$

$$NPV_{USD}(FrontNotionalPayment) = - Notional_{USD}DF_{USD}(T_0) + Notional_{RUB}DF_{USD}(T_0)Y(T_0)$$

где  $\alpha_i, \beta_j$  - соответствующие Коэффициенты для расчета дней в процентном периоде,

$FwdCurve(t)$  – ставка форвардной кривой для указанного Процентного периода,

$c_{fixed}$  – Фиксированная ставка по Договору СПФИ,

$X(t)$  – форвардный курс USDRUB,  $T$  – дата окончания действия Договора,  $T_0$  – дата начала действия Договора СПФИ. В сумме учитываются еще не совершенные купонные платежи и не выплаченный Дополнительный платеж. Величины  $premium_{RUB}$  и  $premium_{USD}$  связаны курсом  $X(t_{pr})$ .

### 3.4. NPV (FX Swaps, FX forwards, FX futures)

Расчетная стоимость Договоров валютный своп, форвард и фьючерс определяется следующим образом:

$$NPV_{RUB}(FX\ Swap) = Notional \times (SwapForwardRate - X(T)) \times DF_{RUB}(T) + DF_{RUB}(t_{pr})premium_{RUB}$$

$$NPV_{USD}(FX\ Swap) = Notional \times (SwapForwardRate \times Y(T) - 1) \times DF_{USD}(T) + DF_{USD}(t_{pr})premium_{USD}$$

Если обязанность одной стороны Договора валютный своп передать валюту в собственность второй стороне в размере Номинальной суммы, установленной для второй стороны, и обязанность второй стороны уплатить первой стороне Номинальную сумму, установленную для первой стороны, еще не исполнены, к указанным выражениям добавляется

$$NPV_{RUB}(FrontPayment) = -Notional \times (SwapSpotRate - X(T_0)) \times DF_{RUB}(T_0)$$

$$NPV_{USD}(FrontPayment) = -Notional \times (SwapSpotRate \times Y(T_0) - 1) \times DF_{USD}(T_0)$$

где  $X(t)$  – форвардный курс USDRUB,

$T$  – дата окончания действия Договора СПФИ,

$T_0$  – дата начала действия Договора СПФИ,

$SwapForwardRate$  – форвардный курс в свопе/форварде/фьючерсе,

$SwapSpotRate$  – базовый курс Договора СПФИ.

В расчет расчетной стоимости Договора СПФИ включаются еще не совершенные купонные платежи и не выплаченный Дополнительный платеж. Величины  $premium_{RUB}$  и  $premium_{USD}$  связаны курсом  $X(t_{pr})$ .

### 3.5. NPV (FX option)

Нахождение расчётной стоимости FX опционов использует модель Vanna – Volga . Для покупателя опциона значение:

$$NPV_{FX_i}(Vanilla) = OptionValue_{FX_i} - NPV_{FX_i}(Premium),$$

где  $OptionValue_{FX_i}$  – расчётная цена опциона, то есть цена, вычисленная в соответствии с моделью Vanna – Volga, а  $NPV_{FX_i}(Premium)$  - чистая приведённая стоимость в валюте премии по опциону, для продавца опциона значение  $NPV_{FX_i}(Vanilla)$  отличается знаком. Расчётная стоимость опционной стратегии определяется как сумма расчётных цен Договоров  $Vanilla$ , входящих в Портфель.

Модель Vanna – Volga (VV) – метод, используемый для построения вмененной волатильности (согласно формуле Блэка – Шоулса) на основе котировок трёх имеющихся инструментов: ATM Straddle, Risk Reversal, Butterfly, при заданном сроке экспирации (страйк инструмента ATM Straddle определяется, исходя из условия равенства форвардной дельты 50%, составляющая инструменты Risk Reversal и Butterfly Vanilla выбирается с форвардной дельтой 25% ). Метод базируется на построении локально реплицирующих портфелей, чьи объединённые стоимости хеджирования добавляются к соответствующим ценам в модели Блэка-Шоулса (BS) (то есть выступают в роли поправки к BS – цене) для получения значений, согласующихся с торгующейся на рынке улыбкой волатильности. В BS – модели выплата по европейскому FX опциону колл является функцией  $C^{BS} = C^{BS}(t, K, S_t, DF_{RUB}, DF_{USD}, T, \sigma)$ , где  $t$  – момент определения цены,  $K$  – страйк оцениваемого опциона,  $S_t =$

$X_{FX_j/RUB}$ , обменный курс в момент времени  $t$ ,  $DF_{RUB}$  – дисконтирующий рублёвый фактор (*cross currency-adjusted*),  $DF_{USD}$  – дисконтирующий долларовый фактор,  $T$  – момент экспирации,  $\sigma$  – торгуемая на рынке волатильность. В модели VV цена опциона задаётся формулой:

$C_{VV} = C_{BS} + x_p(K)(C_{MKT}(K_p) - C_{BS}(K_p)) + x_o(K)(C_{MKT}(K_o) - C_{BS}(K_o)) + x_c(K)(C_{MKT}(K_c) - C_{BS}(K_c))$ , где  $C_{MKT}(K_i)$  – котированные на рынке цены опционов для соответствующих страйков, однозначно восстанавливаемые по котировкам инструментов ATM Straddle, Risk Reversal, Butterfly,  $C_{BS}(K_i)$  – цены опционов для соответствующих страйков в BS – модели,  $x_i(K)$  – соответствующие веса,  $i=p,o,c$  – параметр, определяющий принадлежность индексируемого числа к соответствующим страйкам.

$$x_p(K) = \frac{v(K) \ln \frac{K_o}{K} \ln \frac{K_c}{K}}{v(K_p) \ln \frac{K_o}{K_p} \ln \frac{K_c}{K_p}}$$

$$x_o(K) = \frac{v(K) \ln \frac{K}{K_p} \ln \frac{K_c}{K}}{v(K_o) \ln \frac{K_o}{K_p} \ln \frac{K_c}{K_o}}$$

$$x_c(K) = \frac{v(K) \ln \frac{K}{K_p} \ln \frac{K}{K_o}}{v(K_c) \ln \frac{K_c}{K_p} \ln \frac{K_c}{K_o}}$$

где  $v(K), v(K_i)$  – значения веги соответствующих опционов ( $Vega(K) = v(K) = \frac{\partial C_{BS}}{\partial \sigma}$ ).

### 3.7. Описание опционных стратегий

#### 3.7.1. Straddle

Стратегия представляет собой позицию по двум опционам колл (Call) и пут (Put), той же направленности, что и Заявка. Валюта Вариационной маржи предполагается одинаковой для двух опционов и определяется в Заявке / Предложении. Номинал этих двух опционов определяется как номинальная сумма, указанная в Заявке / Предложении:

$$\text{ATM Straddle} = \text{Call}(\text{FX Pair}, \text{Expiry}, \text{Notional}, \text{ATM Call Strike}) + \\ + \text{Put}(\text{FX Pair}, \text{Expiry}, \text{Notional}, \text{ATM Put Strike})$$

Здесь и далее такое обозначение означает, что указанная стратегия состоит из соответствующих опционов. При этом, знак «+» означает, что опцион имеет ту же направленность, что и стратегия. Купить Straddle эквивалентно покупке одного опциона колл и покупке одного опциона пут с указанными параметрами.

#### 3.7.2. Risk Reversal

$$\text{RR} = \text{Call}(\text{FX Pair}, \text{Expiry}, \text{Notional}, \text{RR Call Strike}) - \text{Put}(\text{FX Pair}, \text{Expiry}, \text{Notional}, \text{RR Put Strike})$$

#### 3.7.3. Butterfly

$$\text{BF} = \text{Call}\left(\text{FX Pair}, \text{Expiry}, \frac{\text{Notional}}{2}, \text{ATM Call Strike}\right) + \text{Put}\left(\text{FX Pair}, \text{Expiry}, \frac{\text{Notional}}{2}, \text{ATM Put Strike}\right) - \\ - \text{Call}\left(\text{FX Pair}, \text{Expiry}, \frac{\text{Notional}}{2}, \text{BF Call Strike}\right) - \text{Put}\left(\text{FX Pair}, \text{Expiry}, \frac{\text{Notional}}{2}, \text{BF Put Strike}\right)$$

#### 3.7.4. Распределение премий по опционам

$$\text{Strategy} = \sum_{j=1}^N \text{Vanilla}_j, \quad \text{Vanilla}_j = \text{Call/Put}$$

Таким образом, премия по всей стратегии равна сумме премий по опционам, входящим в стратегию. Пусть  $\text{Vanilla}_j \cdot TV$  – теоретические премии по атомарным опционам Call и Put, тогда теоретическая стоимость стратегии:

$$\text{Strategy. TP} = \sum_j \text{Vanilla}_j \cdot \text{TP}$$

Премия стратегии Strategy. P, указанная в Заявке / Предложении, распределяется между атомарными опционами следующим образом:

$\text{Vanilla}_j \cdot P = \text{Vanilla}_j \cdot \text{TP} + \frac{\alpha}{N} (\text{Strategy. P} - \text{Strategy. TP})$ , где  $\alpha=1$ , если позиция по соответствующему опциону  $\text{Vanilla}_j$  «длинная» (входит в стратегию со знаком «плюс»), и  $\alpha = -1$ , если позиция по соответствующему опциону  $\text{Vanilla}_j$  «короткая» (входит в стратегию со знаком «минус»).

### 3.8. Вариационная маржа

Вариационная маржа по Договору СПФИ определяется согласно Спецификации соответствующего Договора СПФИ. Расчетной стоимостью по Договору СПФИ из Пула  $FX_i$  является:  $NPV_{FX_i}(t)$ . При этом, для Договора СПФИ, обязательства и требования по которому исполнены (неисполненные Участником клиринга обязательства в данном случае не включаются в структуру сделки),  $NPV$  полагается равным нулю.

Таким образом, Вариационная Маржа  $_{FX_i}(t) = NPV_{FX_i}(t) - NPV_{FX_i}(t - 1)$ , причем если день  $t$  является днем заключения Договора СПФИ, величина  $NPV_{FX_i}(t - 1)$  полагается равной нулю.

## 4. Модель риск-факторных кривых

### 4.1. Рыночные данные

В качестве входных параметров модели принимаются следующие наборы рыночных данных:

1. Валютные курсы:
  - a. USDRUB
  - b. EURRUB
2. Процентные ставки:
  - a. Ruonia:
    - i. Ruonia
    - ii. RUB OIS: 1W, ..., 1Y
  - b. Mosprime:
    - i. Fixing Mosprime1M, Mosprime3M, Mosprime6M,
    - ii. FRA Mosprime3M: 3M×6M, 6M×9M
    - iii. IRS Mosprime3M: 1Y, 2Y, 3Y, 4Y, 5Y
  - c. FX curve:
    - i. FX Swaps: TN, 1W, ..., 1Y
    - ii. USDRUB XCCY: 1Y, 2Y, 3Y, 4Y, 5Y
  - d. Libor:

- i. Fixing Libor1M, Libor3M, Libor6M
  - ii. FRA Libor3M: 3M×6M, 6M×9M
  - iii. IRS Libor3M: 1Y, 2Y, 3Y, 4Y, 5Y
- e. Euribor:
  - i. Fixing Euribor1M, Euribor3M, Euribor6M
  - ii. FRA Euribor3M: 3M×6M, 6M×9M
  - iii. IRS Euribor3M: 1Y, 2Y, 3Y, 4Y, 5Y

- 3. Поверхность волатильности:
  - a. ATM Straddl: 1W, ..., 2Y
  - b. Risk Reversal: 1W, ..., 2Y
  - c. Butterfly: 1W, ..., 2Y

В Приложении к Методике приведены коды Bloomberg, используемые для выгрузки котировок по указанным инструментам.

#### 4.2. Модель

Модель представляет собой совокупность параметров и алгоритмов оценки расчетной стоимости производных финансовых инструментов. В качестве пространства параметров Методикой устанавливается нижеследующий набор факторов:

- 1. Валютные курсы
  - a. USDRUB
  - b. EURRUB
- 2. Долларовые кривые
  - c. Дисконтная кривая
  - d. Спот - кривая процентных ставок Libor
- 3. Кривые для евро
  - e. Дисконтная кривая
  - f. Спот – кривая процентных ставок Euribor
- 4. Рублевые кривые
  - g. Дисконтная кривая
  - h. Овернайт кривая
  - i. Кривая процентных ставок Mosprime
- 5. Кривые временной структуры волатильности
  - j. Кривая ATM Straddle
  - k. Кривая Risk Reversal
  - l. Кривая Butterfly

#### 4.3. Калибровка модели

Общий подход калибровки модели заключается в определении таких значений риск – факторов, при которых расчетные стоимости инструментов, по которым калибруется модель, соответствовали рыночным ценам.

#### 4.4. Валютные кривые

За спот – кривые по иностранным валютам принимаются кривые, оценивающие как нулевую дисконтированную стоимость всех инструментов набора FRA3M×6M, FRA6M×9M, IRS1Y, IRS2Y, IRS3Y, IRS4Y, IRS5Y. Дисконтные кривые по иностранным валютам строятся из соответствующих спот – кривых. Форвардные кривые строятся в качестве кривых вменённых ставок по соответствующим дисконтным кривым.

#### 4.5. Рублевые кривые

### 4.5.1. Дисконтная кривая

За рублёвую дисконтную кривую принимается кривая, оценивающая как нулевую дисконтированную стоимость всех денежных потоков каждого инструмента набора, состоящего из валютных свопов со срочностями до года с базовым активом USDRUB и валютно – процентных свопов (Libor3M vs Fix) со срочностями от года до пяти лет, при условии использования спот – кривой процентных ставок Libor, построенной согласно статье 5.4 Методики, для дисконтирования долларовых денежных потоков и расчёта соответствующих форвардных ставок.

### 4.5.2. OIS кривая

За OIS кривую принимается кривая, оценивающая как нулевую дисконтированную стоимость всех денежных потоков каждого инструмента набора, состоящего из индексных свопов OIS с базовым активом RUONIA.

### 4.5.3. Mosprime кривая

Mosprime кривая строится аналогично валютным кривым по набору с базовым активом Mosprime3M.

## 4.6. Кривые волатильности

В качестве кривых волатильности рассматриваются три кривые ATM Straddle, Risk Reversal, Butterfly, построенные с помощью котировок по соответствующим инструментам.

## 4.7. Расчет спредов

Данный расчёт заключается в формулировании уже построенной и согласованной рублевой части модели процентных ставок в терминах базовых кривых и спредов. Целью такого разложения является выделение общих и специфичных риск – факторов для рассматриваемых инструментов.

Расчет спредов основан на поиске справедливых, в рамках построенной модели, вменённых котировок соответствующих инструментов, представляющих собой процентные или валютно – процентные свопы, предполагающие обмен двумя плавающими ставками. Спредом считается добавленная к одной из плавающих ставок величина, такая, что стоимость свопа равна нулю.

В качестве базовой кривой принимается кривая OIS. Рассматриваются следующие спреды:

1. OIS + spread vs. Mosprime 3m (Rate Basis Spread)
2. OIS + spread vs. 3m \$ Libor (Cross Currency Basis Spread)

## 5. Расчет риск-параметров

### 5.1. Статические риск – параметры

Статические риск-параметры устанавливаются Клиринговым центром. При обозначениях ниже индекс  $i$  обозначает риск-факторные кривые:

$i = \text{OIS, RateBasis, XCCYBasis, Libor, EURIBOR, ATM Straddle, Risk Reversal, Butterfly,}$

а индекс  $c$  – главные компоненты движения соответствующих кривых:

$c = \text{shift, twist, butterfly.}$

Риск-параметр	Обозначение
---------------	-------------

Множитель волатильности $i$ – ой риск – факторной кривой	$f_i$
Параметры сценариев по компонентам $Shift_i$	$Shift_i^j$
Параметры сценариев по компонентам $Twist_i$	$Twist_i^j$
Параметры сценариев по компонентам $Butterfly_i$	$Butterfly_i^j$
Волатильность ошибки shift – twist – butterfly	$\sigma_i^{ErrorSTB}$
Волатильность ошибки модели	$\sigma_i^{ErrorModel}$
Коэффициент ликвидности валютного курса $FX_j$	$L_{FX_j}$
Коэффициент ликвидности компоненты риск – факторной кривой	$L_{i,c}$
Горизонт оценки валютного риска для $FX_j$	$Time_{FX_j}$
Горизонт оценки риска волатильности	$Time_{FXVL}$
Горизонт оценки процентного риска	$Time_{IR}$
Коэффициент кредитного качества Участника	$CreditQuality$
Коэффициент, который связывает ставку валютного риска и дисконт	$FXRiskToDiscount$
Коэффициент, определяющий соотношение размера ширины Ценового коридора и размера гарантийного обеспечения	$k$
Ставки валютного риска	$FX_jRate$

## 5.2. Ставки валютного риска

Ставки  $FX_jRate$  определяются, исходя из значений соответствующих ставок обеспечения на Валютном рынке ПАО Московская Биржа, рассчитываемых согласно Методике определения риск – параметров валютного рынка и рынка драгоценных металлов.

## 5.3. Лимит колебаний стоимости Договора СПФИ

Стоимость Договора СПФИ удовлетворяет лимиту колебаний стоимости, если абсолютное значение расчетной стоимости такого Договора не превосходит произведения некоторого коэффициента и Гарантийного обеспечения, рассчитанного для такого Договора СПФИ:

$$|NPV| \leq k \cdot IM$$

где риск – параметр  $k$ , задающийся экспертно.

## 6. Приложение

### 6.2. Расчет приведенной цены Договора СПФИ

Под приведенной ценой инструмента понимается цена Договора СПФИ, заключенного на условиях той же Спецификации и с тем же набором параметров, за исключением Дополнительного платежа по Договору СПФИ и Спредов, которые полагаются равными нулю, и с тем же NPV.

В свою очередь, для рассматриваемого набора инструментов (определяемых Спецификациями), под ценой Договора СПФИ понимается такая Фиксированная ставка, что NPV Договора совпадает с указанной величиной.

### 6.3. Принципы расчета кредитной компоненты Гарантийного обеспечения

В настоящем пункте Методики приводятся пояснения по определению кредитной компоненты Гарантийного обеспечения  $IM[Credit]$ . Данная компонента, определяется риск – параметром  $CreditQuality$ , персональным для каждого Участника клиринга. Данный показатель определяется Клиринговым центром следующим образом:

$$CreditQuality = \max\left(\sigma \ln \frac{\pi \sigma pd}{\phi}, 0\right)$$

где параметр  $\pi$ ,  $\sigma$ ,  $pd$ ,  $\phi$  интерпретируются следующим образом:

$\pi$  – вероятность превышения убытков Клирингового центра при процедуре урегулирования неисполнения обязательств над величиной  $IM[MarketRisk] + IM[LiquidityRisk]$  (т.е.  $1 - \pi =$  доверительная вероятность определения рыночной компоненты Гарантийного обеспечения).

$\sigma$  – оценка сверх ожидаемой величины относительного превышения убытка КЦ над Гарантийным обеспечением  $IM[MarketRisk] + IM[LiquidityRisk]$ .

$\phi$  – экспертный риск-параметр, ограничивающий величину ожидаемого убытка Клирингового центра по Портфелю каждого Участника клиринга относительно размера его Гарантийного обеспечения.

$pd$  – показатель кредитного качества Участника клиринга, интерпретируемый как вероятность дефолта Участника клиринга (неисполнения Участником клиринга обязательств перед Клиринговым центром).

Ниже приведен вывод указанного выше выражения для  $CreditQuality$ .

Пусть  $CCPLoss_m$  – случайная величина, равная убыткам Клирингового центра по Портфелю  $m$ -го Участника клиринга. Данную величину можно представить в виде:

$$CCPLoss_m = d_m(Loss_m - IM)^+$$

где

$Loss_m$  – убыток  $m$ -го Участника клиринга ( $Loss_m > 0$  – убыток,  $Loss_m < 0$  – прибыль),  
 $IM$  – Гарантийное обеспечение Портфеля Участника клиринга ( $IM > 0$ )

$d_m = \begin{cases} 1, & \text{при дефолте } m\text{-го Участника} \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases}$  – индикаторы дефолтов участников

$(\cdot)^+ = \max(\cdot, 0)$ .

Представим:

$$IM = IM_0(1 + k_m)$$

где  $IM_0$  – часть Гарантийного обеспечения, определяемая без учета кредитного качества Участника клиринга ( $IM_0 = IM[MarketRisk] + IM[LiquidityRisk]$ ),  $k_m$  – «надбавка» за кредитное качество Участника клиринга ( $k_m = CreditQuality$ ).

Нормируя случайную величину  $Loss_m$ , получаем :

$$CCPLoss_m = IM_0 d_m (\delta - (1 + k_m))^+, \quad \delta = \frac{Loss_m}{IM_0}$$

Отметим, что на  $CCPLoss_m$  влияет только поведение  $\delta$  при ее экстремальных значениях:  $\delta > 1 \Leftrightarrow Loss_m > IM_0$ , так как иначе  $CCPLoss_m = 0$ . Согласно теории экстремальных значений (extreme value theory) распределение «хвоста»  $\delta$  можно аппроксимировать обобщенным распределением Парето (generalized Pareto distribution). Учитывая это и проведя соответствующие вычисления, можно показать, что математическое ожидание  $CCPLoss_m$  оценивается сверху следующей величиной:

$$E(CCPLoss_m) \leq IM_0 \pi p d_m \frac{\sigma}{(1 - \xi) \left(1 + \frac{\xi}{\sigma} k_m\right)^{\frac{1}{\xi} - 1}}$$

где

$\pi = P(Loss_m > IM_0)$  – вероятность превышения убытков Участника  $Loss_m$  над Гарантийным обеспечением,

$p d_m = E(d_m | Loss_m > IM_0)$  – вероятность дефолта Участника  $t$  при условии:  $Loss_m > IM_0$ .

$\sigma$  и  $\xi$  – параметры обобщенного Парето-распределения, которое аппроксимирует «хвост» распределения  $\delta$ :

$\xi$  – степень убывания «хвоста» распределения  $\delta$ ,

$\sigma$  – масштабный параметр, такой что, с точностью до аппроксимации, ожидаемая величина относительного превышения убытков Участника клиринга над Гарантийным обеспечением равна:

$$\frac{\sigma}{1 - \xi} = E(\delta - 1 | \delta > 1) = E\left(\frac{Loss_m - IM_0}{IM_0} | Loss_m > IM_0\right),$$

При  $k_m = 0$  получаем:

$$E(CCPLoss_m) \leq \pi p d_m \frac{\sigma}{1 - \xi}$$

Далее для простоты положим  $\xi = 0$  (быстрое убывание «хвоста» распределения  $\delta$ ). Тогда окончательно получим:

$$E(CCPLoss_m) \leq IM_0 \pi p d_m \sigma \exp\left(-\frac{k_m}{\sigma}\right)$$

Таким образом, «надбавка»  $k_m$  приводит к уменьшению ожидаемого убытка Клирингового центра в  $\exp\left(-\frac{k_m}{\sigma}\right)$  раз.

С другой стороны, Клиринговый центр получает прибыль в виде комиссионного вознаграждения от позиций  $t$  – ого Участника клиринга в размере, пропорциональном объему

заключаемых Договоров СПФИ и, соответственно, в грубом приближении, пропорциональным  $IM_0$ :  $CCPProfit_m \sim IM_0$ . Безубыточность деятельности Клирингового центра равносильна условию:

$$E(CCPLoss_m) \leq CCPProfit_m.$$

Поэтому естественно величину ожидаемого убытка ограничить следующей величиной:

$$E(CCPLoss_m) \leq \varphi IM_0$$

где  $\varphi$  —экспертный коэффициент, который, исходя из безубыточности деятельности Клирингового центра, должен быть ниже доли комиссионного вознаграждения от размера Гарантийного обеспечения.

Отсюда находим необходимое условие выполнимости последнего условия:

$$k_m \geq \sigma \ln \frac{\pi p d_m \sigma}{\varphi}.$$

Показатель  $\sigma$ , как и распределение «хвоста»  $\delta$ , вообще говоря, зависит от структуры Портфеля участника, однако в силу линейности инструментов относительно риск-факторов, ограничивается сверху некоторой константой, зависящей от соответствующих показателей для распределения «хвостов» риск-факторов. Поэтому показатель  $\sigma$  может быть установлен для всех Портфелей Участников клиринга одинаковым.

