БАНКОВСКОЕ ДЕЛО

Е. А. Бубенко

аспирантка кафедры экономической кибернетики Санкт-Петербургского государственного университета

Д. Н. Колесов

канд. экон. наук, зав. кафедрой экономической кибернетики Санкт-Петербургского государственного университета

Н. В. Хованов

докт. физ.-мат. наук, профессор кафедры экономической кибернетики Санкт-Петербургского государственного университета

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОПТИМИЗИРОВАННОЙ БИВАЛЮТНОЙ КОРЗИНЫ ЦЕНТРОБАНКА РОССИИ ДЛЯ ХЕДЖИРОВАНИЯ ВАЛЮТНЫХ РИСКОВ[1]

Введение

Одним из важнейших факторов устойчивого развития финансовой системы страны является умелое управление «покупательной силой» (purchasing power) национальной валюты на внутренних и внешних рынках. Управление же этой покупательной способностью, обычно отождествляемой еще со времен А. Смита с «меновой ценностью» (exchange-value, value in exchange), предполагает возможность ее достаточно точного и надежного измерения, для осуществления которого необходимо, в свою очередь, установить некоторую «денежную счетную единицу» (monetary unit of account), имеющую достаточно стабильную меновую ценность. В качестве таких базовых единиц меновой ценности обычно используются национальные валюты стран, доминирующих на мировых рынках и (или) корзины (baskets) этих валют.

Однако в связи с тем, что покупательная способность существующих национальных валют и их корзин не обладает стабильностью, необходимой для надежного хеджирования валютного риска (currencyrisk), предлагается построение простейших бивалютных корзин (bi-currencybaskets), способных выполнять функции стабильных денежных единиц (stable monetary units).

В первом разделе статьи описываются мультипликативные монетарные индексы меновой ценности простых и агрегированных валют (индексы Джевонса), основанные на так называемой расширенной модели простого обмена.

Во втором разделе статьи рассматривается концепция бивалютных корзин минимальной волатильности как частного случая конструирования стабильных агрегированных валют, определяемых корзинами национальных валют, взятых

[1] Работа поддержана Российским фондом фундаментальных исследований (РФФИ). Проект 14-06-00347.

в пропорции, минимизирующей изменчивость (волатильность) этих валют, оцениваемую некоторой мерой разброса соответствующего индекса меновой ценности.

В третьем разделе статьи приводится общая схема хеджирования валютных рисков контрактов с помощью мультивалютной оговорки. Приводится практический пример хеджирования валютных рисков с использованием разработанного метода построения бивалютной корзины минимальной волатильности, состоящей из двух национальных валют — евро (*EUR*) и доллара США (*USD*), определяющих состав бивалютной корзины Центрального банка Российской Федерации (ЦБ РФ).

В заключении кратко обсуждаются полученные результаты и возможности применения представленного метода хеджирования валютных рисков контрактов.

1. Расширенная модель простого обмена и монетарные индексы меновой ценности

Рассмотрим валютный рынок, на котором осуществляется обмен национальных валют из некоторого множества $G = \{g_1, ..., g_n\}$. Объем валюты g_i, определяемый единицей измерения u_i из соответствующего множества $U = \{u_1, ..., u_n\}$, задается некоторым действительным числом $q_i \geqslant 0$. Обмен валют описывается *матрицей обмена* $C(t) = (c(i, j; t))$, $i, j = 1, ..., n$, в которой на пересечении i-й строки и j-го столбца стоит *коэффициент обмена* $c(i, j; t) > 0$, указывающий, сколько единиц u_j валюты g_j обменивается на единицу u_i валюты g_i в момент времени t. Иными словами, коэффициент обмена $c(i, j)$ представляет собой курс валюты g_i по отношению к валюте g_j. Дополнительно предполагается, что *матрица обмена является транзитивной*, т. е. для любых трех валют g_i, g_j, g_k, $i, j, k \in \{1, ..., n\}$, выполняется соотношение $c(i, k; t) \cdot c(k, j; t) = c(i, j; t)$.

Представленная модель обмена *простых* национальных валют может быть расширена путем рассмотрения *агрегированных* (составных, сложных) экономических валют, каждая из которых задается корзиной (basket) $B_{\overline{q}} = \{q_1u_1, ..., q_nu_n\}$ простых валют $g_1, ..., g_n$, взятых в объемах $q_1, ..., q_n$ соответственно, $q_i \geqslant 0$, $q_1 + ... + q_n > 0$. Таким образом, составную валюту $\overline{g}$ можно отождествить с вектором $\overline{q} = (q_1, ..., q_n)$, описывающим соответствующую корзину $B_{\overline{q}}$ простых валют.

Любой вектор $\overline{q} = (q_1, ..., q_n)$, задающий агрегированную валюту $\overline{g}$, может быть представлен в виде произведения $\overline{q} = q \cdot \overline{v}$ положительной скалярной величины $q = q_1 + ... + q_n$ на нормированный вектор $\overline{v} = (v_1, ..., v_n)$, $v_i = q_i/(q_1 + ... + q_n)$, $v_i \geqslant 0$, $v_1 + ... + v_n = 1$, который может служить «естественной» единицей $u_{\overline{v}}$ измерения объема (количества) агрегированной валюты $\overline{q} = (q_1, ..., q_n)$. При таком выборе единицы измерения $u_{\overline{v}}$ объем составной валюты $\overline{q} = (q_1, ..., q_n)$ измеряется величиной $q = q_1 + ... + q_n$.

Коэффициент обмена *нормированной агрегированной валюты* $\overline{v} = (v_1, ..., v_n)$ и простой валюты g_k из множества G можно определить формулой

$$c(\overline{v}, k; t) = v_1c(1, k; t) + ... + v_nc(n, k; t).$$

Коэффициент обмена $c(k, \overline{v}; t)$ определяется формулой $c(k, \overline{v}; t) = 1/c(\overline{v}, k; t)$. Тогда коэффициент обмена $c(\overline{v}, \overline{v}'; t)$ двух нормированных агрегированных валют $\overline{v}$, $\overline{v}'$ может быть вычислен по формуле

$$c(\overline{v}, \overline{v}'; t) = c(\overline{v}, k; t)c(k, \overline{v}'; t) = c(\overline{v}, k; t)/c(\overline{v}', k; t).$$

Ясно, что любое конечное множество коэффициентов обмена $c(\overline{v}^{(i)}, \overline{v}^{(j)}; t)$, $i, j = 1, ..., N$, нормированных агрегированных валют образует транзитивную матрицу обмена, т. е. для любых трех нормированных агрегированных валют $\overline{v}^{(i)}$, $\overline{v}^{(j)}$, $\overline{v}^{(i)}$, $\overline{v}^{(k)}$, $i, j, k \in \{1, ..., N\}$, выполняется соотношение

$$c(\overline{v}^{(i)}, \overline{v}^{(k)}; t) \cdot c(\overline{v}^{(k)}, \overline{v}^{(j)}; t) = c(\overline{v}^{(i)}, \overline{v}^{(j)}; t).$$

Для любой простой валюты g_i предполагается существование некоторого индекса (*меры, показателя, индикатора*) $Ind(u_i)$ *меновой ценности* (*value in exchange*) единицы u_i валюты g_i, удовлетворяющего соотношению $q_i \cdot Ind(u_i) = q_j \cdot Ind(u_j)$ при наличии возможности обмена объема q_iu_i валюты g_i на объем q_ju_j валюты q_j. При феноменологическом подходе к анализу меновой ценности исследователь ориентируется на изучение *непосредственно наблюдаемых пропорций* $c(i, j) = c(i, j; t)$ обмена простых национальных валют (Хованов, 2005). Таким образом, *непосредственно ненаблюдаемый индекс* $Ind(u_i)$ *меновой ценности* должен быть согласован с наблюдаемой матрицей обмена требованием выполнения для всех пар g_i, g_j простых валют соотношения $c(i, j) = Ind(u_i)/Ind(u_j)$. Индекс $Ind(u_i)$ меновой ценности, который удовлетворяет данному соотношению, можно назвать *монетарным* (*денежным*) *индексом меновой ценности*, так как с его помощью можно для каждой простой валюты g_i указать ее «цену» $Ind(u_i)$ таким образом, что отношение цен $Ind(u_i)$, $Ind(u_j)$ равно коэффициенту обмена $c(i, j)$.

В качестве *простейшего монетарного индекса* меновой ценности простой валюты g_i можно взять любой коэффициент обмена, стоящий в i-й строке матрицы обмена: $I(i/k) = c(i, k)$, $k = 1, ..., n$. Обозначение $I(i/k)$ подчеркивает зависимость численного значения этого простейшего индекса ценности валюты от выбора *базовой валюты*, т. е. валюты g_k, в единицах u_k которой измеряется меновая ценность единицы u_i валюты g_i. Вектор значений

$$\overline{I}(i; t) = (I(i/1; t), ..., I(i/n; t)) \;\; (\overline{I}(\overline{v}; t) = (I(\overline{v}/1; t), ..., I(\overline{v}/n; t)))$$

простейшего монетарного индекса $I(i/k; t)$ ($\overline{I}(\overline{v}/k; t)$) можно рассматривать как *векторную* (*многокритериальную*) *оценку меновой ценности простой* (*агрегированной*) *валюты* g_i ($g_{\overline{v}}$).

Однако использование многокритериальной оценки $\overline{I}(i; t)$ ($\overline{I}(\overline{v}; t)$) для анализа динамики меновой ценности валюты g_i ($g_{\overline{v}}$) тем, что для разных моментов времени t_1, t_2 многокритериальные оценки $\overline{I}(i; t_1)$, $\overline{I}(i; t_2)$ ($\overline{I}(\overline{v}; t_1)$, $\overline{I}(\overline{v}; t_2)$) могут оказаться несравнимыми — найдутся такие простые валюты g_r, g_s из множества G, что $c(i, r; t_1) > c(i, r; t_2)$ ($c(\overline{v}, r; t_1) > c(\overline{v}, r; t_2)$), но $c(i, s; t_1) < c(i, s; t_2)$ ($c(\overline{v}, s; t_1) < c(\overline{v}, s; t_2)$). Другими словами, может оказаться, что меновая ценность простой (агрегированной) валюты g_i ($g_{\overline{v}}$) по отношению к меновой ценности простой валюты g_r уменьшилась за промежуток времени $[t_1, t_2]$, а по отношению к меновой ценности простой валюты g_s — увеличилась.

Для преодоления указанной несравнимости разновременных многокритериальных оценок меновой ценности простой (агрегированной) валюты g_i ($g_{\overline{v}}$) необходимо ввести сводный показатель (индекс) меновой ценности, который представляет собой некоторую скалярную функцию $I(i; t) = I(\overline{I}(i; t))$ ($I(\overline{v}; t) = I(\overline{I}(\overline{v}; t)))$ от вектора $\overline{I}(i; t)$ ($\overline{I}(\overline{v}; t)$), монотонную по каждой компоненте $I(i/k; t)$ ($I(\overline{v}/k; t)$) этого вектора. В качестве синтезирующей функции $I(\overline{I}(i; t))$ ($I(\overline{I}(\overline{v}; t))$), дающей *сводные показатели меновой ценности* простой (агрегированной) валюты g_i ($g_{\overline{v}}$), мы выберем среднее геометрическое $I_{\times}(i, t) = [I(i/1; t) \cdot ... \cdot I(i/n; t)]^{1/n}$ ($I_{\times}(\overline{v}, t) = [I(\overline{v}/1; t) \cdot ... \cdot I(\overline{v}/n; t)]^{1/n}$) величин $I(i/1; t), ..., I(i/n; t)$ ($I(\overline{v}/1; t), ..., I(\overline{v}/n; t)$). Данный *сводный мультипликативный монетарный индекс меновой ценности еди-*

ницы u_i ($u_{\overline{v}}$) ***простой*** (***агрегированной***) ***валюты*** g_i ($g_{\overline{v}}$) (индекс Джевонса) обладает рядом формальных и практических достоинств (см., напр., (Ершов, 2011; Колесников, Корников, Хованов, 2007; Brodsky, 1982)). Например, по изменению индекса Джевонса можно судить о том, во сколько раз изменилась меновая ценность единицы валюты g_i ($g_{\overline{v}}$) за период времени $[t_0, t]$, $t_0 < t$, просто по величине отношения $I_\times(i, t)/I_\times(i, t_0)$ ($I_\times(\overline{v}, t)/I_\times(\overline{v}, t_0)$), которое определяет ***показатель*** $I_\times(i, t/t_0) = I_\times(i, t)/I_\times(i, t_0)$ ($I_\times(\overline{v}, t/t_0) = I_\times(\overline{v}, t)/I_\times(\overline{v}, t_0)$) ***изменения сводного индекса меновой ценности*** $I_\times(i, t)$ ($I_\times(\overline{v}, t)$). При этом показатель $I_\times(\overline{v}, t/t_0)$ изменения мультипликативного монетарного индекса $I_\times(\overline{v}, t)$ меновой ценности агрегированной валюты $\overline{v}$ можно представить в аддитивной форме (в силу транзитивности матрицы обмена), в виде взвешенного среднего арифметического

$$I_\times(\overline{v}, t/t_0) = w_1 I_\times(1, t/t_0) + \ldots + w_n I_\times(n, t/t_0),\ w_1 + \ldots + w_n = 1,\ w_i \geqslant 0 \qquad (1)$$

показателей $I_\times(1, t/t_0), \ldots, I_\times(n, t/t_0)$ изменения мультипликативных монетарных индексов $I_\times(1, t), \ldots, I_\times(n, t)$ (Колесников, Корников, Хованов, 2007). Весовые коэффициенты $w_1, \ldots, w_n$ связаны с номинальными объемами $v_1, \ldots, v_n$ простых валют соотношениями

$$w_i = \frac{v_i c(i, k; t_0)}{v_1 c(1, k; t_0) + v_n c(n, k; t_0)};\ v_i = \frac{w_i c(i, k; t_0)}{w_1 c(1, k; t_0) + w_n c(n, k; t_0)}. \qquad (2)$$

Эти соотношения позволяют представить любую функцию от номинальных объемов $v_1, \ldots, v_n$ в виде функции от весовых коэффициентов $w_1, \ldots, w_n$, что будет использовано в следующем разделе статьи.

2. Бивалютные корзины минимальной волатильности

Наблюдаемая временна́я изменчивость коэффициентов обмена $c(i, j; t)$ ($c(\overline{v}, \overline{v}'; t)$) простых (агрегированных) валют обусловливает изменчивость меновой ценности этих валют, которая определяется индексами меновой ценности $I_\times(i, t)$ ($I_\times(\overline{v}, t)$), $t = 1, \ldots, T$. При этом наличие такой временно́й изменчивости ценности всех валют затрудняет выбор какого-либо простой (агрегированной) валюты g_k ($g_{\overline{v}}$) в качестве *эталона ценности* (*standard of value*), играющего роль *единицы измерения* (*unit of account*) ценности всех остальных валют.

В связи с тем, что *изменчивость* (*волатильность — volatility*) меновой ценности агрегированной валюты, как правило, меньше, чем любой из простых валют, входящих в корзину, определяющую эту агрегированную валюту, то можно попытаться построить такую агрегированную валюту $\overline{v} = (v_1, \ldots, v_n)$, которая обладает наименьшей волатильностью на заданном периоде времени $[1, T]$. В качестве меры волатильности можно использовать, например, среднеквадратичное отклонение от единицы (Mean Quadratic Deviation from Unit — $MQDU(\overline{v}; T/1)$) значений показателя $I_\times(\overline{v}, t/1) = I_\times(\overline{v}, t)/I_\times(\overline{v}, 1)$ изменения сводного индекса меновой ценности $I_\times(\overline{v}, t)$:

$$MQDU(\overline{v}; T/1) = \left[\sum_{t=1}^{T}\left(I_\times(\overline{v}; t/1) - 1\right)^2\right]^{\frac{1}{2}}. \qquad (3)$$

При этом представленное среднеквадратичное отклонение от единицы временного ряда значений $I_\times(\overline{v}, t/1)$ показателя изменчивости индекса меновой ценности агрегированной валюты $\overline{v}$ можно получить как функцию от статистических параметров временных рядов значений $I_\times(i, t/1)$, $i = 1, ..., n$, показателей изменчивости индексов меновой ценности простых валют:

$$MQDU(\bar{v};T/1) = S(\bar{w}) = \left[\sum_{i,j=1}^{n} w_i w_j \cdot cov(I_\times(i;t/1), I_\times(j;t/1))\right]^{\frac{1}{2}}, \tag{4}$$

где

$$cov(I_\times(i;t/1), I_\times(j;t/1)) = \frac{1}{T}\sum_{t=1}^{T}(I_\times(i;t/1)-1)(I_\times(j;t/1)-1),\ i,j = 1,...,n.$$

Теперь можно поставить и решить оптимизационную задачу следующего вида: найти вектор $\bar{w}^* = (\bar{w}_1^*, ..., \bar{w}_n^*)$, минимизирующий квадратичную форму $S^2(\bar{w})$ при линейных ограничениях $\bar{w}_1^* + ... + \bar{w}_n^* = 1$, $\bar{w}_i^* \geqslant 0$. По найденным оптимальным весовым коэффициентам $\bar{w}_1^*, ..., \bar{w}_n^*$ можно вычислить компоненты агрегированной валюты $\bar{v}^* = (\bar{v}_1^*, ..., \bar{v}_n^*)$, обладающей минимальным среднеквадратичным отклонением от единицы $MQDU(\bar{v}^*;\ T/1)$ показателя изменчивости мультипликативного монетарного индекса меновой ценности. Так как среднеквадратичное отклонение от единицы $MQDU(\bar{v};\ T/1)$ служит, как было сказано ранее, мерой волатильности (изменчивости) меновой ценности агрегированной валюты $\bar{v} = (v_1, ..., v_n)$ на промежутке времени $[1, T]$, то оптимальную агрегированную валюту $\bar{v}^* = (\bar{v}_1^*, ..., \bar{v}_n^*)$, обладающую в этом смысле минимальной изменчивостью, можно назвать *стабильной агрегированной валютой* (*StableAggregated-Currency — SAC*) (Hovanov, Kolari, Sokolov, 2004; 2011).

Рассмотрим частный случай, когда множество валют G состоит из двух национальных валют g_1, g_2 и в момент времени t матрица обмена имеет недиагональные элементы $c(1, 2; t) > 0$, $c(2, 1; t) = 1/c(1, 2; t)$. Тогда простейшие монетарные индексы меновой ценности национальных валют g_1, g_2 имеют вид $I(1/2; t) = c(1, 2; t)$, $I(2/1; t) = c(2, 1; t) = 1/c(1, 2; t$; мультипликативные монетарные индексы — вид $I_\times(1;t) = \sqrt{c(1,2;t)}$, $I_\times(2;t) = \sqrt{c(2,1;t)} = 1/\sqrt{c(1,2;t)}$; показатели волатильности мультипликативных монетарных индексов меновой ценности национальных валют определяются формулами $I_\times(1;t/1) = \sqrt{c(1,2;t)/c(1,2;1)}$, $I_\times(2;t/1) = \sqrt{c(1,2;1)/c(1,2;t)}$.

Используя аддитивное представление (1) индекса $I_\times(\bar{v}, t/1)$ мультипликативного монетарного показателя меновой ценности агрегированной валюты $\bar{v}$, получаем, для случая бивалютной корзины, формулу

$$I_\times(\bar{v}, t/1) = w \cdot I_\times(1, t/1) + (1 - w)I_\times(2, t/1), \tag{5}$$

где $w = w_1$, $1 - w = w_2$. Отсюда, используя формулу (4), получаем явное выражение

$$\begin{aligned} S^2(w) &= w^2[MQDU^2(1) + MQDU^2(2) - 2cov(1, 2)] - \\ &- 2w[MQDU^2(2) - cov(1, 2)] + MQDU^2(2) \end{aligned} \tag{6}$$

для квадратичного отклонения от единицы $S^2(w) = S^2(w_1, w_2) = MQDU^2(v_1, v_2)$ временного ряда значений $I_\times(\bar{v}, t/1)$ показателя изменчивости индекса меновой ценностибивалютной корзины $\bar{v} = (v_1, v_2)$. Минимизируя квадратичную форму $S^2(w)$ при условии $0 \leqslant w \leqslant 1$, получаем оптимальное значение w^* весового коэффициента w:

$$w^* = \frac{MQDU^2(2) - cov(1, 2)}{MQDU^2(1) + MQDU^2(2) - 2cov(1, 2)}. \tag{7}$$

Найденный таким образом оптимальный вектор весовых коэффициентов $\overline{w}^* = (w_1^*, w_2^*)$ позволяет найти соответствующие оптимальные номинальные объемы национальных валют в бивалютной корзине:

$$v_1^* = \frac{w_1^*}{w_1^* + w_2^* c(1, 2; 1)}; \quad v_2^* = \frac{w_2^* c(1, 2; 1)}{w_1^* + w_2^* c(1, 2; 1)}.$$

Поскольку минимальное выборочное квадратичное отклонение от единицы $S^2(w_1^*, w_2^*) = MSQU^2(v_1^*, v_2^*)$ временного ряда $I_\times(\overline{v}^*, t/1)$ индекса изменчивости показателя меновой ценности бивалютной корзины $\overline{v}^* = (v_1^*, v_2^*)$ соответствует минимальной волатильности национальных валют g_1, g_2, постольку эту агрегированную валюту можно назвать бивалютной корзиной минимальной волатильности. Построенная таким образом бивалютная корзина $\overline{v}^* = (v_1^*, v_2^*)$ (*SBB — Stable-Bi-currency Basket*) является естественным претендентом на роль *эталона ценности*, используемого в качестве *единицы измерения* ценности всех остальных валют.

Приведем пример построения такой бивалютной корзины минимальной волатильности $SBB = \overline{v}^* = (v_1^*, v_2^*)$, состоящей из евро (*EUR*) и доллара США (*USD*) (Ненашев, Сергеева, Хованов, 2009; Хованов, 2004). Оптимальные номинальные объемы в бивалютной корзине *SBB* ($v_1^* = v^*(EUR) = 0{,}424$, $v_2^* = v^*(USD) = 0{,}576$) определены по статистическим данным ежедневных значений коэффициентов обмена $c(EUR, USD; t)$ за двухлетний «обучающий» период (LearningPeriod) $t = 1, ..., T$, $t = 1 = 01.01.2010$, $T = 730 = 31.12.2011$ (все данные об этих коэффициентах обмена взяты с сайта www.fxtop.com). Состав корзины построенной *SBB* слегка отличен от состава бивалютной корзины (*bi-currency-basket*) Центрального банка РФ (*CBB — Central Bank Basket*), введенной с 1 февраля 2005 г. в качестве «*якоря*» (*anchor*) для осуществления политики «управляемого плавающего валютного курса», допускающей определенные колебания рублевых цен этого «якоря». Номинальные объемы доллара США и евро, определяющих бивалютную корзину, задаются ЦБ РФ и являются фиксированными для определенного временнóго промежутка. Значения номинальных объемов v_1, v_2 для разных периодов времени приведены в табл. 1 (источник — сайт Центрального банка РФ).

Таблица 1

Значения номинальных объемов компонент бивалютной корзины ЦБ РФ

№	Период	$v_1 = v(EUR)$	$v_2 = v(USD)$
1	01.02.2005 — 14.03.2005	0,10	0,90
2	15.03.2005 — 15.05.2005	0,20	0,80
3	16.05.2005 — 31.07.2005	0,30	0,70
4	01.08.2005 — 30.11.2005	0,35	0,65
5	01.12.2005 — 07.02.2007	0,40	0,60
6	08.02.2007 — ...	0,45	0,55

В табл. 2 представлены данные о статистических характеристиках значений показателей $I_\times(XYZ; t/1)$, $t = 1, ..., T = 1, ..., 730$, изменения индексов меновой ценности валют $XYZ = EUR, USD, RUR', CBB, SBB, RUR' = 10RUR$: *Mean* — среднее значений показателя $I_\times(XYZ; t/1)$; *Min* — минимальное значение; *Max* — максимальное значение; *Range* = *Max* – *Min* — размах; *StDevM* (*Standard Deviation from Mean*) — стандартное отклонение от среднего; *CVar* = *StDevM*/*Mean* (*Coefficien tof Variation*) — коэффициент вариации; *MQDU* (*Mean Quadratic Deviation from Unit*) — среднеквадратичное отклонение от единицы.

Таблица 2

Статистические характеристики волатильности значений индексов $I_{\times}(XYZ; t/1)$ изменения меновой ценности валют $XYZ = EUR, USD, CBB, SBB$, за «обучающий» период 01.01.2010 — 31.12.2011

Statistics	$I_{\times}(XYZ; t/1)$	$I_{\times}(EUR; t/1)$	$I_{\times}(CBB; t/1)$	$I_{\times}(SBB; t/1)$
Mean	1,0303	0,9711	0,9983	0,9999
Min	0,9839	0,9105	0,9966	0,9996
Max	1,0983	1,0164	1,0015	1,0017
Range	0,1145	0,1059	0,0048	0,0021
StDevM	0,0242	0,0226	0,0011	0,0004
CVar	0,0235	0,0232	0,0011	0,0004
MQDU	0,0388	0,0366	0,0021	0,0004

Из представленных в табл. 2 значений мер разброса видно, что небольшое различие в структуре бивалютных корзин *SBB* и *CBB* приводит к пятикратной (!) разнице между уровнями их изменчивости, определяемой среднеквадратичными отклонениями от единицы *MSDU* (рис. 1). При этом уровень изменчивости меновой ценности устойчивого агрегата *SBB* на данном промежутке времени во многие десятки раз (!) ниже уровня изменчивости национальных валют, что наглядно проиллюстрировано в табл. 3.

Таблица 3

Относительные значения мер волатильности значений индексов $I_{\times}(XYZ; t/1)$ изменения меновой ценности валют $XYZ = EUR, USD, CBB, SBB$, за «обучающий» период 01.01.2010 — 31.12.2011

Volatility	$I_{\times}(USD; t/1)$	$I_{\times}(EUR; t/1)$	$I_{\times}(CBB; t/1)$	$I_{\times}(SBB; t/1)$
Range	53,5	49,5	2,3	1,0
StDevM	66,4	61,8	3,1	1,0
CVar	64,4	63,7	3,1	1,0
MQDU	100,3	94,7	5,3	1,0

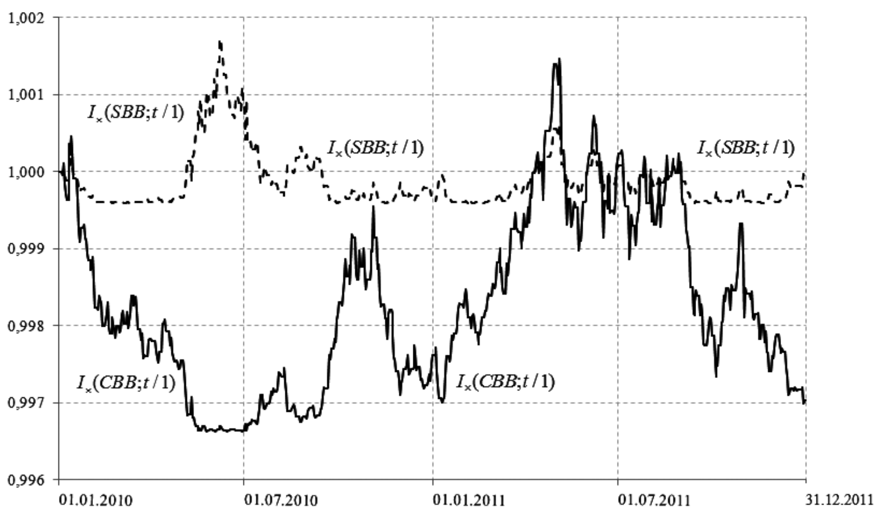

Рис. 1. Динамика изменения значений индексов $I_{\times}(XYZ; t/1)$ меновой ценности бивалютной корзины ЦБ РФ и бивалютной корзины минимальной волатильности $XYZ = CBB, SBB$ за «обучающий» период 01.01.2010 — 31.12.2011

Преимущество *SBB* сохраняется и на двухлетнем «тестовом» периоде (Testing Period — TP) (2012—2013 гг.): покупательная способность бивалютной корзины минимальной волатильности *SBB* почти в три раза устойчивее относительно бивалютной корзины ЦБ РФ *CBB* и в десятки раз — относительно меновой ценности евро (*EUR*) и американского доллара (*USD*), что наглядно продемонстрировано в табл. 4 и на рис. 2.

Таблица 4

Относительные значения мер волатильности значений индексов $I_{\times}(XYZ;\, t/1)$ изменения меновой ценности валют $XYZ = EUR, USD, CBB, SBB$, за «тестовый» период 01.01.2012 — 31.12.2013

Volatility	$I_{\times}(USD;\, t/1)$	$I_{\times}(EUR;\, t/1)$	$I_{\times}(CBB;\, t/1)$	$I_{\times}(SBB;\, t/1)$
Range	35,8	35,7	2,9	1,0
StDevM	31,9	32,0	2,7	1,0
CVar	32,1	31,9	2,7	1,0
MQDU	29,4	29,6	2,5	1,0

Рис. 2. Динамика изменения значений индексов $I_{\times}(XYZ;\, t/1)$ меновой ценности бивалютной корзины ЦБ РФ и бивалютной корзины минимальной волатильности $XYZ = CBB, SBB$ за «тестовый» период 01.01.2012 — 31.12.2013

Такая практическая неизменность меновой ценности построенной бивалютной корзины минимального риска позволяет использовать ее в качестве *счетных денежных единиц*, имеющих практически постоянную меновую ценность на протяжении достаточно продолжительного промежутка времени (Дмитриев, Сергеева, Хованов, 2011).

3. Хеджирование валютного риска

Проиллюстрируем потенциальную возможность использования бивалютных корзин минимальной волатильности для решения проблемы хеджирования *валютного риска* (*currency risk*), возникающего при исполнении денежных обязательств по контрактам субъектов экономической деятельности. Актуальность данной проблемы обусловлена тем, что оговариваемая при заключении контракта, порождающего денежные обязательства сторон, *валюта платежа* (*currency of payment*) может к моменту исполнения обязательств существенно изменить свою *ценность* (*value*), определяемую комплексом коэффициентов обмена с другими валютами, учитываемыми контрактантами (contractors).

Одним их наиболее простых способов хеджирования валютных рисков является выбор в качестве *валюты договора* (*value of a contract*) такой счетной единицы, которая меньше всего подвержена риску изменения своей ценности. Чаще всего в качестве таких счетных единиц используют валюты стран с устойчивой экономикой, «корзины» таких валют и (или) других экономических благ, финансово-экономические индексы и т. д. При этом, как правило, валютой платежа остается национальная валюта, играющая роль *законного платежного средства* (*legal tender*).

В рамках одного контракта, порождающего денежные обязательства, правила согласованного использования счетных единиц и единиц валюты платежа обычно регулируются международными и национальными законодательствами при помощи так называемых *валютных оговорок* (*currency clause*). В российском законодательстве возможность использования валютных оговорок регулируется ст. 317 «Валюта денежных обязательств» раздела III Гражданского кодекса Российской Федерации, которая гласит: «В денежном обязательстве может быть предусмотрено, что оно подлежит оплате в рублях в сумме, эквивалентной определенной сумме в иностранной валюте или в условных денежных единицах (экю, “специальных правах заимствования” и др.). В этом случае подлежащая уплате в рублях сумма определяется по официальному курсу соответствующей валюты или условных денежных единиц на день платежа, если иной курс или иная дата его определения не установлены законом или соглашением сторон». Данная валютная оговорка позволяет, в частности, определять подлежащую выплате сумму в российских рублях на основе рублевой стоимости оговоренной в контракте корзины валют на момент совершения платежа.

При всей простоте и законодательном обеспечении описанного способа хеджирования валютных рисков при помощи выбора более или менее стабильной счетной единицы он не имеет достаточно широкого распространения при заключении контрактов. По всей видимости, это связано с тем, что контрактантам нелегко найти такую счетную единицу, которая в достаточной мере сохраняла бы стабильность своей меновой ценности на достаточно длительных временны́х промежутках (Бубенко, Хованов, 2012; Бубенко, 2013). В качестве такой счетной единицы во многих случаях могут служить стабильные агрегированные валюты, в частности описанные выше бивалютные корзины минимальной волатильности.

Пусть в момент времени $t = 1$, соответствующий дате 01.01.2012, заключается контракт, по которому у контрактанта-плательщика возникают рублевые денежные обязательства. В момент времени $t = T = 730$, соответствующий дате 31.12.2013, он должен исполнить свои обязательства по контракту. В качестве валюты договора в контракте оговаривается использование представленной ранее в данной статье бивалютной корзины минимальной волатильности $\overline{v}^* = (v_1^*, v_2^*)$ $SBB = \{0{,}424EUR,\ 0{,}576USD\}$, построенной по «обучающему» двухлетнему периоду (2010—2011 гг.). Для удобства вычислений объем валюты платежа, которой являются российские рубли, измеряется в единицах $RUR' = 10RUR$ (в десятках рублей).

В предположении практической неизменности меновой ценности бивалютной корзины $\overline{v}^* = (v_1^*, v_2^*)$ схема хеджирования валютного риска, связанного с колебанием курса российского рубля относительно валют EUR, USD, можно представить в виде следующей последовательности шагов. В день заключения контракта $t = 1$ (01.01.2012) фиксируется величина $c(RUR', SBB; 1) = 0{,}275506$, определяющая объем (измеряемый в единицах $u_{\overline{v}^*} = \overline{v}^*$) бивалютной корзины минимальной волатильности *SBB*, меновая ценность которой в этот день эквивалентна меновой ценности десяти рублей (*RUR′*).

В контракте фиксируется, что контрактант-плательщик должен в день исполнения контракта $t = T = 730$ (31.12.2013) заплатить следующую денежную сумму:

$$c(RUR', SBB; 1)\cdot c(SBB, RUR'; 730) = c(RUR', SBB; 1)/c(RUR'; SBB; 730) \approx \\ \approx 1{,}050848 RUR'.$$

Это означает, что в случае, если оговоренный номинальный объем контракта составлял $x(1)RUR'$, то номинальный объем денежных обязательств в момент исполнения контракта составляет $x(730)RUR'$, где

$$x(730)RUR' = x(1)\cdot c(RUR', SBB; 1)\cdot c(SBB, RUR'; 730) \approx x(1)\cdot 1{,}050848 RUR'.$$

Например, если объем денежных обязательств по контракту составляет 1 000 000*RUR*, то при завершении этого контракта контрактант-плательщик обязан перечислить контрагенту-получателю 1 050 848*RUR*. То есть в этом случае для получателя происходит хеджирование риска падения курса российского рубля относительно евродолларовой корзины.

Представленный алгоритм хеджирования валютного риска контракта можно представить в более общем виде при помощи *хеджирующей функции* (*hedge-function*, *H-function*) $H(XYZ; t)$, определяемой формулой

$$H(XYZ; t) = c(XYZ, SBB; 1)\cdot c(SBB, XYZ; t) = \frac{c(XYZ, SBB; 1)}{c(XYZ, SBB; t)}, \tag{7}$$

где аргумент пробегает дискретные значения $t = 1, ..., T$ (Бубенко, Хованов, 2012). В предположении практически постоянной (на любом отрезке времени $[1, t]$, $t \in [1, T]$) меновой ценности бивалютной корзины минимальной волатильности *SBB* хеджирующая функция $H(XYZ; t)$ показывает, что меновая ценность единицы *XYZ* хеджируемой валюты в момент времени $t = 1$ эквивалентна меновой ценности объема $H(XYZ; t)XYZ$ этой валюты в момент времени $t \in [1, T]$.

График хеджирующей функции $H(RUR; t) = c(RUR', SBB; 1)\cdot c(SBB, RUR'; t)$ для «тестового» периода 01.01.2012 — 31.12.2013 приведен на рис. 3.

Рис. 3. График функции $H(RUR'; t) = c(RUR', SBB; 1)\cdot c(SBB, RUR'; t)$, хеджирующей валютные риски изменения курса рубля (*RUR*) бивалютной корзиной минимальной волатильности (*SBB*)

Ниже, в табл. 5, приведены значения функции $H(RUR'; t)$, хеджирующей риски изменения меновой ценности российского рубля относительно бивалютной корзины минимальной волатильности (SBB) для некоторых моментов времени $t \in [1, 730]$.

Таблица 5

Значения хеджирующей функции $H(RUR'; t)$ для «тестового» периода [1, 730] (01.01.2012 — 31.12.2013)

t	*Date*	$c(RUR', SBB; t)$	$H(RUR'; t)$
1	01.01.2012	0,275506	1,000000
182	30.06.2012	0,274247	1,004593
366	31.12.2012	0,288177	0,956032
547	30.06.2013	0,270061	1,020162
730	31.12.2013	0,262175	1,050848

По данным из табл. 5 видно, что в случае, когда контракт заключается только на 1 год (момент исполнения контракта $t = T = 730$ (31.12.2012), контрактант-плательщик должен заплатить сумму ниже номинального объема контракта (956 032 *RUR*).

Рассмотрим еще один пример хеджирования валютного риска в случае, когда валютой платежа по двухлетнему контракту (день заключения контракта 01.01.2012, день исполнения — 31.12.2013) является евро (*EUR*).

График хеджирующей функции $H(EUR; t) = c(EUR, SBB; 1) \cdot c(SBB, EUR; t)$ для «тестового» периода 01.01.2012 — 31.12.2013 приведен на рис. 4.

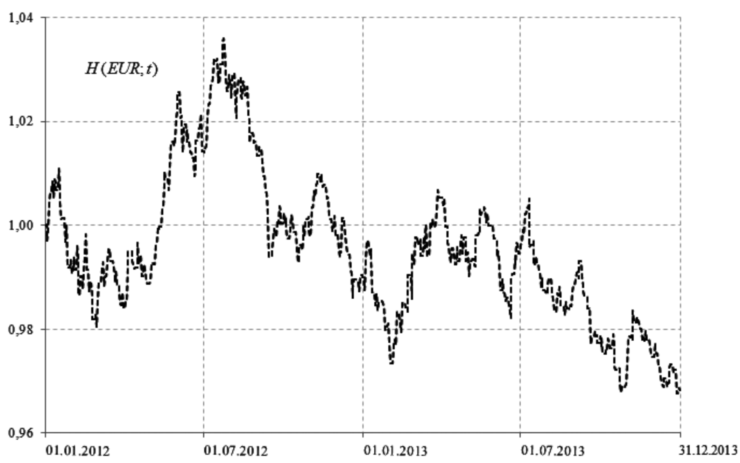

Рис. 4. График функции $H(EUR; t) = c(EUR, SBB; 1) \cdot c(SBB, EUR; t)$, хеджирующей валютные риски изменения курса рубля (*EUR*) бивалютной корзиной минимальной волатильности (*SBB*)

Тогда, если объем денежных обязательств по контракту составляет 100 000*EUR*, то при завершении этого контракта (31.12.2014) контрактант-плательщик обязан перечислить контрагенту-получателю

$$x(730)EUR = \frac{x(1) \cdot c(EUR, SBB; 1)}{c(EUR, SBB; 730)} \approx 96\,832{,}80EUR.$$

Иными словами, в этом случае для плательщика происходит хеджирование риска укрепления курса евро относительно рынка бивалютной корзины.

Заключение

Представленный в статье метод хеджировании валютных рисков контрактов лежит в русле общей тенденции современной экономической теории и практики, связанной с расширением использования счетных денежных единиц, индексированных относительно составных товарных и/или валютных корзин (Бубенко, 2013; Ijiri, 1995; Shiller, 1998).

Оптимально подобранная бивалютная корзина обладает во многие десятки раз меньшей волатильностью меновой ценности, чем входящие в ее состав национальные валюты (*EUR* и *USD*), а также в несколько раз меньшей относительно известной бивалютной корзины ЦБ РФ (как показано в разобранном примере хеджирования валютных рисков). Данное преимущество построенной бивалютной корзины минимальной волатильности дает основания для ее использования в качестве «якоря» (anchor) для счетных денежных единиц, в том числе как валюты договора при использовании мультивалютной оговорки для описанного хеджирования валютных рисков, возникающих при исполнении денежных обязательств по контрактам.

При этом представленные в работе хеджирующие функции, использующие в качестве стандартов меновой ценности валютные корзины минимальной волатильности, позволяют проводить постоянный мониторинг динамики меновой ценности валют платежа, что может использоваться и для создания более сложных финансовых инструментов хеджирования валютных рисков контрактов.

Источники

Бубенко Е. А. Построение индекса меновой ценности доллара США на основе стабильной агрегированной валюты // Управление экономическими системами. 2013. № 5. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://uecs.ru/instrumentalnii-metody-ekonomiki/item/2138-2013-05-14-06-12-12 (дата обращения: 11.06.2014).

Бубенко Е. А., Хованов Н. В. Использование экономических благ постоянной ценности для хеджирования меновых рисков // Управление экономическимисистемами. 2012. № 12. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://uecs.ru/instrumentalnii-metody-ekonomiki/item/1762-2012-12-08-06-17-34 (дата обращения: 11.06.2014).

Дмитриев А. Л., Сергеева О. Г., Хованов Н. В. Агрегированные счетные единицы и их применение // Финансы и бизнес. 2011. № 4. С. 134—148.

Ершов Э.Б. Ситуационная теория индексов цен и количеств. М., 2011.

Колесников Г. И., Корников В. В., Хованов Н. В. Мультипликативные монетарные индексы // Обозрение прикладной и промышленной математики. 2007. Т. 14. Вып. 6. С. 1049—1057.

Ненашев Д. А., Сергеева О. Г., Хованов Н. В. Бинарные валюты минимального риска // Труды 9-й международной научной школы «Моделирование и анализ безопасности и риска в сложных системах». Санкт-Петербург, 7—11 июля, 2009 г. СПб., 2009. С. 38—44.

Хованов Н. В. Бинарные агрегированные валюты минимального риска // Материалы международной конференции «Актуальные проблемы экономической науки и хозяйственной практики». Санкт-Петербург, 15—17 апреля 2004. СПб., 2004. С. 65—66.

Хованов Н. В. Феноменологическая теория стабильных метаденег // Финансы и бизнес. 2005. № 4. С. 18—21.

Brodsky D. Arithmetic Versus Geometric Effective Exchange Rates // Weltwirtschaftliches Archiv. 1982. Bd. 118. P. 546—562.

Hovanov N. V., Kolari J. W., Sokolov M. V. Computing Currency Invariant Indices with an Application to Minimum Variance Currency Baskets // Journal of Economic Dynamics and Control. 2004. Vol. 28. P. 1481—1504.

Hovanov N., Kolari J., Sokolov M. The Problem of Money as a Measuring Stick // XRDS: Crossroads. 2011. Vol. 17. N 3. P. 23—27.

Ijiri Y. Global Financial Reporting Using a Composite Currency: an Aggregation Theory Perspective // The International Journal of Accounting. 1995. Vol. 30. P. 95—106.

Shiller R. J. The Case for a Basket: A New Way of Showing the True Value of Money. London, 2009.