

УДК 336.743+303

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА КОМИТЕТОВ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВАЛЮТНОГО РЫНКА

Никонов О.И.,

д.ф.-м.н., профессор,
директор департамента БИММ,
УрФУ, г. Екатеринбург
E-mail: o.i.nikonov@ustu.ru

Чернавин Ф.П.,

аспирант кафедры анализа систем и принятия решений,
УрФУ, г. Екатеринбург
E-mail: Chernavin_fedor@mail.ru

Чернавин Н.П.,

аспирант кафедры финансовых рынков и банковского дела,
УрГЭУ, г. Екатеринбург
E-mail: Ch_k@mail.ru

Аннотация

В статье рассматривается прогнозирование курса евро к доллару на рынке FOREX на основе метода комитетов. Решается задача определения направления курса на 10-минутном интервале. Дается оценка точности комитетного решения на 10-минутном интервале. Проводится расчет доходов, полученных в случае применения метода комитетов для «игры» на бинарных опционах.

Ключевые слова: метод комитетов, прогнозирование, валютный рынок, бинарные опционы.

IMPLEMENTATION OF THE COMMITTEE MACHINE METHOD TO PROBLEMS OF FORECASTING ON THE FOREX

Nikonov O.I.,

doctor of physical and mathematical sciences, professor,
UrFU, (Yekaterinburg)
E-mail: o.i.nikonov@ustu.ru

Chernavin Ph.P.,

post-graduate,
UrFU, (Yekaterinburg)
E-mail: Chernavin_fedor@mail.ru

Chernavin N.P.,
post-graduate,
USUE, (Yekaterinburg)
E-mail: Ch_k@mail.ru

Abstract

In the article forecasting of EUR/USD exchange rate on FOREX by method of committees is studied. Objective of this work is to determine a direction of the course on 10 min. interval range. The accuracy of the committee's decision on 10 minutes interval is assessed. The calculation of income derived in the case of applying the method of committees for binary options is done.

Key words: method of committees, forecasting, FOREX, binary options.

Введение. Курс евро к доллару на рынке FOREX рассматривается как бинарная случайная величина, которая имеет два возможных исхода: рост или падение. В рамках данной работы предполагается, что курс валюты является отражением общего состояния экономики и перспектив ее развития, также нами предполагается, что фондовые индексы тоже являются отражением состояния экономики. Нами предполагается, что существует взаимозависимость между изменением курса валюты и уровней фондовых индексов.

Целью работы является показать применимость метода комитетов при прогнозировании движения курса евро к доллару на рынке FOREX на 10-минутном интервале, исходя из изменений уровней фондовых индексов и курса евро относительно средних значений за 30 минут.

Понятие комитета впервые появилось в работах по распознаванию образов: в совместной статье Эйблора и Кейлора [1, с. 724] было введено понятие комитетного решения для системы строгих однородных линейных неравенств. Практические и теоретические основы метода комитетов заложены в работах Вл.Д. Мазурова, М.Ю. Хачая, А.И. Кривоногова, Н.Г. Белецкого, А.И. Смирнова из Екатеринбургской школы распознавания образов Института математики и Механики УрО РАН [2; 3; 4]. Комитетные конструкции нашли практическое применение в

некоторых задачах классификации и распознавания образов.

Результаты работы могут быть интересны для инвесторов, использующих в своей работе стратегии внутри дневной торговли для получения прибыли на разнице курсов валют. Они могут выступать в качестве дополнительного источника прогнозных данных о краткосрочных тенденциях валютного рынка и в качестве основы для алгоритмов высокочастотной торговли.

Метод комитетов. Методом комитетов называется композиция из линейных дискриминантов, разделяющая множество точек в пространстве факторов на 2 класса. За счет одновременного использования нескольких линейных дискриминантов метод комитетов позволяет учитывать нелинейные связи переменных, что повышает качество классификации.

Математически p -комитет можно сформулировать следующим образом. Пусть заданы множество $M \subset R^n$ и класс функций $F \subset \{R^n \rightarrow R\}$. Известно, что $M = K_1 \cup K_2$, причем множества K_1 и K_2 заданы своими конечными подмножествами $A \subset K_1$, $B \subset K_2$. Задачей построения комитета называется задача нахождения

набора функций $f = (f_1, \dots, f_q), f \in F$

такого, что:

$$\begin{cases} |\{p|f_p(a) > 0\}| > p, & \forall a \in A, \\ |\{p|f_p(b) < 0\}| \geq q - p, & \forall b \in B. \end{cases} \quad (1)$$

где $p = [0..q - 1]$, q – число членов комитета.

Рассмотрим задачу построения комитета через решение задачи частично-целочисленного линейного программирования.

Пусть

$x_j \in K_1$, где $j \in J$, $x_i \in K_2$, где $i \in I$, I – число элементов первого множества, J – число элементов второго множества.

Поскольку $M \subset R^n$, где n является размерностью пространства (число параметров), то договоримся обозначать $x \in M$, как $x_{z,j} \in K_1$, $x_{z,i} \in K_2$, где $z \in Z$ (через Z обозначается множество $\{1, 2, \dots, n\}$).

Назовем t -ым членом комитета последовательность $(w_1^t, w_2^t, \dots, w_z^t, c^t)$. Соответственно введем множество “невязок” $V = (v_1^t, v_2^t, \dots, v_j^t)$ и $V' = (v_1^t, v_2^t, \dots, v_i^t)$, где t – индекс, указывающий на принадлежность к члену комитета.

Для построения p -комитета для всех j, i должна быть справедлива система неравенств:

$$\begin{cases} \sum_t v_j^t \leq p \\ \sum_t v_i^t < q - p \end{cases} \quad (2)$$

где $p = [0..q - 1]$.

Задача построения p -комитета сводится к решению следующей системы неравенств.

$$\begin{cases} \sum_z w_z^t * x_{z,j} - c^t - L * v_j^t > 0, \forall j \in J \\ \sum_z w_z^t * x_{z,i} - c^t + L * v_i^t < 0, \forall i \in I. \\ \sum_t v_j^t \leq p \\ \sum_t v_i^t < q - p \end{cases} \quad (3)$$

Приведем графический пример классификации. Пусть у нас имеется следующее множество точек, разделенных на 2 класса в двумерном пространстве.

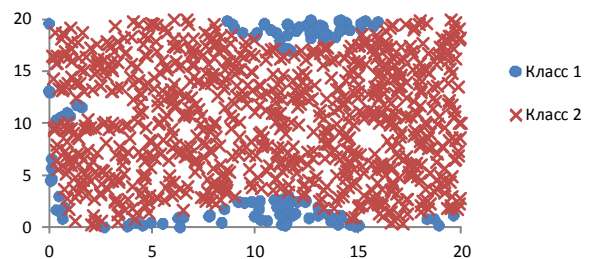


Рис. 1. Множество точек, разделенное на 2 класса

Попробуем разделить множество p -комитетом из 7 членов, в котором p принимает значение отличное от $q/2$, 0 и $q-1$.

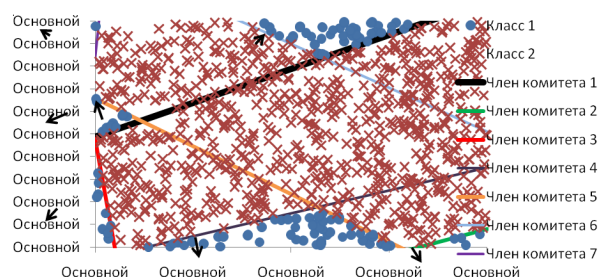


Рис. 2. Разделение множества p -комитетом из 5 членов

Стрелочками на рис. 2 показаны направления голосования членов комитета за принадлежность наблюдения 1 классу.

Заметим, что для практических задач не всегда целесообразно использовать комитетные решения, имеющие на обучающие выборке 100% качество классификации,

поскольку в исходных данных часто имеются ошибки и шумы, в связи с чем, несмотря на 100% качество классификации на обучающей выборке, качество решения на тестовой выборке значительно снижается, на что указывается в работе Вл. Д. Мазурова [2].

Введем дополнительные множества

невязок $Y = (y_1, y_2, \dots, y_j)$ и

$Y' = (y'_1, y'_2, \dots, y'_i)$, $Y, Y' \in \{0, 1\}$

Запишем задачу построения р-комитета как задачу частично-целочисленного программирования:

$$\begin{cases} \sum_z w_z^t * x_{z,j} - c^t - L * v_j^t > 0, \forall j \in J \\ \sum_z w_z^t * x_{z,i} - c^t + L * v_i^t < 0, \forall i \in I. \\ \sum_t v_j^t \leq p + L * y_j \\ \sum_t v_i^t < q - p + L * y'_j \end{cases} \quad (4)$$

$$\min \sum_j y_j + \sum_i y'_i$$

Задачей является нахождение комитета, имеющего минимальное число ошибок на обучающей выборке.

Применение метода комитетов к прогнозированию движения курса. Прогно-

зирование курса евро к доллару осуществлялось в период, когда открыты только европейские фондовые рынки, то есть в период с 11:00 до 17:30 МСК. В данный период на курс евро к доллару не оказывают влияния новости об изменении американских фондовых индексов. По мнению авторов, на направление движения изучаемой величины влияют изменения уровней открытия, закрытия, минимального и максимального уровней относительно средних значений за 30 минут следующих фондовых индексов: CAC 40 – фондовый индекс Франции, DAX30 – фондовый индекс ФРГ и FTSE 100 – фондовый индекс Британии, также нами учитывается изменение самого курса евро к доллару относительно среднего за последние 30 минут. Данные для прогнозирования динамики курса евро получены с сайта MFD.RU.

Заметим, что хотя Британия не входит в зону евро, экономики Британии и стран евро зоны являются взаимозависимыми, следовательно, изменение уровня индекса FTSE 100 также оказывает влияние на курс евро.

На основании обучающей выборки значений данных факторов были построены модели прогноза будущего движения цены закрытия. Обучающая выборка состоит из 1 000 наблюдений значений факторов за период с 28.09.2014 по 09.10.2014.

На обучающей выборке был построен комитет из 7 членов. Решающим правилом в случае использования метода комитетов является следующее соотношение: прогно-

Таблица 1

Результаты комитетного решения на обучающей выборке

Голосование комитета	Общее число наблюдений	Число верных решений	Число неверных решений	Доля правильных решений
«За» рост	518	362	156	69.9%
«Против» роста	482	330	152	68.5%
Итого:	999	692	307	69.3%

зируется рост курса евро к доллару в случае, если комитетное решение за рост голосовало 4 и более членов, в противном случае прогнозируется падение.

Как видно из таблицы 1, точность комитетного решения на обучающей выборке составила 69,3%, при этом точность в случае голосования за рост составила 69,9%, в случае голосования против роста – 68,5%, в целом комитет на обучающей выборке с одинаковой точностью прогнозирует как рост курса, так и снижение курса.

Полученная модель была применена для прогнозирования движения курса на тестовой выборке, состоящей из 1 271 наблюдения за период с 09.10.2014 по 27.11.2014. Периоды, за которые были получены значения изучаемых выборок, не пересекаются.

Результаты комитетного решения на тестовой выборке приведены в таблице 2.

Согласно таблице 2 точность комитетного решения на тестовой выборке снизилась до 51,8%, при том что на обучающей

выборке точность составляла 69,2%. Интересным будет рассмотреть изменение точности комитетного решения в течение рассматриваемого периода.

Точность комитетного решения на тестовой выборке в первые 4 торговых дня (с 09.10.2014 по 14.10.2014) составила 62,9%, точность решения в период с 15.10.2014 по 28.11.2014 составила 50,4%.

По мнению авторов, точность комитетного решения на тестовой выборке снижается с увеличением времени, что может быть связано с изменением влияния изменения факторов на курс евро.

Предположим, что комитет достигает максимальной точности в течение 4-х дней, следующих за обучающей выборкой. Для подтверждения данного предположения построим комитет из 7 членов на обучающей выборке в период с 04.09.2014 по 14.10.2014 (1000 наблюдений).

Таблица 2

Результаты комитетного решения на тестовой выборке

Голосование комитета	Общее число наблюдений	Наблюдения со случаями роста	Наблюдения со случаями снижения	Доля правильных решений
«За» рост	608	320	288	52,6%
«Против» роста	663	338	325	51,0%
Итого:	1271	658	613	51,8%

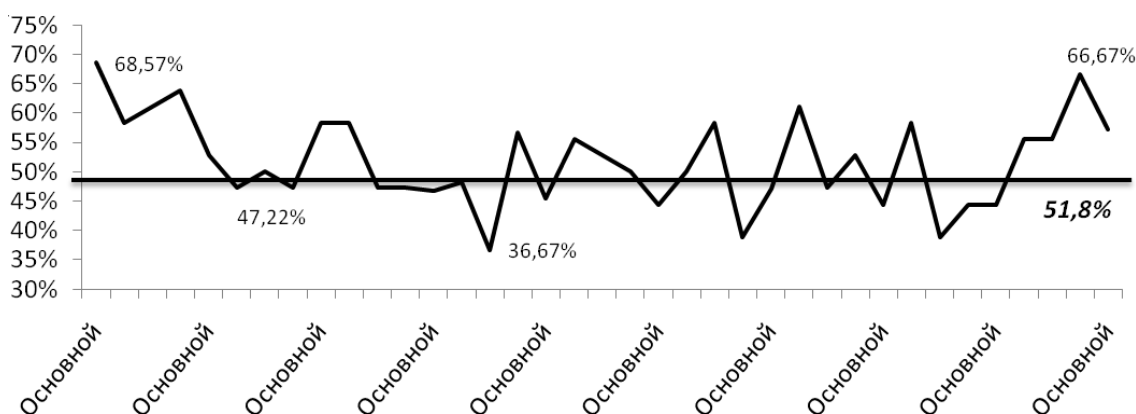


Рис. 3. Динамика точности комитетного решения

Таблица 3

Результаты комитетного решения на тестовой выборке.

Голосование комитета	Общее число наблюдений	Наблюдения со случаями роста	Наблюдения со случаев снижения	Доля правильных решений
«За» рост	659	322	337	48,9%
«Против» роста	469	241	228	51,4%
Итого:	1128	563	565	49,9%

На рисунке 4 приведена динамика точности комитетного решения на тестовой выборке.

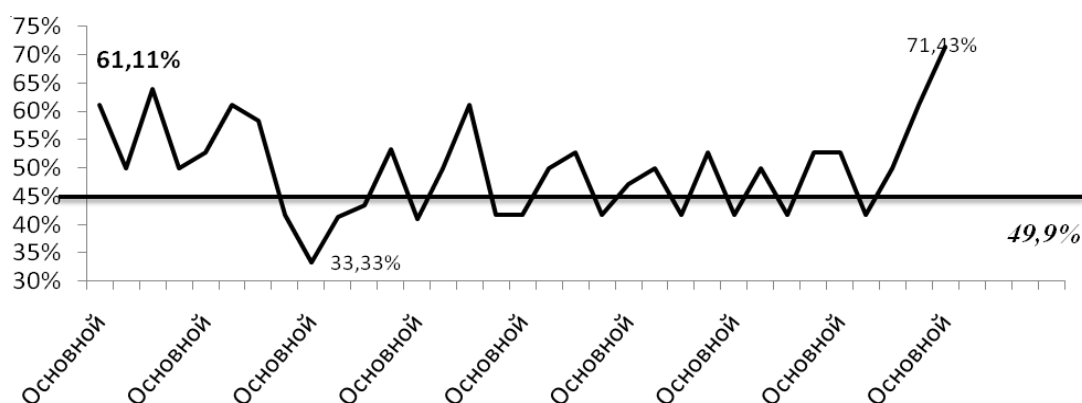


Рис. 4. Динамика точности комитетного решения

Результаты комитетного решения, построенного на обучающей выборке за период с 04.09.2014 по 14.10.2014, на тестовой выборке приведены в таблице 3.

Точность комитетного решения на тестовой выборке в первые 4 торговых дня (с 15.10.2014 по 20.10.2014) составила 56,3%, точность решения в период с 15.10.2014 по 28.11.2014 составила 49,0%. Заметим, что точность комитета, обученного ранее на обучающей выборке с 09.10.2014 по 27.11.2014, в период с 15.10.2014 по 20.10.2014 составила 49,3%. То есть изменение обучающей выборки позволила увеличить точность комитетного решения, следовательно, предположение о том, что точность комитетного решения снижается с увеличением времени, является допустимым.

Формирование торговой стратегии.

Метод комитетов позволяет предсказать только падение или рост курса, в связи с чем обычно при «игре» на рынке FOREX применение данного метода возможно для уточнения решений иных методов анализа, позволяющих определить курс валюты на следующие 10 минут. По мнению авторов, метод комитетов представляет интерес при торговле бинарными опционами. Бинарный опцион - опцион, который в зависимости от выполнения оговоренного условия в оговоренное время либо обеспечивает фиксированный размер дохода (премию), либо не приносит ничего. Так как опцион покупают заранее по фиксированной цене, общий итог либо положительный (в размере разности между премией и ценой опциона), либо отрицательный (на величину стоимости оп-

циона). Как правило, размер (модуль) положительного результата меньше, чем отрицательного. Обычно речь идёт о том, будет ли биржевая цена на базовый актив выше (или ниже) определённого уровня. Фиксированная выплата производится в случае выигрыша опциона, независимо от степени изменения цены (насколько она выше или ниже). Бинарные опционы позволяют точно знать размер выплаты и возможных рисков ещё до заключения контракта, что обеспечивает возможность проще управлять большим количеством торговых операций.

Поведем условную торговлю бинарными опционами в периоды с 09.10.2014 по 14.10.2014 и с 15.10.2014 по 20.10.2014, используя метод комитетов. Будем считать, что торговля осуществляется 100 условными единицами. В случае, если решение комитета верно, то выплачивается 200 условных единиц, в случае проигрыша теряется 100 условных единиц. По данным правилам, в случае если вероятность роста или снижения равна 50%, тогда математическое ожидание выигрыша равно 0. Рассмотрим возможный выигрыш в случае применения комитетного решения. Так, в период с 09.10.2014 по 14.10.2014 общее число 10 минутных интервалов составило 143, из них верных решений комитета – 90, ошибочных решений – 53, следовательно, совокупный выигрыш составит $3\,700 ((90 - 53) * 100)$ условных единиц. В период с 15.10.2014 по 20.10.2014 общее число 10-минутных интер-

валов составило 144, из них верных решений комитета – 81, ошибочных решений – 63, следовательно, совокупный выигрыш составит 1 800 условных единиц.

Закключение. Использование комитетов при принятии инвестиционных решений при игре на изменениях валютного курса допустимо, точность комитетного решения в течение 4 торговых дней, следующих после обучающей выборки, превышает 55%. Заметим, что для практического применения метода комитетов для инвестиционных решений необходимо периодически осуществлять перестройку комитетного решения. В случае торговли на фондовом рынке FOREX применение метода комитетов возможно для уточнения решений иных методов анализа, позволяющих определить курс валюты на следующие 10 минут. Отдельное применение метода комитетов возможно при «игре» на бинарных опционах, когда требуется предсказать только направление курса. Хотелось бы отметить, что для построения комитета нами использованы только показатели индексов DAX 30, CAC 40, FTSE 100 и курс евро к доллару, добавление большего числа индексов, таких как Euronext 100, EuroStoxx 50 и других, может привести к увеличению точности комитетного решения. В дальнейшем авторами планируется проведение исследования на иных временных интервалах с использованием большего числа параметров.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ablow C.M. and Kaylor D.J., Inconsistent Homogenous Linear Inequalities // Bulletin of the American Mathematical Society, 1965. Vol. 71. No 5. P. 724.
2. Мазуров Вл.Д. Метод комитетов в задачах оптимизации и классификации. М.: Наука, 1990.
3. Мазуров Вл.Д., Хачай М.Ю. Комитеты систем линейных неравенств // Автоматика и телемеханика. 2004. №2. С. 43-54.
4. Мазуров Вл.Д., Кривоногов А.И., Казанцев В.С. и др. Комитеты в принятии решений / Мазуров Вл.Д., Кривоногов А.И., Казанцев В.С. // Кибернетика. 1984. №1. С. 90-95.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

НИКОНОВ Олег Игоревич, доктор физико-математических наук, профессор, директор департамента БИММ, Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург.
E-mail: o.i.nikonov@ustu.ru

ЧЕРНАВИН Федор Павлович, аспирант кафедры анализа систем и принятия решений, Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург.
E-mail: Chernavin_fedor@mail.ru

ЧЕРНАВИН Николай Павлович, аспирант кафедры финансовых рынков и банковского дела, Уральский государственный экономический университет, г. Екатеринбург.
E-mail: Ch_k@mail.ru