

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА КОМИТЕТОВ К ПРОГНОЗИРОВАНИЮ ДВИЖЕНИЯ  
ВАЛЮТНЫХ КУРСОВ И ЦЕН НА НЕФТЬ****Виктория Викторовна АКБЕРДИНА<sup>а\*</sup>, Николай Павлович ЧЕРНАВИН<sup>б</sup>,  
Федор Павлович ЧЕРНАВИН<sup>с</sup>**<sup>а</sup> доктор экономических наук, доцент, профессор РАН, руководитель Отдела региональной промышленной политики и экономической безопасности, Институт экономики Уральского отделения РАН, Екатеринбург, Российская Федерация  
akb\_vic@mail.ru<sup>б</sup> аспирант Института экономики Уральского отделения РАН, Екатеринбург, Российская Федерация  
ch\_k@mail.ru<sup>с</sup> аспирант Института экономики Уральского отделения РАН, Екатеринбург, Российская Федерация  
chernavin\_fedor@mail.ru

\* Ответственный автор

**История статьи:**

Получена 30.10.2017

Получена в доработанном  
виде 13.11.2017

Одобрена 27.11.2017

Доступна онлайн 14.12.2017

**УДК** 51-77+330.4+336.764/.768**JEL:** C38, C53, C65, G17**Аннотация****Предмет.** Прогнозирование цен финансовых активов. Ежедневно миллионы трейдеров и аналитиков пытаются спрогнозировать, какими будут цены, так как от успешности данного процесса зависит их финансовое благополучие. Тема рассмотрена на примере наиболее ликвидных и известных финансовых активов валютного и товарного рынков, таких как валютные пары USD/RUB, EUR/RUB, CAD/USD и нефти марки Brent.**Цели.** Показать, что на финансовых рынках бесчисленное число трейдеров и аналитиков формируют спрос на новые интересные аналитические инструменты. Выработать методологии составления комитетных конструкций и принципов работы с ними на финансовых рынках. Показать реальный практический результат от применения метода комитетов.**Методология.** Применялся метод комитета большинства. В качестве источника информации о рыночных ценах выступали данные с Московской биржи и рынка FOREX.**Результаты.** Итогом исследования выступают комитеты большинства их трех и пяти членов для каждого из выбранных финансовых активов. В рамках составления модели комитета большинства проведен анализ внутридневных котировок за период с 08.01.2015 по 23.05.2017. В ходе работы выдвинуты условия применимости полученных решающих правил в реальной торговле. На основе проведенных расчетов и в соответствии с выбранными условиями применимости представлены два решения для валютной пары USD/RUB и нефти марки Brent. Для большей наглядности приведенные в статье решения анализируются по доходности за период с 07.01.2010 по 23.05.2017.**Выводы.** Сделан вывод о применимости метода комитетов в качестве инструмента прогнозирования цен финансовых активов в реальном времени.**Ключевые слова:** метод комитетов, анализ данных, финансовые рынки, валютные курсы, нефть

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2017

**Для цитирования:** Акбердина В.В., Чернавин Н.П., Чернавин Ф.П. Применение метода комитетов к прогнозированию движения валютных курсов и цен на нефть // Финансы и кредит. – 2017. – Т. 23, № 46. – С. 2746 – 2761.<https://doi.org/10.24891/fc.23.46.2746>**Введение**

Финансовые рынки можно назвать уникальным местом, где данные являются не просто эфемерными цифрами, а могут быть

источником неограниченной прибыли. Поэтому за ними неустанно изо дня в день следят миллионы людей, стремящихся понять зависимости, невидимые невооруженным взглядом. Именно в связи с этим стремлением

на финансовом рынке находят свое отражение практически все известные методы анализа данных. И если ранее основное внимание уделялось простым эмпирическим моделям, построенным на субъективном восприятии рынка аналитиком или трейдером, то теперь в связи с развитием вычислительных технологий все большую популярность получают сложные математические модели, способные дать объективный взгляд на рынок. Людей, которые реализуют такие модели, стали называть «квантами», а хедж-фонды, применяющие их, – соответственно квантовыми хедж-фондами. И если еще в начале 2010 г. на квантовые фонды приходилось всего примерно 13,75% от общей доли торгов на американском рынке, и они значительно уступали традиционным управляющим активами и остальным хедж-фондам, то уже к началу 2017 г. квантовые фонды создавали около 27,5%, став абсолютным лидером по этому показателю<sup>1</sup>. Таким образом, можно говорить, что изучение методов математического моделирования на финансовых рынках является одним из наиболее востребованных направлений исследований в области анализа данных.

Метод комитетов относится к методам классификации, который несмотря на значительный аналитический потенциал, так и не нашел широкого применения на финансовых рынках. Понятие комитета было введено в статьях по распознаванию образов К. Эйблора и Д. Кейлора еще в 1965 г. [1, 2]. Дальнейший вклад в развитие метода внесли такие зарубежные ученые как М. Осборн, Р. Такияма и С. Блаха [3–5]. В свою очередь значимые теоретические и практические разработки метода были произведены в работах и отечественных ученых, среди которых особенно выделяется Уральская школа Института математики и механики РАН в лице докторов физико-математических наук В.Д. Мазурова и М.Ю. Хачая [6–14].

В рамках данной работы нами предполагается, что метод комитетов может эффективно

предсказывать направление движения цен финансовых активов. Соответственно, цель работы – показать практическое применение метода комитетов к прогнозированию валютных курсов и цен на нефть.

### Технический анализ

Технический анализ финансовых рынков – это совокупность методов прогнозирования будущей динамики цены финансового актива на основе прошлого движения его цены и объемов торгов. Задача такого анализа состоит в том, чтобы ответить на простой вопрос: будут ли котировки по финансовому активу расти, падать или незначительно колебаться.

Существуют многочисленные методы технического анализа, которые в самом общем виде можно разделить на следующие два основных вида<sup>2</sup>:

- графический анализ;
- количественный (математический) анализ.

Методы графического анализа связаны с построением и анализом графика цены финансового актива. Такой анализ состоит в нахождении на различных графиках ценовых моделей, представляющих собой определенное построение, которое проявляется на графике цен таким образом, что его законченное формирование предопределяет будущее направление тенденции.

Особенностью графического метода является его простота. Нахождение ценовых моделей на графике не требует специальных знаний и выполнения серьезных расчетов. Однако из этого преимущества вытекает и главный недостаток таких методов, связанный с тем, что выделение любой модели – это субъективный процесс, результат которого зависит больше от аналитика, чем от состояния рынка. Любой трейдер имеет собственные мысли по движению рыночных котировок, и зачастую бессознательно старательно ищет и выделяет лишь те модели, которые соответствуют его представлениям.

<sup>1</sup> Цукерман Г., Хоуп Б. Кванты завоевывают Уолл-стрит. URL: <https://www.wsj.com/articles/the-quants-run-wall-street-now-1495389108>

<sup>2</sup> Гаврилов А.Е., Логинова В.А., Баянова Ю.А., Смелова Т.А. Рынок ценных бумаг (технический анализ). Волгоград: ВолгГТУ, 2006. 170 с.

В связи с субъективностью инструментов графического анализа их применение требует подтверждения от других методов, обладающих большей объективностью. К ним относятся методы количественного анализа, в основе которых лежит сравнение рассчитанных по определенным математическим формулам количественных значений на основе биржевой информации об активе (цена, объем, количество сделок и т.д.). Такое сравнение позволяет объективно определить состояние рынка и на основании этого принимать окончательное решение о выполнении операций по покупке или продаже ценных бумаг. В свою очередь, несмотря на объективность таких методов, они имеют и недостатки. Основным недостатком методов количественного анализа является запаздывающий характер сигналов, получаемых с его помощью. В то же время многие методы требуют сложных расчетов и соответствующего понимания.

### Метод комитетов

Математический анализ финансовых рынков имеет огромный арсенал методов анализа данных. В настоящей статье рассматривается работа такого аналитического инструмента классификации, как метод комитетов, который позволяет получить некоторое обобщенное решение в противоречивых ситуациях, когда однозначное решение отсутствует [6]. С математической точки зрения метод комитетов – это композиция из линейных дискриминантов, разделяющая множество точек в пространстве факторов на два класса. За счет одновременного использования нескольких линейных дискриминантов метод комитетов позволяет учитывать нелинейные связи переменных, что повышает качество классификации [15].

Название метода связано с тем, что логика работы метода напоминает работу обычного комитета как коллегиального руководящего органа, где решение принимается на основании решений экспертов. В методе комитетов такими «экспертами» выступают несколько разделяющих линейных дискриминантов (гиперплоскостей), называемых членами комитета, каждый из

которых голосует за решение по-своему, разделяя множество на два класса. Для принятия итогового решения на основе всех решений комитета могут быть использованы логики большинства, единогласия и старшинства.

Заранее оговоримся, что в данной работе будет рассматриваться комитет большинства. Простейший геометрический пример комитета большинства из трех членов для двух параметров представлен на *рис. 1*.

На *рис. 1* продемонстрировано разделение множества точек на два класса при помощи комитета из трех членов. Стрелочками показано направление голосования каждого члена комитета, а овалами обведены ошибки классификации. Математическое представление комитета большинства из  $t$ -членов приведено далее:

$$\sum_{i \in I} p_{ij} \cdot x_i^t + b^t - L \cdot z_j^t \leq \varepsilon_j, j \in J_1, t \in T;$$

$$\sum_{i \in I} p_{ij} \cdot x_i^t + b^t + L \cdot z_j^t \geq -\varepsilon_j, j \in J_2, t \in T;$$

$$\sum_{t \in T} z_j^t \leq m + L \cdot y_j, j \in J_1, t \in T;$$

$$\sum_{t \in T} z_j^t \leq m + L \cdot y_j, j \in J_2, t \in T.$$

При следующей целевой функции минимума:

$$\min \sum_{j \in J} y_j,$$

где  $J_1$  и  $J_2$  – множества, которые необходимо разделить;

$J = J_1 \cup J_2$  – множество наблюдений;

$I$  – множество параметров наблюдений;

$T$  – множество членов комитета (гиперплоскостей);

$i, j, t$  – индексы соответствующих множеств;

$p_{ij}$  –  $i$ -й параметр  $j$ -го наблюдения (константы);

$x_i^t$  – коэффициенты гиперплоскостей (искомые переменные);

$b^t$  – свободные члены гиперплоскостей (искомые величины);

$L$  – очень большое число, используемое для строгости выполнения условий;

$\varepsilon$  – очень малые числа, используемые для строгости ограничений;

$z'_j$  – булевы переменные для фиксации нарушений условий разделения множеств;

$y_j$  – ошибки (погрешность) вычислений;

$m$  – меньшинство, то есть менее половины членов (задаваемая константа).

### Торговая стратегия

Для определения параметров математической модели сперва необходимо составить торговую стратегию трейдера. Для выработки стратегии выдвинем следующую гипотезу: в торговом дне можно выделить периоды, изменение цен в которых оказывает наибольшее влияние на рынок. В рамках данной гипотезы были выбраны временные периоды для анализа (все периоды указаны по московскому времени) исходя из следующей логики.

1. Первые 15 мин. после открытия рынка не стоит учитывать. На открытии действия участников рынка непредсказуемы, так как в это время торгуют немногочисленные мелкие трейдеры, а не крупные участники, а значит и такое движение цены будет информационным шумом для математической модели.
2. Следующая точка для анализа – 11:45. За это время уже можно судить о первой реакции рынка. Более того, к данному моменту уже успели открыться европейские рынки (в зимнее время открываются в 11:00) и был установлен курс Банка России (в 11:30), который имеет значения для ряда коммерческих операций.
3. Далее важным моментом в торговле для всех рынков является открытие американского рынка.
4. И в качестве конечной точки последнего периода выделим 20:40, поскольку уже к 20:00 МСК начинается спад активности на

американском рынке<sup>3</sup> и исходя из биологических часов трейдера.

В соответствии с обозначенной стратегией выделим в *табл. 1* параметры будущей модели в виде относительного изменения цены.

Естественно, временные интервалы и логика поведения могут быть другими, но для построения решающего правила они должны быть четко сформулированы, потому что сбор и обработка информации за предшествующие периоды делается под определенную трейдером модель поведения. Кроме этого, необходимо определиться с глубиной исторического анализа, то есть за сколько предшествующих периодов мы будем учитывать информацию в математической модели. Более того, информация может быть представлена в абсолютном и относительном виде. Однако так как способы представления информации не влияют на форму математических моделей, будем использовать модель, приведенную ранее.

### Результаты

Для сравнительного анализа были собраны данные по курсу валютных пар USD/RUB, CAD/USD и EUR/RUB, и нефти марки Brent за период с 08.01.2015 по 23.05.2017 с сайта компании «Финам»<sup>4</sup>. Выбор указанных финансовых активов не случаен, так как валютные пары USD/RUB и EUR/RUB являются наиболее ликвидными инструментами валютной секции Московской биржи. В свою очередь для сравнения была включена также валютная пара CAD/USD, так как RUB и CAD относят к валютам, зависимым от движения цен на нефть. В *табл. 2* представлена корреляция данных валютных пар с Brent.

Исходя из коэффициентов корреляции из *табл. 2* можно говорить о том, что EUR/RUB и USD/RUB обладают сильной (от  $\pm 81\%$  до  $\pm 100\%$ ) обратной корреляцией с Brent. В свою очередь CAD/USD обладает умеренной (от  $\pm 61\%$  до  $\pm 80\%$ ) прямой корреляцией с Brent. В связи со столь сильной связью в

<sup>3</sup> Стратегии Форекс. Теория торговли по часам.  
URL: <http://stocktime.ru/strategy.html>

<sup>4</sup> URL: <https://www.finam.ru/analysis/quotes/>

данной работе также будет проведен анализ котировок нефти Brent с применением метода комитетов.

На основе информации за предыдущие периоды была сформирована обучающая выборка. Она разбита для простоты на два класса: рост и падение котировок. Для построения комитетного решения была выбрана обучающая выборка с 08.01.2015 по 28.02.2017, в которой содержится 510 наблюдений. Соответственно контрольная выборка представлена курсами с 01.03.2017 по 23.05.2017, в которой содержится 55 наблюдений. В *табл. 3* представлено количество наблюдений в обучающей и контрольной выборке с разделением количества по классам  $J_1$  и  $J_2$ .

В соответствии с описанной ранее стратегией трейдера задачей анализа является построение комитетного решения для предсказания направления движения цен по выбранным инструментам с 10:15 по 20:45. В *табл. 4* представлены результаты классификации комитета большинства с тремя членами в виде процента правильных прогнозов как для каждого класса, так и для всего множества.

Исходя из *табл. 4* можно увидеть, что на обучающей выборке комитет большинства для всех инструментов показал результат выше 54,73%. Итоговый результат на контрольной выборке по всем инструментам, кроме USD/RUB, отличался от результата на обучающем множестве не более чем на 2%. В свою очередь для USD/RUB результат на контрольной выборке значительно снизился – до 45,45%.

Однако нельзя не отметить, что все результаты показали превалирование прогностической способности решающего правила к успешному прогнозированию (выше 50%) лишь для одного класса множеств с наибольшим числом наблюдений за период. К примеру, для Brent верных прогнозов для  $J_2$  на обучающем множестве было лишь 20,22%, а на контрольном множестве – всего 3,85%. Поскольку рыночные тренды имеют свойство меняться, необходимо рассмотреть вопрос об

условиях применимости модели в качестве торговой стратегии.

Назовем модель применимой в качестве торговой стратегии в том случае если она по своим характеристикам не уступает случайным действиям без стратегии, то есть удовлетворяет следующим условиям:

- итоговая классификация на обучающем и контрольном множестве имеет больше 50% успеха;
- классификация по каждому классу на обучающем и контрольном множестве имеет больше 50% успеха.

В соответствии с обозначенными условиями применимости модели все результаты из *табл. 1* не подходят для реальной торговли. Попробуем улучшить качество модели за счет увеличения числа членов комитета до пяти. В *табл. 5* представлены результаты классификации комитета большинства с пятью членами.

Результаты из *табл. 5* показывают, что на обучающей выборке комитет большинства для всех инструментов показал результат больше 58,94%, что более чем на 4% больше минимального результата из *табл. 4*. На контрольной выборке USD/RUB и CAD/USD показали снижение до менее 50%. Можно выделить, что результаты по классам стали более выравненными. Минимальный результат на обучающей выборке составил 43,41%, что более чем на 20% выше минимального результата на обучающей выборке *табл. 4*. Несмотря на то что на контрольной выборке результаты для модели с пятью членами комитета снизились сильнее, чем для трех членов комитета, но в свою очередь Brent в случае пяти членов комитета показал значительное увеличение качества. Итоговый результат как для обучающей, так и для контрольной выборки выше 63%. Более того, в каждом классе верных прогнозов не менее 50%, так что данное решающее правило можно назвать удовлетворительным по выбранным нами условиям применимости. Коэффициенты решающего правила приведены в *табл. 6*.

С учетом высокой корреляции изучаемых валютных пар с нефтью представляет интерес добавить для валютных пар к рассмотрению бинарный параметр, принимающий значение +1, если в предыдущий день цена на нефть с 10:15 до 20:45 выросла, и –1, если упала. В *табл. 7* представлены результаты классификации комитета большинства с тремя членами с шестью параметрами для выбранных валютных пар.

Как видно из *табл. 7*, комитет большинства с тремя членами для шести параметров показал результат как на обучающей, так и на контрольной выборке больше 50%. Для CAD/USD и EUR/RUB нельзя говорить о каких-то значимых изменениях, поскольку для 2-го класса результат так и остался меньше 50% (максимальный результат 43%). Однако в свою очередь качество модели для USD/RUB показало значительное улучшение с минимальной разницей результата для обоих классов. Для обучающей выборки разница результата между 1-м и 2-м классом составила 5,88%, а для контрольной – всего 1,72%. Соответственно, с учетом того факта, что USD/RUB имеет наибольшую корреляцию с нефтью, можно сделать предположение о повышении качества модели при добавлении в нее параметров, имеющих высокую корреляцию с существующими параметрами.

Несмотря на удовлетворительные результаты по USD/RUB, еще рано говорить о применимости полученных результатов в качестве торговой стратегии, так как на контрольной выборке результат составил всего 52,73%, что лишь незначительно больше результатов торговли без какой-либо стратегии (вероятность успеха 50%). Поэтому с учетом увеличения качества модели с пятью членами комитета для USD/RUB представляет интерес попробовать улучшить полученный результат путем увеличения числа членов комитета. Для сравнения проведем расчеты и для остальных валютных пар. Результаты расчетов обозначенной модели представлены в *табл. 8*.

Исходя из результатов, представленных в *табл. 8*, можно говорить об улучшении результатов по всем валютным парам по сравнению с аналогичными результатами из

*табл. 7*. Однако как и прежде по CAD/USD и EUR/RUB, несмотря на высокие результаты на обучающей выборке, результаты на контрольной выборке не удовлетворяют всем требованиям качества модели.

Но результаты для USD/RUB, который уже с пятью параметрами показывал удовлетворительные результаты, с добавлением еще одного параметра смогли значительно улучшиться. Итоговый результат по сравнению с аналогичным результатом из *табл. 6* вырос для обучающей выборки на 3,72%, а для контрольной выборки – на 7,27%. При этом разница между результатом на обучающей и контрольной выборке составила всего 4,31%, из чего можно сделать вывод о стабильности модели. Более того, выполняется требование качества по распределению результатов между двумя классами, которые стали выше по сравнению с предыдущими результатами (минимальный результат составил 55,69%, тогда как ранее был 51,85%). Коэффициенты данного решающего правила приведены в *табл. 9*.

Таким образом, у нас имеются два решающих правила, удовлетворяющих выбранным нами критериям применимости в качестве торговой стратегии. Однако с учетом бинарной специфики прогноза, принимающего значения либо движения котировки вверх или вниз, естественно, всплывает проблема риска, связанного с абсолютным изменением цены. Например, решающее правило может выдать 10 верных прогнозов для изменения цены на 0,1%, но достаточно будет одного неверного прогноза с изменением в 1%, чтобы лишиться всей прибыли. Поэтому для того, чтобы убедиться, что указанные стратегии действительно работают, то есть способны принести прибыль, следует подсчитать теоретическую доходность стратегии за рассчитываемый период. На графике указана доходность стратегий с учетом простого вложения средств, когда вложенные средства не пополняются.

Как видно из *рис. 2*, стратегия по Brent показывает значительно более быстрый рост доходности по сравнению с USD/RUB. На 23.05.2017 разница между доходностями

стратегий составила 113,71%. В то же время на графике видно, что стратегия по USD/RUB на всем рассматриваемом периоде показала себя более стабильной с менее продолжительными и сильными периодами падения доходности. Такой результат во многом отражает специфику самих финансовых активов, поскольку на рассматриваемом периоде нефть была более волатильна, чем валютная пара USD/RUB.

Однако указанные результаты по доходности были рассчитаны на периоде, на котором велось построение решающего правила, что не позволяет говорить о стабильности стратегии с изменением рыночных условий. Поэтому для более глубокого исследования, полученных решающих правил, попробуем проверить их результаты за прошлые периоды, начиная с 2010 г. Для начала рассмотрим результаты голосования решающих правил по USD/RUB и Brent на указанном периоде, которые представлены в *табл. 10*.

Исходя из *табл. 10* можно говорить о стабильности решающего правила по USD/RUB к изменениям рыночных условий. За все рассмотренные годы обобщенные результаты по обоим множествам ( $J$ ) имели процент успеха выше 50%. Критериям применимости по отдельным множествам ( $J_1$  и  $J_2$ ) соответствуют результаты за 2012 и 2014 гг., однако при этом минимальный результат составляет 46,32%, что незначительно расходится с целевым условием (не менее 50%).

В свою очередь для Brent результаты по  $J$  только за 2010, 2011 и 2013 гг. соответствовали условиям применимости. Условие для  $J_1$  и  $J_2$  не выполняется ни в одном рассматриваемом году. Итоговый результат за пять лет для USD/RUB лишь незначительно не удовлетворяет условиям применимости ( $J_1 < 50\%$  на 0,25%), тогда как для Brent расхождение по данному условию составляет уже 16%.

В связи с полученными результатами представляет интерес проверить теоретическую доходность на новом рассматриваемом периоде без учета периода

обучения. На *рис. 3* представлены данные результаты.

Согласно *рис. 3* можно говорить о том, что, как и на *рис. 1*, Brent значительно превосходит USD/RUB по доходности, несмотря на значительно более сильные прогностические результаты из *табл. 10*. Более того, USD/RUB на всем периоде показывает крайне низкие результаты, которые не превышают 16%, периодически принимая и отрицательные значения доходности. В свою очередь, начиная с середины июля 2014 г., доходность начинает резко падать. На 31.12.2014 убыток по USD/RUB составил бы –21,46%, а по Brent – –2,66%. Обозначенное падение доходности можно связать с начавшимся резким падением цен на нефть, которое также значительно отразилось на курсе USD/RUB. В свою очередь низкая доходность на всем промежутке времени до июля 2014 г. позволяет сделать следующие выводы.

Во-первых, выбранная стратегия наилучшим образом работает с активами, обладающими высокой волатильностью, так как Brent при невысокой прогностической способности, которая уступала USD/RUB, значительно опередила его по доходности. Во-вторых, с учетом того, что на обучающем множестве с более высокой прогностической способностью доходность была значительно выше (*рис. 1–2*) представляется логичным внести корректировку во 2-е условие приемлемости решающего правила в качестве торговой стратегии. Для этого обозначим, что итоговая классификация должна иметь не менее 60% успеха.

## Заключение

Использование комитетного решения для прогнозирования направления движения валютных курсов допустимо и дает приемлемые результаты при реальной торговле. В ходе расчетов было показано, что выбранное число членов комитета имеет значительное влияние на качество моделей. Также для улучшения качества моделей следует принять во внимание не только параметры, напрямую связанные с финансовым инструментом, но и по

возможности необходимо учесть параметры, имеющие косвенное влияние. В данной работе примером такого параметра выступили цены на нефть марки Brent, так как анализировались валюты, имеющие выраженную корреляцию с ней.

Результатом работы стали эмпирически выведенные условия применимости решающего правила в качестве торговой стратегии. Также были построены два решающих правила, соответствующих выбранным условиям для Brent и USD/RUB. Для Brent итоговый результат составил 63,19% верных прогнозов на тестовой выборке и 63,64% на контрольной выборке, а для USD/RUB – 64,31% на тестовой выборке и 60% на контрольной выборке. В ходе проверки решающих правил на исторических данных за период с 07.01.2010 по 31.12.2014 было показано, что данные решающие правила не обладают абсолютной универсальностью, так как прогностическая способность снизилась по сравнению с обучающей и контрольной

выборками. При этом в качестве положительного момента, который позволяет говорить о перспективности дальнейших исследований, выступает тот факт, что пара USD/RUB в целом сохранила приемлемые результаты (очень близкие к выбранным авторами условиям применимости).

Стоит заметить, что в связи с непрерывными изменениями рыночной конъюнктуры для использования метода комитета в качестве торговой стратегии необходимо периодически обновлять обучающую выборку и производить актуализацию модели. Также отметим, что в ходе исследования использовались только котировки по финансовым инструментам, без учета многих немаловажных факторов, таких как объемы торгов и открытый интерес, которые тоже входят в область технического анализа финансовых рынков. Более того, для увеличения точности модели можно учитывать и фундаментальные факторы, в числе которых регулярные макроэкономические данные.

**Таблица 1**

**Методика расчета относительного изменения цены**

**Table 1**

**The method of calculating the relative change in price**

Параметр	Описание методики расчета
$p_{1j}$	(Курс на 10:15 вчера / Курс на 20:45 позавчера) – 1
$p_{2j}$	(Курс на 11:45 вчера / Курс на 10:15 вчера) – 1
$p_{3j}$	(Курс на открытие Америки вчера + 15 мин / Курс на 11:45 вчера) – 1
$p_{4j}$	(Курс на 20:45 вчера / Курс на открытие Америки вчера + 15 мин) – 1
$p_{5j}$	(Курс на 10:15 сегодня / Курс на 20:45 вчера) – 1

Источник: авторская разработка

Source: Authoring



Таблица 2

Корреляция валютных пар с Brent

Table 2

Correlation between currency pairs and Brent crude oil

Нефть	CAD/USD	EUR/RUB	USD/RUB
Brent	69,55%	-86,28%	-90,65%

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Таблица 3

Количество наблюдений для каждого класса обучающего и контрольного множества

Table 3

The number of observations for each class of training and test sets

Актив	Обучающее множество		Контрольное множество	
	$J_1$	$J_2$	$J_1$	$J_2$
CAD/USD	281	229	32	23
EUR/RUB	275	235	32	23
USD/RUB	255	255	28	27
Brent	264	246	29	26

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Таблица 4

Классификация комитета большинства с 3 членами для 5 параметров

Table 4

Classification of the majority committee of three members for five parameters

Актив	Обучающее множество			Контрольное множество		
	$J_1$	$J_2$	$J$	$J_1$	$J_2$	$J$
CAD/USD	90,75	27,95	62,55	96,88	17,39	63,64
EUR/RUB	86,91	32,34	61,76	90,63	21,74	61,82
USD/RUB	40,78	76,86	58,82	14,29	77,78	45,45
Brent	83,96	20,22	54,73	96,55	3,85	52,73

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Таблица 5

Классификация комитета большинства с 5 членами для 5 параметров

Table 5

Classification of the majority committee of five members for five parameters

Актив	Обучающее множество			Контрольное множество		
	$J_1$	$J_2$	$J$	$J_1$	$J_2$	$J$
CAD/USD	69,97	45,24	58,94	56,25	34,78	47,27
EUR/RUB	78,83	43,41	62,65	71,88	34,78	56,36
USD/RUB	76,08	50,98	63,53	64,29	33,33	49,09
Brent	51,84	73,72	63,19	75,86	50	63,64

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Таблица 6

Коэффициенты решающего правила для Brent

Table 6

The coefficients of decision rule for Brent crude oil

$t$	$x_1^t$	$x_2^t$	$x_3^t$	$x_4^t$	$x_5^t$	$bt$
1	0,143	-1,321	0,692	4,286	1	0,026
2	3,42	-1,154	-1,078	1,263	1	-0,012
3	-3,252	-2,339	2,342	-1,788	-1	0,09
4	-1,055	-2,08	-0,14	-1,794	1	-0,026
5	0,626	-0,399	-0,425	-0,251	-1	-0,016

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Таблица 7

Классификация комитета большинства с 3 членами для 6 параметров

Table 7

Classification of the majority committee of three members for six parameters

Актив	Обучающее множество			Контрольное множество		
	$J_1$	$J_2$	$J$	$J_1$	$J_2$	$J$
CAD/USD	93,95	27,07	59,27	96,88	21,74	65,45
EUR/RUB	78,91	42,13	57,45	62,5	39,13	52,73
USD/RUB	57,65	63,53	60,59	53,57	51,85	52,73

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Таблица 8

Классификация комитета большинства с 5 членами для 6 параметров

Table 8

Classification of the majority committee of five members for six parameters

Актив	Обучающее множество			Контрольное множество		
	$J_1$	$J_2$	$J$	$J_1$	$J_2$	$J$
CAD/USD	95,37	27,07	64,71	93,75	0	54,55
EUR/RUB	69,09	62,13	65,88	53,13	34,78	45,45
USD/RUB	55,69	72,94	64,31	57,14	62,96	60

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Таблица 9

Коэффициенты решающего правила для USD/RUB

Table 9

The coefficients of decision rule for USD/RUB

t	$x_1^t$	$x_2^t$	$x_3^t$	$x_4^t$	$x_5^t$	$b^t$
1	129,015	-102,942	11,836	5,316	-0,639	-1
2	145,826	-380,49	-121,69	-143,466	-39,39	1
3	-38,392	387,635	22,057	8,109	65,28	1
4	-135,653	191,393	37,203	219,293	39,313	1
5	-38,574	-127,759	-53,782	-58,133	-104,635	-1

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Таблица 10

Результаты голосования членов комитета для решающих правил по USD/RUB и Brent (с 2010 г. по 2014 г.)

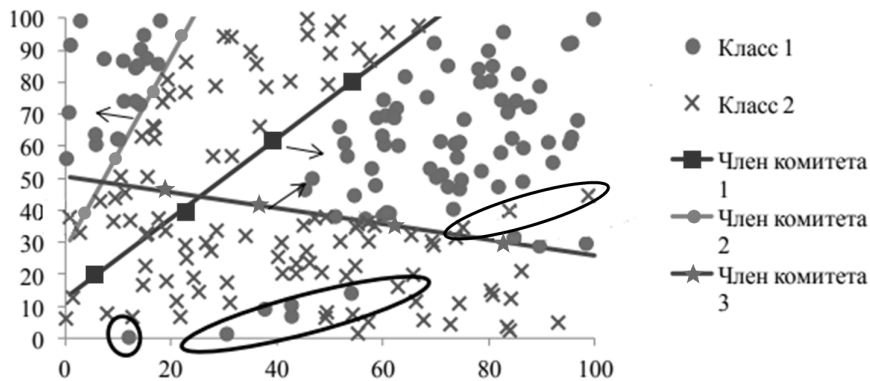
Table 10

The results of voting of members of the committee for decision rules on USD/RUB and Brent oil (2010 to 2014)

Год	USD/RUB			Brent		
	$J_1$	$J_2$	$J$	$J_1$	$J_2$	$J$
2010	48,04	60,34	54,59	62,04	43,64	52,75
2011	46,32	58,65	51,67	61,48	41,53	51,67
2012	54,23	59,81	56,63	67,83	30,6	47,79
2013	47,06	61,9	54,69	78,81	33,07	55,1
2014	53,19	57,53	55,83	72,22	21,93	48,33
<b>Итого за 5 лет</b>	<b>49,75</b>	<b>59,6</b>	<b>54,7</b>	<b>68,59</b>	<b>34</b>	<b>51,09</b>

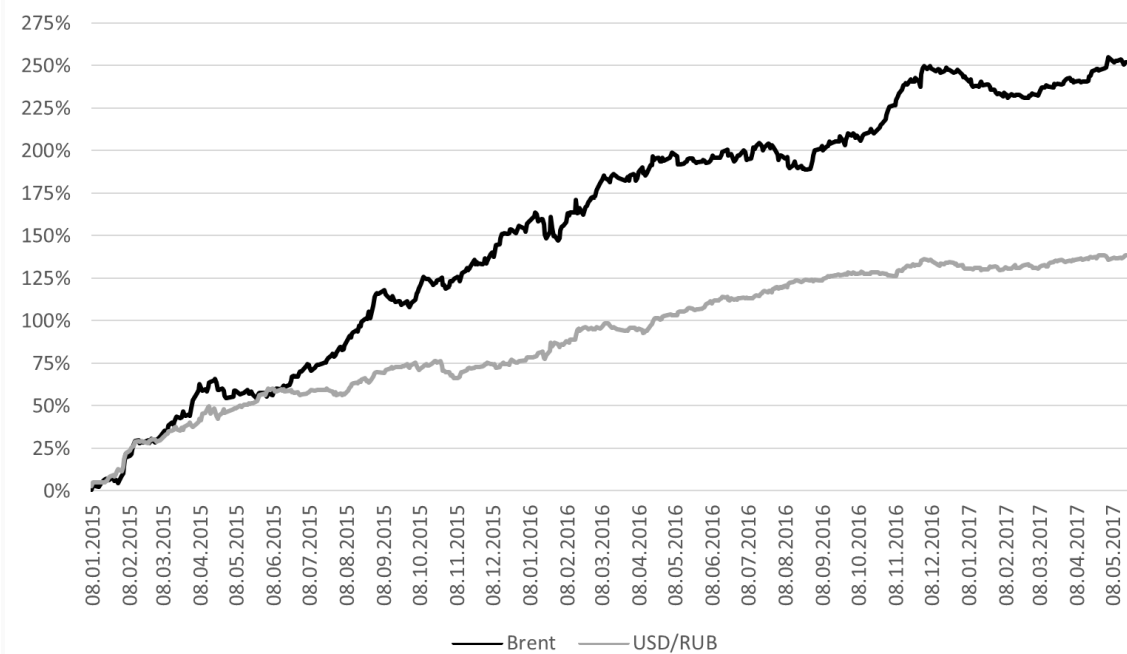
Источник: авторская разработка

Source: Authoring

**Рисунок 1****Пример комитета большинства из трех членов для двух параметров****Figure 1****The majority committee of three members for two parameters: An example**

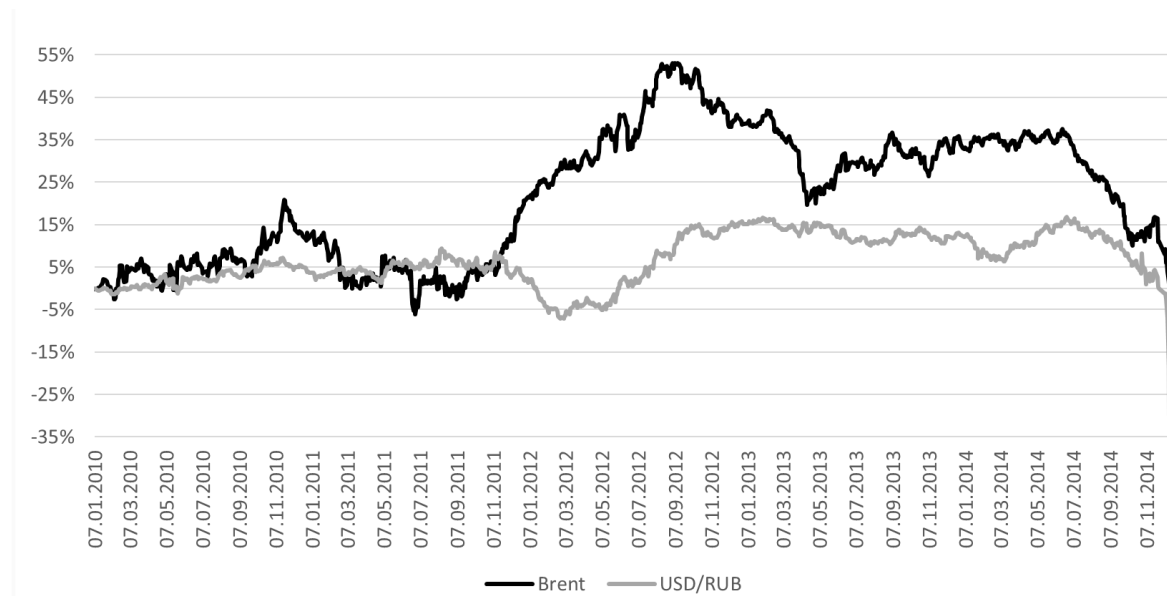
Источник: [16]

Source: [16]

**Рисунок 2****График доходности по стратегиям для Brent и USD/RUB (с 08.01.2015 по 23.05.2017)****Figure 2****A schedule of revenues on strategies for Brent oil and USD/RUB (January 8, 2015 to May 23, 2017)**

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

**Рисунок 3****График доходности по стратегиям для Brent и USD/RUB (с 07.01.2010 по 31.12.2014)****Figure 3****A schedule of revenues on strategies for Brent oil and USD/RUB (January 7, 2010 to December 31, 2014)**

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

**Список литературы**

1. *Ablow C.M., Kaylor D.J.* Inconsistent Homogeneous Linear Inequalities. *Bulletin of the American Mathematical Society*, 1965, vol. 71, iss. 5, p. 724.  
URL: <https://doi.org/10.1090/S0002-9904-1965-11360-X>
2. *Ablow C.M., Kaylor D.J.* A Committee Solution of the Pattern Recognition Problem (Corresp.). *IEEE Transactions on Information Theory*, 1965, vol. 11, iss. 3, pp. 453–455.  
URL: <https://doi.org/10.1109/TIT.1965.1053785>
3. *Bláha S.* The Convergence of a Committee Solution of the Pattern Recognition Problem. *Kybernetika*, 1969, vol. 5, no. 6, pp. 474–483.  
URL: [https://dml.cz/bitstream/handle/10338.dmlcz/124146/Kybernetika\\_05-1969-6\\_2.pdf](https://dml.cz/bitstream/handle/10338.dmlcz/124146/Kybernetika_05-1969-6_2.pdf)
4. *Osborne M.L.* The Seniority Logic: A Logic for a Committee Machine. *IEEE Trans. on Comp.*, 1977, vol. C-26, iss. 12, pp. 1302–1306.
5. *Takiyama R.* A General Method for Training the Committee Machine. *Pattern Recognition*, 1978, vol. 10, iss. 4, pp. 255–259.
6. *Мазуров В.Д.* Метод комитетов в задачах оптимизации и классификации. М.: Наука, 1990. 248 с. URL: <http://bookre.org/reader?file=578371&pg=3>
7. *Мазуров В.Д., Хачай М.Ю.* Комитетные конструкции // Известия Уральского государственного университета. Серия Математика и механика. 1999. № 14. С. 77–108.  
URL: <http://hdl.handle.net/10995/24572>

8. Мазуров В.Д., Хачай М.Ю., Рыбин А.И. Комитетные конструкции для решения задач выбора, диагностики и прогнозирования // Труды Института математики и механики УрО РАН. 2002. Т. 8. № 1. С. 66–102.  
URL: <http://www.mathnet.ru/links/bd7b5b1c832c5a5699cc15db607bc402/timm289.pdf>
9. Мазуров Вл.Д., Хачай М.Ю. Комитетные конструкции как обобщение решений противоречивых задач исследования операций // Дискретный анализ и исследование операций. 2003. Т. 10. № 2. С. 56–66.  
URL: <http://math.nsc.ru/publishing/DAOR/content/2003/06/56.pdf>
10. Мазуров Вл.Д. О построении комитета системы выпуклых неравенств // Кибернетика. 1967. № 2. С. 56–59.
11. Мазуров Вл.Д. Комитеты систем неравенств и задача распознавания // Кибернетика. 1971. № 3. С. 140–146.
12. Хачай М.Ю. О существовании комитета большинства // Дискретная математика. 1997. Т. 9. № 3. С. 82–95. URL: <https://doi.org/10.4213/dm485>
13. Хачай М.Ю. Об оценке числа членов минимального комитета системы линейных неравенств // Журнал вычислительной математики и математической физики. 1997. Т. 37. № 11. С. 1399–1404.  
URL: <http://www.mathnet.ru/links/95af4b3ab55fa8a67d36e5b0135cb116/zvmmf1999.pdf>
14. Хачай М.Ю. Об одной игре с природой, связанной с принятием решений большинством голосов // Журнал вычислительной математики и математической физики. 2002. Т. 42. № 10. С. 1609–1616.  
URL: <http://www.mathnet.ru/links/94714d1d76e91eef214b69196bc1f2c0/zvmmf1123.pdf>
15. Никонов О.И., Чернавин Ф.П., Медведева М.А. Проблемы классификации: метод комитетов. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/38172884.pdf>
16. Никонов О.И., Чернавин Ф.П. Построение рейтинговых групп заемщиков – физических лиц с применением метода комитетов // Деньги и кредит. 2014. № 11. С. 52–54.

### Информация о конфликте интересов

Мы, авторы данной статьи, со всей ответственностью заявляем о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

**APPLICATION OF THE COMMITTEE MACHINE METHOD TO FORECAST THE MOVEMENT OF EXCHANGE RATES AND OIL PRICES****Viktoriya V. AKBERDINA<sup>a,\*</sup>, Nikolai P. CHERNAVIN<sup>b</sup>, Fedor P. CHERNAVIN<sup>c</sup>**<sup>a</sup> Institute of Economics of Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russian Federation  
akb\_vic@mail.ru<sup>b</sup> Institute of Economics of Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russian Federation  
ch\_k@mail.ru<sup>c</sup> Institute of Economics of Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russian Federation  
chernavin\_fedor@mail.ru

\* Corresponding author

**Article history:**

Received 30 October 2017

Received in revised form

13 November 2017

Accepted 27 November 2017

Available online

14 December 2017

**JEL classification:** C38, C53, C65, G17**Keywords:** committee

machine method, data analysis, financial market, currency rate, oil

**Abstract****Importance** This article discusses the forecasting of financial asset prices considering the most liquid and known financial assets of currency and commodity markets, such as currency pairs of USD/RUB, EUR/RUB, CAD/USD and the Brent crude oil.**Objectives** The paper aims to show that in financial markets, a great number of traders and analysts are shaping the demand for new interesting analytical tools, develop a methodology for establishing committee machine designs and principles of their use in financial markets, and show real practical results of the committee machine method use.**Methods** To forecast the price of financial assets, we used a majority committee machine method. Data from the Moscow Exchange (MOEX) and FOREX market are used as a source of information on market prices.**Results** The paper shows the conditions for the applicability of the decision rules received in real trade. For illustration purposes, the decisions given in the article are analyzed by income from January 7, 2010 to May 23, 2017.**Conclusions** The paper concludes that the committee machine method is applicable as a tool for forecasting real time financial asset prices.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2017

**Please cite this article as:** Akberdina V.V., Chernavin N.P., Chernavin F.P. Application of the Committee Machine Method to Forecast the Movement of Exchange Rates and Oil Prices. *Finance and Credit*, 2017, vol. 23, iss. 46, pp. 2746–2761.  
<https://doi.org/10.24891/fc.23.46.2746>

**References**

1. Ablow C.M., Kaylor D.J. Inconsistent Homogeneous Linear Inequalities. *Bulletin of the American Mathematical Society*, 1965, vol. 71, iss. 5, p. 724.  
URL: <https://doi.org/10.1090/S0002-9904-1965-11360-X>
2. Ablow C.M., Kaylor D.J. A Committee Solution of the Pattern Recognition Problem (Corresp.). *IEEE Transactions on Information Theory*, 1965, vol. 11, iss. 3, pp. 453–455.  
URL: <https://doi.org/10.1109/TIT.1965.1053785>
3. Bláha S. The Convergence of a Committee Solution of the Pattern Recognition Problem. *Kybernetika*, 1969, vol. 5, no. 6, pp. 474–483.  
URL: [https://dml.cz/bitstream/handle/10338.dmlcz/124146/Kybernetika\\_05-1969-6\\_2.pdf](https://dml.cz/bitstream/handle/10338.dmlcz/124146/Kybernetika_05-1969-6_2.pdf)
4. Osborne M.L. The Seniority Logic: A Logic for a Committee Machine. *IEEE Trans. on Comp.*, 1977, vol. C-26, iss. 12, pp. 1302–1306.
5. Takiyama R. A General Method for Training the Committee Machine. *Pattern Recognition*, 1978, vol. 10, iss. 4, pp. 255–259.

6. Mazurov V.D. *Metod komitetov v zadachakh optimizatsii i klassifikatsii* [A committee machine method in optimization and classification tasks]. Moscow, Nauka Publ., 1990, 248 p.  
URL: <http://bookre.org/reader?file=578371&pg=3>
7. Mazurov V.D., Khachai M.Yu. [Committee machine structures]. *Izvestiya Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya Matematika i mekhanika*, 1999, no. 14, pp. 77–108.  
URL: <http://hdl.handle.net/10995/24572> (In Russ.)
8. Mazurov V.D., Khachai M.Yu., Rybin A.I. [Committee structures to solve the problem of choice, diagnostics and forecasting]. *Trudy Instituta matematiki i mekhaniki UrO RAN*, 2002, vol. 8, iss. 1, pp. 66–102.  
URL: <http://www.mathnet.ru/links/bd7b5b1c832c5a5699cc15db607bc402/timm289.pdf> (In Russ.)
9. Mazurov V.D., Khachai M.Yu. [Committee machine structures as a synthesis of solutions to conflicting research tasks]. *Diskretnyi analiz i issledovanie operatsii. Seriya 2*, 2003, vol. 10, no. 2, pp. 56–66. URL: <http://math.nsc.ru/publishing/DAOR/content/2003/06/56.pdf> (In Russ.)
10. Mazurov V.D. [On the committee construction of the convex inequality system]. *Kibernetika*, 1967, no. 2, pp. 56–59. (In Russ.)
11. Mazurov V.D. [Committee of inequality systems and the recognition problem]. *Kibernetika*, 1971, no. 3, pp. 140–146. (In Russ.)
12. Khachai M.Yu. [On the majority committee machine]. *Diskretnaya matematika = Discrete Mathematics and Applications*, 1997, vol. 9, iss. 3, pp. 82–95. (In Russ.)  
URL: <https://doi.org/10.4213/dm485>
13. Khachai M.Yu. [On the assessment of the number of the smallest committee of members of the linear inequality system]. *Zhurnal vychislitel'noi matematiki i matematicheskoi fiziki = Computational Mathematics and Mathematical Physics*, 1997, vol. 37, iss. 11, pp. 1399–1404.  
URL: <http://www.mathnet.ru/links/95af4b3ab55fa8a67d36e5b0135cb116/zvmmf1999.pdf> (In Russ.)
14. Khachai M.Yu. [On a nature game, connected with making decisions by a majority vote]. *Zhurnal vychislitel'noi matematiki i matematicheskoi fiziki = Computational Mathematics and Mathematical Physics*, 2002, vol. 42, iss. 10, pp. 1609–1616.  
URL: <http://www.mathnet.ru/links/94714d1d76e91eef214b69196bc1f2c0/zvmmf1123.pdf> (In Russ.)
15. Nikonov O.I., Chernavin F.P., Medvedeva M.A. *Problemy klassifikatsii: metod komitetov* [Classification issues: A committee machine]. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/38172884.pdf> (In Russ.)
16. Nikonov O.I., Chernavin F.P. [Constructing rating groups of retail borrowers using the committee method]. *Den'gi i kredit = Money and Credit*, 2014, no. 11, pp. 52–54. (In Russ.)

### Conflict-of-interest notification

We, the authors of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.