

РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ ТОРГОВЫХ СТРАТЕГИЙ НА ВАЛЮТНОМ РЫНКЕ FoRex

В работе представлен методический подход автора к построению модели анализа и прогнозирования динамики валютного курса с позиции решения задачи типологической классификации его состояний методом факторного шкалирования. Рассматривается методика построения эффективных торговых стратегий на основе разработанной модели.

Ключевые слова: метод, прогноз, анализ, динамика, валютный курс, модель, классификация, факторное шкалирование.

Введение

На динамику валютного курса (ВК) оказывают сильное влияние происходящие изменения в экономиках различных стран, а величина изменений определяет доходность всех видов международных операций. Поэтому для всех участников международного валютного рынка актуален вопрос прогнозирования возможных изменений курса (направления движения – рост, падение) с целью минимизации потерь и обеспечения прибыльности совершаемых операций.

Для прогнозирования валютного курса используют методы фундаментального (ФА) и технического (ТА) анализов. ФА изучает причины движения рынка, а ТА анализирует само движение – результат влияния фундаментальных факторов. Методы ФА и ТА являются методической основой инструментария валютного дилинга и информационной основой разработки эффективных торговых стратегий инвестора.

С развитием вычислительной техники и средств коммуникаций, а также сети Интернет появилась возможность автоматизировать процесс принятия решения в виде механической торговой системы трейдера (МТС), позволяющей формализовать правила торговли, научно обосновать элементы принятой торговой стратегии. Исследования, опыт создания прогностических механических торговых систем на финансовых рынках практически не представлены в научной литературе.

В статье приводится практическая реализация нового методического подхода к моделированию динамики ВК с позиции решения задачи типологической классификации его состояний методом факторного шкалирования и построения эффективных торговых стратегий (ТС) в виде МТС на основе разработанной модели.

Методический подход основан на методологии, которая подробно изложена в предыдущих работах автора [1] и реализуется в виде примыкающих к ней методик. Разработаны и предложены: методика анализа и прогнозирования динамики ВК на разных масштабах ценовых данных [1] и методика разработки и оценки эффективных торговых стратегий (МТС) для ведения торговых операций на BP FoRex.

Подробное описание методики моделирования динамики ВК в рамках нового подхода, строгое обоснование модели, полученной на основе метода факторного шкалирования, приводится в предыдущих работах автора [2]. Кратко рассмотрим основные этапы моделирова-

ния и применение полученной модели к построению эффективных торговых стратегий на BP FoRex.

Информационной базой исследования являются котировки рынка FoRex – дневные изменения курса EUR/USD с 2002 по 2010 г.

Моделирование динамики ВК на дневных данных

Под факторным шкалированием понимается «процедура, позволяющая присваивать каждому объекту некоторые числовые оценки значений выделенных факторов, используя значения наблюдаемых переменных для этого объекта» [3. С. 52]. В данном исследовании сначала проводится разведочный ФА методом главных компонент, затем по величине собственных значений и процента дисперсии определяется необходимое число факторов и проводится повторный ФА, решение которого принимается окончательным.

В качестве исходных переменных, характеризующих текущую ситуацию на рынке в момент времени t , использованы цена закрытия и средняя цена. В общем случае, текущую ситуацию на рынке описывает вектор с координатами $Xt = \{x_1, x_2, x_3, x_4\}$, где верхняя цена – x_1 , нижняя цена – x_2 ; верхняя средняя – x_3 , нижняя средняя – x_4 . Каждая из указанных величин представляет собой скорость изменения тренда в одинаковых единицах измерения и соответствует тангенсу угла наклона линии поддержки или сопротивления к оси времени, проведенной через соседние пики (префикс в имени – «Верхняя») или впадины (префикс в имени – «Нижняя»). Каждая впадина или пик является точкой разворота промежуточной тенденции. Вычисляется угловой коэффициент прямой, соединяющей две соседние впадины или два соседних пика по известной формуле. Угловой коэффициент пересчитывается в пунктах. Значения x_1 и x_2 вычислены по цене закрытия.

Для получения факторного отображения в данной работе используется МГК (метод главных компонент). Для проверки адекватности факторного решения используются различные критерии, в том числе с целью оценки значимости решения, – метод максимального правдоподобия (ММП).

При анализе факторного отображения [2] можно выделить одну группу, состоящую из трех переменных, которая характеризует первый скрытый фактор, а по второму фактору – две группы (положительные, отрицательные значения факторных координат векторов признаков). Вклад первого фактора в суммарную дисперсию переменных составляет 75,48 %, а второго – 13,98 %. Существует несколько критериев для оценки числа удерживаемых факторов в факторном решении.

Критерий отсеивания факторов (предложен Каттелом) [3] основан на исследовании графика зависимости «число факторов – собственные числа». Выделение количества факторов заканчивается, когда зависимость почти близка к горизонтальной линии.

В нашем случае есть смысл оставить один первый фактор в смысле этого критерия. Кайзер утверждал, что факторы, имеющие собственные значения корреляционной матрицы меньше единицы, не имеют практической ценности. Хотя вклад фактора в суммарную дисперсию чуть больше 10 %, оставляем один фактор. С точки зрения практики удовлетворительным является однофакторное решение. Первая главная компонента, имеющая собственное значение 2,264457, учитывает 75,48 % суммарной общности.

Из-за ошибок, неточностей экспериментальных данных выборочные корреляции и аппроксимированные не совпадают. В идеале значения остатков матрицы коэффициентов корреляции должны быть близки к нулю. Матрица остатков позволяет судить об адекватности модели экспериментальным данным. Остатки, полученные МГК, равны $-0,09$; $-0,13$; $-0,15$.

ММП позволяет использовать для оценки значимости модели (при фиксированном числе факторов) критерий хи-квадрат. Для факторного решения, полученного ММП с произвольной исходной матрицей с единицами на главной диагонали и одного фактора, остатки равны нулю, модель адекватна данным. Предполагается, что факторы независимы и распределены нормально с нулевым средним и единичной дисперсией. Переменные имеют многомерное нормальное распределение. Собственное значение для этого фактора – 1,90485, процент дисперсии переменных, объясняемый фактором, – 63,4949. Это немного меньше, чем для факторного решения, полученного МГК. Максимально правдоподобные факторные нагруз-

ки, общности, также немного отличаются. Проверить гипотезу о числе значимых общих факторов при данном доверительном уровне с помощью статистического теста (хи-квадрат) не представляется возможным, так как число степеней свободы, детерминант корреляционной матрицы остатков равны нулю, поэтому значение статистики также равно нулю. ММП выделил один фактор (по крайней мере один), адекватно описывающий экспериментальные данные в смысле максимального правдоподобия. Оценки факторного решения ММП и МГК близки, что является дополнительным подтверждением адекватности однофакторного решения. Проверка адекватности однофакторного решения по другим критериям [2] позволяет сделать вывод: однофакторная модель соответствует данным в смысле указанных критериев.

Выделенный фактор используется для факторного шкалирования (ФШ), цель которого – определение значений общего фактора через наблюдаемые переменные. Результаты классификации объектов, представленные графически на фактор-плане [2], показывают, что множество точек (объектов) вытянуто наиболее сильно в направлении первой главной компоненты. Первая главная компонента – ортонормированная комбинация признаков, которая обладает самой большой дисперсией, т. е. при переходе от объекта к объекту меняется сильнее остальных. Проекция случаев (объектов) на фактор-план подтверждают гипотезу о типе поведения валютного курса и его возможной типологической классификации. Классы состояний ВК (объектов), нисходящий, восходящий, боковой тренд, хорошо разделяются и не пересекаются. ФА способствовал выявлению закономерностей ВК, лежащих в его поведении, которые подтверждают выделение трех классов по первому скрытому фактору.

Значение фактора $\text{Factor1} > 1,25$ стандартных отклонений определяет состояние как нисходящий тренд; $\text{Factor1} < -1,1$ – как восходящий тренд, и значение, лежащее в интервале $1,25 > \text{Factor1} > -1,1$, определяет тип поведения ВК как флэт. Скрытый первый фактор может иметь название – тип тренда, которое раскрывает экономический смысл выявленной закономерности.

Верификация модели проводилась в два этапа: классификация объектов, поиск пороговых значений и реализация простой торговой стратегии на экзаменационной выборке. Вычислены факторные координаты случаев, использована факторная шкала, полученная в программе Statistica 6.0:

$$\text{Фактор1} = \text{Верхняя_цена} \times (-0,37513) + \text{Верхняя_средняя} \times (-0,391583) + \\ + \text{Нижняя_средняя} \times (-0,385691).$$

Для поиска пороговых значений факторной шкалы применен ROC-анализ.

Вычислены чувствительность и специфичность модели для трех вариантов: 0 – (флэт) и все остальные классы; 1 – (восходящий тренд) и все остальные классы; 2 – (нисходящий тренд) и все остальные классы.

Поиск пороговых значений для классификации объектов выполнен по критериям: «максимум суммарной чувствительности и специфичности модели» и «баланс между чувствительностью и специфичностью». В качестве исследуемого порога отсеечения рассматривалось каждое последующее значение факторной шкалы (без упорядочивания). Вычислялись соответствующие значения чувствительности и специфичности. Использована выборка данных объема $n = 1249$ (01.06.2004–11.08.2005). Выполнен анализ подбора пороговых значений факторной шкалы. Максимальная чистая прибыль достигается при значениях $\Pi_1 = -19,66$ и $\Pi_2 = 22,83$.

Проведена классификация валютного курса по правилу: если $-19,66 < \text{ФК} < 22,83$, то наблюдается флэт; если $\text{ФК} < -19,66$, то – восходящий тренд; если $\text{ФК} > 22,83$, то – нисходящий тренд (ФК – значение факторной шкалы). Результаты классификации: тип тренда – 0, процент правильной классификации – 86,52 %; тип тренда – 1, процент правильной классификации – 91,67 %; тип тренда – 2, процент правильной классификации – 94,23 %; общий процент правильной классификации – 89,46 %. Результаты тестирования простой торговой стратегии (в пунктах): количество сделок – 106, прибыль – 29522,9961, убыток – -95,9992, чистая прибыль – 29426,9961. Результаты верификации подтверждают пригодность модели

для дальнейших исследований. Найдена пригодная модель для прогнозирования динамики ВК на дневных данных инструмента EUR/USD.

Методика построения и оценки эффективных торговых стратегий на основе разработанной модели

Концепция методики построения торговых стратегий (МТС). Главный объект методики – это МТС (программа – эксперт), имеющая объективные правила ведения торговли и реализующая определенную торговую стратегию (и тактику) трейдера. В дальнейшем будем понимать категории «торговая стратегия» и «механическая торговая система» как синонимы. Каждая стратегия содержит основные элементы: правила входа в рынок (открытия торговой позиции), правила выхода с рынка (закрытия открытой позиции), правила управления риском и капиталом. Процедура разработки торговой стратегии предполагает конкретное описание указанных элементов.

Методика состоит из следующих шагов: 1) формулирование, 2) программирование, 3) тестирование (оптимизация и моделирование торговли), 4) оценивание эффективности и статистической значимости торговой стратегии. Система готова к реальной торговле при наличии приемлемых показателей эффективности, соответствующих предварительно сформулированным критериям доходности. Затем осуществляется реальная торговля и отслеживание реальной эффективности МТС, оптимизация параметров стратегии при изменении рыночных условий и обновление параметров модели в случае возникновения структурных изменений рынка.

Этапы программирования, тестирования, реальной торговли выполняются с помощью специального программного обеспечения – торгового терминала (симулятора торгового счета). Для проведения исследований и торговых операций выбран дилинговый центр Альпари¹, предлагающий более выгодные условия сделок: кредитное плечо – 1 : 100, минимальный лот – 100 000 единиц базовой валюты, спрэд – 5 пунктов, комиссия – 0, минимальный размер залогового депозита – 1 000 \$ USD. Стратегии тестируются с учетом этого набора условий (сумма депозита – 10 000 \$ USD). Используемое программное обеспечение – информационная система MetaTrader4, включающая редактор программ MetaEditor с алгоритмическим языком MQL4 для написания советников (МТС).

На практике большинство трейдеров открывается «не в ту сторону», за счет чего несут большие убытки. Повысить эффективность ТС можно за счет уточнения моментов входа в рынок и выхода из него с помощью фильтров. В качестве фильтра в разрабатываемых стратегиях используется осциллятор iSAR – параболик.

1. Формулирование базовой стратегии. Концепция – торговля по тренду. Открытие позиции – по сигналу модели или / и по сигналу фильтра – осциллятора iSAR, хорошо определяющего точки разворота тенденции (связка *и* уменьшает, а *или* увеличивает количество сделок). Закрытие позиции – по совпадению сигналов модели и фильтра – осциллятора iSAR. Осциллятор используется для реализации сигнала трейлинг-стоп с целью управления риском. Правила управления капиталом: каждая сделка ограничена 2 % от суммы депозита. Используемая тактика – торговля одним ордером, открытие нового ордера на следующем тике цены после закрытия предыдущего, т. е. выполняется проверка подтверждения сигнала.

2. Программирование стратегии осуществляется в редакторе MetaEditor на языке MQL4. Разрабатывается программа-советник, способная осуществлять торговые операции в реальном режиме времени.

3. Тестирование стратегии. Цель тестирования – получение показателей, необходимых для объективной оценки эффективности торговой системы на конкретном интервале ценовой истории. Тестирование включает процедуры оптимизации и моделирования торговли. Оптимизация – настройка правил и условий (параметров) стратегии на реальные рыночные условия. Моделирование торговли – проверка стратегии на интервале вне построения и оптимизации.

¹ См.: <http://www.alpari.ru/ru/quote-archives/>

Основные способы организации процедуры тестирования (оптимизации) ТС рассматриваются в работах [4–6]. Обсуждаются три способа.

Простая оптимизация. Стратегия оптимизируется на полном отрезке ценовой истории (например, 10 лет) методом полного перебора значений параметров. Лучшим признается вариант, при котором показатели доходности максимальны. Затем осуществляется тестирование (торговля) на следующем интервале данных с найденными оптимальными параметрами. При таком способе не учитывается объективная необходимость настройки параметров стратегии на новые рыночные условия внутри ценовой истории, что часто приводит к убыткам в реальной торговле.

Форвардное тестирование (анализ) оценивает эффективность ТС на основе постоптимизационного тестирования на данных, не входящих в интервал оптимизации [4]. Цель форвардного (опережающего) тестирования – подтверждение способности ТС приносить прибыль в реальной торговле в будущем. Форвардный анализ состоит из двух шагов: оптимизация на некотором отрезке ценовой истории и тестирование (моделирование торговли) на новом отрезке, не входящем в интервал оптимизации. Затем стратегия оптимизируется на всех предыдущих интервалах, включая последний, и снова тестируется на новом следующем интервале и т. д. Авторы указанных работ пришли к выводам, что этот метод не лучше предыдущего.

Тестирование вне выборки или простое опережающее тестирование. Чтобы подтвердить или опровергнуть результаты оптимизации, проводится тестирование на одном или нескольких периодах вне выборки, т. е. на данных, не использовавшихся для разработки или оптимизации системы. Множественные тесты вне пределов выборки дают некоторую гарантию устойчивости системы, поскольку они подтверждают, что система, по крайней мере на некоторых интервалах, работала более или менее стабильно. Система оптимизируется на одном куске данных (например, 5 лет истории), затем стратегия с оптимальными параметрами тестируется на другом куске данных (например, следующие 3–5 лет). Если система показала эффективность, то набор параметров считается оптимальным и окончательным. Ч. ЛеБо и Д. Лукас [5] этот способ считают наилучшим. Однако этот метод, так же как и простая оптимизация, не учитывает текущие изменения условий и структуры рынка, что может приводить к убыткам.

В работе [6] рассматриваются два альтернативных способа: тестирование с прогонкой вперед (соответствует форвардному тестированию) и самоадаптивные системы. Практически все сделки происходят на данных вне пределов выборки. Самоадаптивные системы работают таким же образом, но в этом случае адаптивный процесс (оптимизация) является частью модели (системы). Как только поступает новая точка данных, самоадаптивная система обновляет свое внутреннее состояние – правила и параметры [6. С. 67].

При выборе метода тестирования стратегии возникают два вопроса, на которые есть разные ответы. Первый: какой временной интервал ценовой истории необходим, чтобы обеспечить хорошую результативность системы в будущем? Второй вопрос касается сегментирования данных: тестировать одним куском, что хорошо для статистического анализа доходности, или в виде серии мелких интервалов данных? Д. Кац [6] утверждает, что минимальный объем исторических данных, обеспечивающий приемлемый анализ, – это 5 лет при условии, что этот период включает разные рыночные условия (бычий, медвежий и боковой рынки). Что касается сегментирования данных, то предлагается деление на интервалы длительностью по 2 года и применение к ним форвардного анализа [6. С. 67].

Р. Пардо [4] предлагает форвардное окно выбирать длительностью 6 месяцев на часовых данных и один год на дневных. По его мнению, достаточно провести 12 тестов [4. С. 23], и если 50 % из них прибыльны, то система готова. Согласно Р. Пардо стратегии (торговые модели), оптимизируемые на большом тестовом окне, имеют больший срок годности. Для уверенной торговли он рекомендует выбирать торговое окно размером «от 1/8 до 1/4» тестового окна (всей ценовой истории) [4. С. 135]. Для наших исследований интервал тестирования стратегий составляет 7 лет, значит, срок годности МТС – от одного года до полутора лет.

Важной проблемой всех торговых систем является «изменение характера рынка», что выражается в недостатке ценового движения, возникновении неблагоприятных непротестиро-

ванных условий рынка, связанных с резкими изменениями волатильности цены, объема, ликвидности рынка, размера и частоты ценовых разрывов и пр. Все эти неприятные моменты приводят к убыткам.

4. Оценка статистической значимости торговой системы. Многие разработчики не оценивают статистическую значимость результатов работы торговых систем. На самом деле, очень важно определить, действительно ли наблюдаемые прибыли реальны и какова вероятность того, что система будет прибыльна в будущем в реальной торговле. Хотя тестирование на данных вне пределов выборки может показать, выдержит ли ТС испытание новыми данными, при помощи статистического анализа можно определить, случаен ли результат или он основан на реальных достоинствах системы. Мы считаем, что оценка значимости ТС принципиально важна. Среди методов статистического анализа, применяемых с этой целью, можно указать проверку по критерию Стьюдента, корреляционный анализ и некоторые виды непараметрического статистического анализа (например, критерий наличия чередующихся полос в ряду данных) [6. С. 72].

Проверка по критерию Стьюдента позволяет определить вероятность того, что общая прибыль ряда сделок может превысить некоторое пороговое значение в силу простой случайности, а также установить границы производительности ТС в будущем (если предположить, что на рынке не ожидается структурных изменений). В предлагаемой методике для оценки статистической значимости используется проверка по критерию Стьюдента согласно рекомендациям Д. Кац и Д. МакКормик [6. С. 74].

Для решения обозначенных проблем предлагается свой подход, реализованный в рассматриваемой методике, который сочетает отдельные элементы указанных выше способов тестирования. Рассмотрим подробно.

Вся ценовая история (9 лет) с 01.06.2002 по 01.07.2011 разбивается на несколько интервалов исследования: 0 – 2-летний интервал обратного тестирования (01.06.2002–01.06.2004), 1 – интервал построения модели (01.06.2004–11.08.2005), 2 – (11.08.2005–11.08.2006), 3 – (11.08.2006–11.08.2007), 4 – (11.08.2007–11.08.2008), 5 – (11.08.2008–27.03.2009), 6 – (27.03.2009–01.06.2010), 7 – (01.06.2010–01.07.2011). Интервалы со 2-го по 7-й используются для форвардного анализа.

Тестирование стратегии, в свою очередь, включает несколько шагов.

1. После оценки и предварительного тестирования математической модели динамики рынка необходимо убедиться в ее работоспособности и пригодности к реальной торговле. Для этого на 1-м интервале ценовой истории (интервале построения модели) осуществляется тестирование «чистой» стратегии (модели) без фильтра с учетом спреда. Результаты сравниваются с результатами, полученными на предварительном этапе. Проверяются все формулы и правила, протокол сделок и выполнение теоретических положений модели: соответствует тому, как было задумано, или нет. При необходимости осуществляется корректировка программы. Формулируются критерии доходности и устойчивости торговой стратегии, пригодности модели рынка. Выполняется оптимизация на этом интервале.

Для оценки эффективности стратегии (МТС) используются показатели, выводимые торговым терминалом: чистая прибыль, доходность (отношение средней прибыли к среднему убытку), количество сделок (из них выигрышных), математическое ожидание выигрыша (средняя прибыльность / убыточность одной сделки), максимальная просадка (наибольший убыток от локального максимума в валюте депозита и в процентах от депозита – показатель риска), абсолютная просадка (наибольший убыток ниже значения начального депозита) и др.

Устойчивость торговой системы понимается [6. С. 61] в трех смыслах: прибыль на широком диапазоне переменных, прибыль на широком диапазоне рынков, прибыль на широком диапазоне рыночных условий (восходящий, нисходящий, боковой тренд).

В нашем случае за критерий устойчивости ТС принимается достижение годовой прибыли не менее 15 % (средняя величина банковского депозита) на широком диапазоне рыночных условий и способность ТС к настройке на новые рыночные условия в результате оптимизации без обновления параметров (коэффициентов) модели рынка. Критерий годности модели – способность торговой стратегии к оптимизации при форвардном тестировании.

2. Для сравнения эффективности использования модели в МТС формулируется торговая стратегия на основе осциллятора iSAR со стандартными параметрами (без модели). На этом же интервале ценовой истории осуществляется тестирование и оптимизация. Результаты сравниваются.

3. Затем тестируется, оптимизируется и оценивается основная стратегия, сформулированная выше, включающая комбинацию условий и правил на основе модели прогнозирования динамики рынка и осциллятора iSAR. Выполняются шаги:

- оптимизация на 1-м интервале и форвардное тестирование вне выборки на остальных интервалах (со 2-го по 7-й) с найденными оптимальными параметрами;
- если на каком-то интервале k система убыточна (изменились условия рынка), то оптимизируются параметры системы на всех интервалах ценовой истории от 1 до k включительно;
- снова осуществляется форвардное тестирование и оценка эффективности на следующем интервале и т. д. Цель – получить общее представление о доходности системы.

Результаты практического применения разработанной методики

1. Формулирование стратегий. Исследуются четыре стратегии. Во всех стратегиях принято: концепция – торговля по тренду; правила управления капиталом – каждая сделка ограничена 2 % от суммы депозита; используемая тактика – торговля одним ордером, открытие нового ордера на следующем тике цены после закрытия предыдущего.

Стратегия А (Стр. А). Открытие позиции – по сигналу модели, используются пороги – 19,66 и 22,83. Закрытие позиции – по сигналу модели. Стопы не используются.

Стратегия S (Стр. S). Открытие позиции – по сигналу осциллятора iSAR со стандартными параметрами (0,02; 0,2). Закрытие позиции – по сигналу осциллятора iSAR: при купле – цена ниже линии осциллятора, при продаже – цена выше линии осциллятора. Осциллятор используется для реализации сигнала трейлинг-стоп с целью управления риском.

Стратегия 1 (Стр. 1). Открытие позиции – по сигналу модели или по сигналу фильтра – осциллятора iSAR. Закрытие позиции – по совпадению сигналов модели и фильтра – осциллятора iSAR.

Стратегия 2 (Стр. 2). Открытие позиции – по совпадению сигналов модели и фильтра – осциллятора iSAR. Закрытие позиции – по совпадению сигналов модели и фильтра – осциллятора iSAR.

2. Программирование стратегий. Для каждой стратегии написана программа-советник на языке MQL4.

3. Тестирование стратегий. Тестирование проводилось в несколько этапов.

1. Результаты работы стратегий (проверка без оптимизации) на интервале построения модели и последующих интервалах приведены в табл. 1.

Анализ табл. 1 показывает, что результаты *Стратегии А* согласуются с результатами, полученными на этапе предварительного тестирования при построении модели, модель работает. *Стратегия S* на основе осциллятора показывает лучше результат по показателю «прибыльность», однако проигрышных сделок намного больше и максимальная просадка также больше. *Стратегия 2* показывает самый лучший результат по нескольким показателям, но за год – всего 6 сделок, из которых только 4 прибыльных. Наиболее приемлемый результат по совокупности показателей показала *Стратегия 1*. Для дальнейшего анализа оставляем две стратегии – *Стратегии 1* и 2. Анализ работы стратегий на последующих интервалах (тест вне выборки) показывает, что на интервале 11.08.2005–11.08.2007 наблюдаются убытки, а на следующем интервале ценовой истории 11.08.2007–27.03.2009 стратегии прибыльны. Это объясняется тем, что условия рынка в период 11.08.2005–11.08.2007 изменились и в модели наблюдается «разладка». Наблюдаемая доходность в последующий период 11.08.2007–27.03.2009 свидетельствует о работоспособности модели, условия рынка вновь изменились и соответствуют «модельным». Обратное тестирование подтвердило работоспособность *Стратегии 1*. Для дальнейшего анализа оставляем эту стратегию.

Таблица 1

Результаты тестирования стратегий

| Стратегия / интервал | Прибыль / убыток | Количество сделок / выигрышных | Чистая прибыль, \$ | Максимальная просадка, % | Годовая прибыль, % |
|----------------------|------------------|--------------------------------|--------------------|--------------------------|--------------------|
| Стр. А / 1 | 1,15 | 41 / 22 | 2017,01 | 43,29 | 20,17 |
| Стр. S / 1 | 1,4 | 31 / 11 | 8878,25 | 57,84 | 88,78 |
| Стр. 1 / 1 | 2,01 | 28 / 16 | 11619,02 | 27,83 | 116,19 |
| Стр. 2 / 1 | 3,29 | 6 / 4 | 6547,40 | 31,52 | 65,47 |
| Стр. 1 / 2+3 | 0,0 | 9 / 1 | -9486,77 | 95,33 | -94,86 |
| Стр. 1 / 4+5 | 1,29 | 29 / 15 | 11080,93 | 56,99 | 110,8 |
| Стр. 2 / 2+3 | 0,81 | 9 / 6 | -1251,02 | 58,44 | -12,51 |
| Стр. 2 / 4+5 | 1,12 | 15 / 10 | 3165,41 | 98,29 | 31,65 |
| Стр. 2 / 0 | 0,0 | 8 / 8 | -1042,43 | 85,64 | -10,42 |
| Стр. 1 / 0 | 1,23 | 33 / 16 | 171,82 | 54,51 | 1,71 |

2. Выполним оптимизацию параметров *Стратегии 1* на интервале построения модели и затем форвардное тестирование на последующих интервалах с найденными оптимальными параметрами. Оптимизация проводилась в среде терминала MetaTrader4, использован встроенный генетический алгоритм. Параметры модели (пороги отсечения si_1 , si_2) и осциллятора (p_1 и p_2) изменялись в пределах: si_1 от -1 до -40 с шагом $0,001$; si_2 от 1 до 40 с шагом $0,001$; p_1 от $0,001$ до $0,06$ с шагом $0,001$; p_2 от $0,01$ до $0,6$ с шагом $0,001$. Были отобраны три варианта, приемлемые в смысле доходности стратегии. Форвардный анализ вариантов показал работоспособность *Стратегии 1* с переменным успехом: на 2-м интервале по-прежнему наблюдается убыток, а также убыток фиксируется на 5 и 6-м интервалах. Причина – изменились рыночные условия.

3. Выполним оптимизацию параметров на 2-м (11.08.2005–11.08.2006), 3-м (11.08.2006–11.08.2007) интервалах (где наблюдается убыток), а также на интервале 01.06.2004–27.03.2009 (1 + 2 + 3 + 4 + 5). График капитала свидетельствует о равномерности смены состояния баланса счета, сглаженности кривой. Полученные оптимальные параметры используем для форвардного тестирования на следующих интервалах (6 и 7-м) ценовой истории.

Оптимизация на 2 и 3-м интервалах позволила найти прибыльные варианты, что свидетельствует об устойчивости модели (стратегии), так как ТС оказалась способна к настройке на новые рыночные условия в результате оптимизации без обновления параметров (коэффициентов) модели рынка. Для тестирования вне выборки использованы оптимальные параметры варианта 2 899. На 6-м интервале по-прежнему фиксируется убыток. Согласно предлагаемой методике необходимо выполнить оптимизацию на 6-м интервале (27.03.2009–01.06.2010), что будет сделано ниже.

4. Выполним оценку статистической значимости для варианта 2 889 (достигается большее количество сделок с лучшими показателями).

Результаты *статистического анализа средней прибыли / убытка за сделку*: всего сделок – 106; выигрышных – 57 (53,77 %); среднее значение выборки – 691,8177; стандартное отклонение выборки (СО) – 2877,537; ожидаемое СО среднего – 279,4911; t -критерий (прибыль / убыток > 0) – 2,475294; степени свободы – 105; вероятность (p) – 0,99312 [7. С. 498]; статистическая значимость ($1 - p$) – 0,00688.

Анализ *доверительного интервала вероятности выигрышной сделки* в процентах: всего сделок – 106; выигрышных сделок – 0,537736; вероятность – 0,99; наименьшее значение, для которого интегральное биномиальное распределение больше или равно заданному критерию, процент прибыльных сделок – 69; верхняя 99 %-я граница – 0,650943; нижняя 99 %-я граница – 0,424528.

Таблица 2

Результаты оптимизации

| Проход / интервал | Средне-годовая прибыль, % | Чистая прибыль, \$ | Прибыльность | Количество сделок / выигрышных | Максимальная просадка, % | Оптимальные параметры |
|-------------------|---------------------------|--------------------|--------------|--------------------------------|--------------------------|---|
| 2521 / 6 | 347,86 | 34786,20 | 9,56 | 6 / 4 | 23,43 | $p_1 = 0,002, p_2 = 0,026, si_1 = -40,0, si_2 = 23,3$ |
| 78 / 6 | 136,78 | 13678,40 | 1,81 | 20 / 11 | 35,98 | $p_1 = 0,047, p_2 = 0,037, si_1 = -31,5, si_2 = 1,3$ |
| 922 / 7 | 165,91 | 16591,60 | 2,69 | 17 / 9 | 22,77 | $p_1 = 0,053, p_2 = 0,224, si_1 = -29,8, si_2 = 39,8$ |
| 3259 / 7 | 277,46 | 27746 | 3,91 | 23 / 17 | 30,65 | $p_1 = 0,056, p_2 = 0,259, si_1 = -4,0, si_2 = 18,0$ |
| 295 / 6 + 7 | 81,6 | 16327,80 | 1,45 | 38 / 18 | 56,29 | $p_1 = 0,042, p_2 = 0,064, si_1 = -30,8, si_2 = 1,0$ |
| 3 515 / 6 + 7 | 227,9 | 45579,20 | 3,24 | 23 / 12 | 46,89 | $p_1 = 0,04, p_2 = 0,117, si_1 = -22,3, si_2 = 16,4$ |
| 3 467 / 6 + 7 | 165,35 | 33072,20 | 2,35 | 32 / 19 | 23,09 | $p_1 = 0,044, p_2 = 0,026, si_1 = -40,0, si_2 = 1,6$ |
| 13 / 6 + 7 | 54,15 | 10830,40 | 1,28 | 41 / 24 | 95,62 | $p_1 = 0,04, p_2 = 0,21, si_1 = -20,8, si_2 = 34,7$ |
| 96 / 6 + 7 | 31,27 | 6252,20 | 1,15 | 48 / 26 | 89,36 | $p_1 = 0,03, p_2 = 0,1, si_1 = -37,5, si_2 = 10,0$ |

В данном случае показатель вероятности (значимости) *средней прибыли / убытка за сделку* равен примерно 0,01, т. е. при испытании на независимых данных неэффективная стратегия показала бы столь же высокую, как и при тестировании, прибыль только в 1 % случаев. С вероятностью 99 % можно утверждать, что процент прибыльных сделок МТС в целом составит от 42 до 65. Для вычисления доверительных интервалов использована функция MS Excel КРИТБИНОМ().

5. Согласно методике выполним оптимизацию на 6-м (27.03.2009–01.06.2010), 7-м (01.06.20010–01.07.2011) интервалах ценовой истории отдельно и на двух интервалах одновременно (27.03.2009–01.07.2011). Результаты представлены в табл. 2. Анализ табл. 2 показывает:

- на 6-м интервале удалось найти оптимальные параметры, доставляющие прибыльность стратегии, что подтверждает устойчивость модели (и стратегии);
- среднегодовая прибыль (без реинвестирования) составила от 31 до 348 %;
- оптимизация на 7-м интервале позволила улучшить показатели стратегии по сравнению с результатами, полученными во время форвардного тестирования; эффективность системы сохранилась, шанс, что система в будущем сможет работать прибыльно, остается хорошим;
- оптимизация на двух последних интервалах (6 + 7) подтверждает устойчивость модели (стратегии), лучший вариант – 3 467. Несмотря на то, что на 6-м интервале наблюдались убытки при форвардном тестировании, есть варианты, доставляющие прибыль (лучший вариант – 3 259). Для указанных вариантов выполним оценку статистической значимости стратегии.

Результаты *статистического анализа средней прибыли / убытка за сделку* варианта 3 259: всего сделок – 23; выигрышных – 17 (73,91 %); среднее значение выборки – 1206,348;

стандартное отклонение выборки (CO) – 3083,925; ожидаемое CO среднего – 643,0429; t -критерий (прибыль / убыток > 0) – 1,875999; степени свободы – 22; вероятность (p) – 0,9611 [7. С. 498]; статистическая значимость ($1 - p$) – 0,0389.

Анализ *доверительного интервала вероятности выигрышной сделки* в процентах: всего сделок – 23; выигрышных сделок – 0,7391; вероятность – 0,99; наименьшее значение, для которого интегральное биномиальное распределение больше или равно заданному критерию, процент прибыльных сделок – 21; верхняя 99 %-я граница – 0,913043; нижняя 99 %-я граница – 0,565217.

В данном случае показатель вероятности (значимости) *средней прибыли / убытка за сделку* равен 0,0389, т. е. при испытании на независимых данных неэффективная стратегия показала бы столь же высокую, как при тестировании, прибыль только в 3,89 % случаев. С вероятностью 99 % можно утверждать, что процент прибыльных сделок МТС в целом составит от 91 до 56.

Результаты *статистического анализа средней прибыли / убытка за сделку* варианта 3467 (6 + 7 интервалы): всего сделок – 32; выигрышных – 19 (59,38 %); среднее значение выборки – 1033,506; стандартное отклонение выборки (CO) – 4015,591; ожидаемое CO среднего – 709,8629; t -критерий (прибыль / убыток > 0) – 1,455924; степени свободы – 31; вероятность (p) – 0,92128 [7. С. 498]; статистическая значимость ($1 - p$) – 0,07872.

Анализ *доверительного интервала вероятности выигрышной сделки* в процентах: всего сделок – 32; выигрышных сделок – 0,5938; вероятность – 0,99; наименьшее значение, для которого интегральное биномиальное распределение больше или равно заданному критерию, процент прибыльных сделок – 25; верхняя 99 %-я граница – 0,78125; нижняя 99 %-я граница – 0,40625.

В данном случае показатель вероятности (значимости) *средней прибыли / убытка за сделку* равен 0,07872, т. е. при испытании на независимых данных неэффективная стратегия показала бы столь же высокую, как при тестировании, прибыль только в 7,87 % случаев. С вероятностью 99 % можно утверждать, что процент прибыльных сделок МТС в целом составит от 41 до 78.

T -критерий для наилучшего решения составил 1,455924 при статистической значимости 0,07872. Это хороший результат. Если бы тест проводился только один раз (без оптимизации), то вероятность случайно достичь такого значения была бы около 7,87 %, что позволяет сделать вывод, что МТС с большой вероятностью находит скрытую неэффективность рынка и имеет шанс на успех в реальной торговле в будущем.

Заключение

Модель динамики рынка, полученная на основе факторного шкалирования, показала устойчивость к случайным изменениям на рынке и свою пригодность в качестве формальной основы для разработки эффективных торговых стратегий (МТС) трейдера в качестве инструмента ведения торговых операций на BP FoRex.

С применением методики разработана эффективная *Стратегия 1* для ведения реальной торговли. Оценки *Стратегии 1* актуальны в течение срока годности – от года до полутора лет в предположении, что структура рынка не изменится.

Применение методики позволило повысить эффективность *Стратегии 1* по показателям доходности и устойчивости по сравнению с результатами *Стратегии А* («чистая» модель рынка) и *Стратегии S* (стандартная стратегия на основе осциллятора).

Список литературы

1. Крюков П. А. Методология моделирования динамики валютного курса // Экономика, управление, финансы: Материалы междунар. заоч. науч. конф. (Пермь, июнь 2011 г.) / Под ред. Г. Д. Ахметовой. Пермь: Меркурий, 2011. С. 66–72.

2. Крюков П. А., Крюкова В. В. Прогнозирование валютного курса на основе факторного шкалирования // Вестн. Кузбас. гос. техн. ун-та. 2011. № 1. С. 118–127.

3. Ким Дж.-О., Мьюллер Ч. У., Клекка У. Р. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ: Пер. с англ. / Под ред. И. С. Енюкова. М.: Финансы и статистика, 1989. 215 с.
4. Пардо Р. Разработка, тестирование и оптимизация торговых систем для биржевого трейдера: Пер. с англ. М.: Альпина Паблишер, 2002. 221 с.
5. ЛеБо Ч., Лукас Д. В. Компьютерный анализ фьючерсных рынков: Пер. с англ. М.: Изд. Дом «Альпина», 1998. 304 с.
6. Кац Д. О., МакКормик Д. Л. Энциклопедия торговых стратегий: Пер. с англ. М.: Альпина Паблишер, 2002. 400 с.
7. Справочник по прикладной статистике: В 2 т. / Под ред. С. А. Айвазяна, Ю. Н. Тюрина. М.: Финансы и статистика, 1990. Т. 2. 526 с.

Материал поступил в редколлегию 07.04.2011

Р. А. Kryukov

**WORKING OUT OF EFFECTIVE TRADING STRATEGY
IN THE CURRENCY MARKET FoRex**

In work the methodical approach of the author to construction of models of the analysis and forecasting of dynamics of the rate of exchange from a position of the decision of a problem of typological classification of its conditions by methods factorial scaling is presented. The technique of construction of effective trading strategy on the basis of the developed models is considered.

Keywords: a method, the forecast, the analysis, dynamics, the rate of exchange, model, classification, factorial scaling.