

Новый адаптивный метод следования за тенденцией и рыночными циклами

Данная статья является первой из серии статей, посвященных описанию разработанной автором новой механической системы торговли. Система основана на использовании для анализа биржевых котировок таких математических инструментов, как цифровая фильтрация и спектральная оценка дискретных временных рядов. Система реализована в виде компьютерной программы, способной генерировать торговые сигналы. При тестировании система показала блестящие результаты – доходность 692.1% и профит-фактор 17.88.



Предисловие

График, описывающий динамику изменения биржевых котировок или цен реальных сделок, может иметь произвольную форму, а именно: гладкую, негладкую, ломаную или даже разрывную. В математике такие функции называются неаналитическими. Но даже такая неаналитическая функция может быть представлена на конечном интервале времени бесконечной суммой синусоидальных функций.

Приведенное выше утверждение является содержанием знаменитой теоремы Фурье, которую инженер Жан Батист Жозеф де Фурье доказал 21 декабря 1807 г. на заседании Французской Академии. Отсюда следует, что любые временные функции (сигналы) могут быть однозначно представлены функциями частоты, которые называются их частотными спектрами. Эти функции описывают частотный состав сигнала. Для детерминированных (неслучайных) сигналов переход от временного описания сигнала к частотному описанию, т.е. вычисление частотного спектра, осуществляется с помощью преобразования Фурье.

Однако случайный шум уже не может быть описан частотным спектром, так как преобразование Фурье от шума также является случайным процессом. Обычно случайные процессы представляются спектральной плотностью мощности процесса (СПМ). СПМ является преобразованием Фурье не самого случайного процесса, а его автокорреляционной функции.

Фильтрацией называется процесс изменения частотного спектра сигнала в некотором желаемом направлении. Этот процесс может привести к усилению или ослаблению

частотных составляющих в некотором диапазоне частот, к подавлению или выделению какой-нибудь конкретной частотной составляющей.

Цифровым фильтром называется цифровая система, которую можно использовать для фильтрации дискретных сигналов, определенных только в дискретные моменты времени. Он может быть реализован программным методом на компьютере.

С появлением компьютеров и современных информационных систем стали бурно развиваться методы технического анализа, использующие фильтрацию или математическую аппроксимацию. Относительная простота их вычисления и легкость интеграции в информационные системы сделали свое дело. Были придуманы сотни технических индикаторов. И все они, начиная с Moving Averages, RSI, MACD, Momentum, Stochastics, являются цифровыми фильтрами, так как изменяют частотный спектр сигнала в некотором направлении. Другими словами, они имеют свою передаточную функцию, коэффициент усиления которой зависит от частоты. Например, для Moving Averages этот коэффициент пропорционален функции $\sin(f)/f$, где f – нормированная частота. Однако при разработке технических индикаторов передаточная функция либо вовсе не вычисляется их создателями, либо не доводится до пользователя продукта. Поэтому направление изменения частотного спектра сигнала для большинства пользователей остается неизвестным, что ставит их в заведомо невыгодное положение. В этом заключается главная проблема.

Вторая проблема состоит в следующем. Динамика изменения валютных курсов и биржевых цен на товары или акции всегда представляется

дискретным сигналом. Дискретные сигналы обладают рядом свойств, известных лишь узкому кругу специалистов, которые необходимо учитывать при разработке технических индикаторов. Наиболее важное свойство дискретных сигналов – это то, что спектр дискретного сигнала является периодической функцией! Игнорирование свойств дискретных сигналов в некоторых случаях приводит к неустраняемым искажениям дискретного входного временного ряда, таким, как aliasing – наложение частот, неоднозначность; spectrum leakage – просачивание спектра.

Третья проблема связана с тем, что спектральные плотности колебаний цен на различных рынках сильно отличаются друг от друга. Поэтому, если даже первые две проблемы решены разработчиками технических инструментов, пользователю, как правило, не предоставляется четкий алгоритм настройки их параметров. Вместо этого ему предлагается следующая схема: произвольно изменить параметр индикатора и протестировать.

К сожалению, кроме перечисленных выше сложностей есть еще одна очень серьезная проблема, приводящая к тому, что оптимизированные технические инструменты, хорошо работающие в прошлом, могут плохо работать или вовсе не работать в будущем. Это – нестационарность временных рядов, с которыми приходится иметь дело техническим аналитикам.

Нестационарность биржевых процессов приводит к тому, что спектр ценовых колебаний одного и того же рынка будет зависеть от времени его вычисления. Если сравнить две оценки СПМ, вычисленные на разных интервалах времени, то можно заметить, что спектральные пики медлен-

но «плывут» или расщепляются. Этим объясняется известная нам из технического анализа концепция правого и левого смещения для трендовых рынков. Эта концепция является следствием характерного для любых волн (свет, звук и т.д.) эффекта, известного в физике под названием «эффект Доплера»: изменения длины волны гармонического колебания, наблюдаемое при движении источника волн относительно приемника. Иначе говоря, нестационарность анализируемых процессов не только не является помехой в определении направления тренда, но и является прямым доказательством наличия трендового движения на финансовых и товарных рынках, в чем часто сомневаются ортодоксальные сторонники фундаментального анализа.

Настоящая публикация посвящена новому методу технического анализа, основанному на цифровой фильтрации и спектральной оценке дискретных временных рядов. В дальнейшем мы будем называть его «адаптивным методом следования за тенденцией и рыночными циклами» (Adaptive Trend & Cycles Following Method), или AT&CF-методом. Эффективность новой методики значительно превосходит эффективность всех торговых систем, известных автору.

Первая статья цикла посвящена описанию общих принципов построения системы, ее отдельным характеристикам и индикаторам. В следующих статьях будут рассмотрены такие интересные результаты, полученные в ходе работы, как спектральные оценки колебаний курса валютной пары EUR/USD и конкретный алгоритм генерации торговых сигналов.

Основная цель данной публикации – привлечь внимание разработчиков торговых систем и технических аналитиков к новым возможностям цифровых методов анализа финансовых и товарных рынков.

Цели и задачи метода

Главная цель AT&CF-метода – формирование минимального набора обладающих заданными свойствами технических инструментов, достаточных для построения торгового алгоритма, который обеспечивал бы максимально возможную для конкретного рынка доходность при минимальном уровне риска.

Для достижения этой цели решаются следующие задачи:

- исследуется спектральный состав ценовых колебаний конкретного рынка;
- выполняется адаптивная процедура настройки или обучения неркурсивных цифровых фильтров, в результате которой получается набор импульсных переходных характеристик (ИПХ), оптимизированных с учетом полученных ранее спектральных оценок;
- реализуется процедура свертки ИПХ и входного дискретного временного ряда (состоящего обычно из цен закрытия недели, дня, часа и т.д.), т.е. цифровая фильтрация, в результате которой вычисляется набор описанных ниже индикаторов; при поступлении нового значения дискретного входного ряда процедура фильтрации повторяется;
- разрабатывается торговый алгоритм, главные принципы построения которого изложены ниже.

Область применения AT&CF-метода включает в себя любые финансовые и товарные рынки. Однако рыночная капитализация и рыночная ликвидность, безусловно, оказывают влияние на максимальный размер открытой позиции, которая не будет искажать приведенные ниже результаты. Для рынка FOREX этот порог, по-видимому, составляет не менее 100 mio* USD для основных валютных пар. Поэтому AT&CF-метод может представлять интерес для любой категории инвесторов.

Новые инструменты технического анализа и их интерпретация

Основное нововведение AT&CF-метода – это имеющая произвольную форму адаптивная линия тренда, направление движения которой и есть направление господствующего на рынке тренда. Адаптивная линия тренда – это низкочастотная составляющая входного временного ряда, выделенная с помощью цифрового фильтра низкой частоты (ФНЧ), пропускающего низкие частоты и отсекающего высокие частоты колебаний цен. Чем ниже частота отсечки f_c ФНЧ, тем более сглаженной получается линия тренда. Такой подход полностью соответствует понятию тренда, принятому во всех технических и радиоприкладных приложениях, и не

должен шокировать технических аналитиков и инвесторов. Точки, лежащие на адаптивной линии тренда, обладают очень сильной внутренней связью. Независимыми являются только значения точек, отстоящих друг от друга на расстояние, равное или большее так называемого интервала Найквиста $T_N = 1/2 f_c$. Чем ниже частота отсечки фильтра, тем сильнее эта внутренняя связь, и, следовательно, тем больше времени требуется для разворота господствующей тенденции.

Читателям, не искушенным в теории и практике цифровой фильтрации, я рекомендую уделить большее внимание не способам вычисления используемых в методе индикаторов, а вопросам их интерпретации и полученным результатам. Действительно, для инвестора более важно, чтобы тот или иной метод работал и приносил прибыль, а разбираться в деталях метода – дело другой категории специалистов. Для ознакомления с новыми инструментами обратимся к иллюстрации на рис. 1.

FATL (Fast Adaptive Trend Line)

– «быстрая» адаптивная линия тренда получается с использованием цифрового фильтра низкой частоты ФНЧ-1. Фильтр ФНЧ-1 служит для подавления высокочастотных шумов, а также рыночных циклов с очень короткими периодами колебаний, которые также можно считать шумом.

SATL (Slow Adaptive Trend Line)

– «медленная» адаптивная линия тренда получается с помощью цифрового фильтра низкой частоты ФНЧ-2. ФНЧ-2 служит для подавления шумов и рыночных циклов с более длинными периодами колебаний.

Параметры этих фильтров (частота среза f_c и затухание δ в полосе задерживания) рассчитывались с использованием спектральных оценок валютного курса EUR/USD. Фильтры низкой частоты ФНЧ-1 и ФНЧ-2 обеспечивают затухание δ в полосе задерживания не менее 40 дБ и абсолютно не искажают амплитуду и фазу входного дискретного ряда цен закрытия в полосе пропускания. Эти свойства цифровых фильтров обеспечивают значительно лучшее (по сравнению с простым скользящим усреднением) подавление шумов, что, в свою очередь, позволяет резко уменьшить вероятность появления «ложных» сигналов на покупку или продажу.

* mio – часто используемое обозначение миллиона на рынке FOREX

Аналогов FATL и SATL среди широко известных технических инструментов не существует. Это не скользящие «средние», а именно адаптивные оценки линий краткосрочного и долгосрочного тренда. В отличие от скользящих «средних», FATL и SATL не имеют никакого фазового запаздывания относительно текущих цен. Значение $FATL(k)$ является математическим ожиданием цены закрытия $close(k)$, где k – номер торгового дня. Значение N -точечного скользящего «среднего» $MA(k)$, строго говоря, является математическим ожиданием не $close(k)$, а $close(k-N/2)$, где k – номер торгового дня. Значение $SATL(k)$ является математическим ожиданием $FATL(k)$ для любого k на заданном временном интервале T .

RFTL (Reference Fast Trend Line) – опорная «быстрая» линия тренда и **RSTL (Reference Slow Trend Line)** – опорная «медленная» линия тренда являются откликами цифровых фильтров ФНЧ-1 и ФНЧ-2 на входной дискретный ряд, взятый с задержками, равными соответствующим интервалам Найквиста T_N . Опорные линии RFTL и RSTL являются аналогами простых скользящих «средних» в смысле их запаздывания относительно текущих цен. Если вместо импульсных характеристик ФНЧ, имеющих сложную форму, использовать импульсную характеристику с весами $1/N$, соответствующую процедуре N -точечного скользящего усреднения, то аналогия была бы полной.

Индикаторы **FTLM (Fast Trend Line Momentum)** и **STLM (Slow Trend Line Momentum)** показывают темп изменения (падения или роста) FATL и SATL и вычисляются аналогично индикатору Momentum по формулам:

$$FTLM(k) = FATL(k) - RFTL(k),$$

$$STLM(k) = SATL(k) - RSTL(k).$$

Главное отличие FTLM и STLM от классического технического инструмента Momentum заключается в том, что для его вычисления используются не цены закрытия, а сглаженные в результате фильтрации значения линий тренда. В результате FTLM и STLM оказываются значительно более гладкими и регулярными функциями, нежели классический инструмент Momentum, и поэтому имеют большую прогностическую ценность. Линии FTLM и STLM вычислялись с соблюдением всех правил дискретной математики как первые разности между ближайшими двумя независимыми точками ограниченных по полосе процессов.

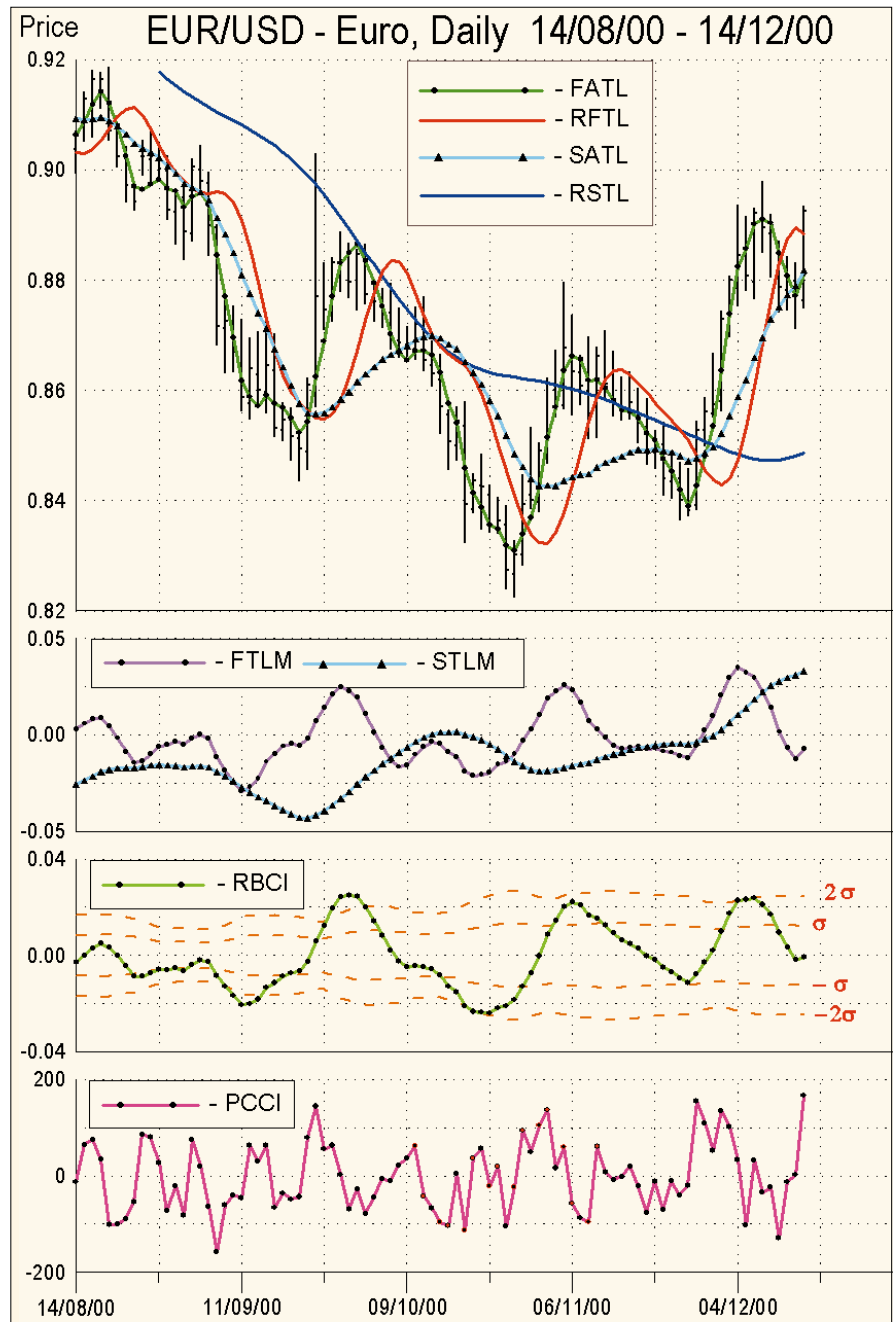


Рис. 1. Адаптивные линии тренда

При вычислении классических индикаторов Momentum это требование часто не выполняется, что приводит к неустраняемым искажениям в спектре входного сигнала. Специалисты по цифровой обработке сигналов называют такие искажения aliasing, т.е. наложение частот, или неоднозначность. Эта неоднозначность и приводит к сильной нерегулярности и хаотичности классического технического индикатора Momentum.

Набор технических инструментов метода содержит еще два новых осциллятора. Это индексы RBCI и PCCI, также приведенные на рис. 1.

Индекс RBCI (Range Bound Channel Index) – ограниченный по полосе индекс канала – вычисляется с помощью полосового фильтра ПФ. Полосовой фильтр выполняет одновременно следующие функции:

- удаляет низкочастотный тренд, формируемый низкочастотными составляющими спектра с периодами, большими $T_2 = 1/f_{c2}$;
- удаляет высокочастотный шум, формируемый высокочастотными составляющими спектра с периодами, меньшими $T_1 = 1/f_{c1}$.

Периоды T_1 и T_2 выбираются так, чтобы выполнялось условие $T_2 > T_1$.

Частоты отсечки f_{c1} и f_{c2} выбираются таким образом, чтобы в диапазон частот, ограниченный f_{c1} и f_{c2} , попадали все доминирующие рыночные циклы.

Упрощенно $RBCI(k) = FATL(k) - SATL(k)$.

Действительно, когда RBCI приближается к своему локальному максимуму, цены приближаются к верхней границе торгового коридора, а когда RBCI приближается к своему локальному минимуму, цены приближаются к нижней границе торгового коридора.

Отметим основное свойство индекса RBCI. Это квазистационарный (т.е. почти стационарный) процесс, ограниченный по полосе частот как сверху, так и снизу.

Индекс PCCI (Perfect Commodity Channel Index) – совершенный индекс товарного канала – вычисляется по формуле:

$$PCCI(k) = close(k) - FATL(k).$$

Он имеет некоторую внешнюю схожесть в способе вычисления с индексом товарного канала CCI (Commodity Channel Index) Д. Лэмберта. Действительно, индекс CCI вычисляется как нормированная разность между текущей ценой и ее скользящей средней, а PCCI – как разность между ценой закрытия дня и ее математическим ожиданием, представленным значением FATL. В этом заключается большая по сравнению с CCI совершенность PCCI. Индекс PCCI – это нормированная на свое стандартное отклонение высокочастотная составляющая колебаний валютного курса.

Основные принципы построения торгового алгоритма и правила интерпретации новых технических инструментов

Основные принципы, которые следует соблюдать при разработке конкретного торгового алгоритма, следующие:

- торговать только в направлении господствующей тенденции, направление которой определяется «медленной» адаптивной линией тренда SATL;
- учитывать динамические характеристики «быстрого» и «медленного» тренда, представленные индикаторами FTLM и STLM;
- использовать информацию о том, в какой области значений (нейтральная, перекупленная, перепроданная, локальный максимум

Таблица 1. Общая характеристика работы торговой системы, построенной на базе адаптивного метода следования за тенденцией и рыночными циклами

Метод AT&CF - EUR/USD, ежедневно с 29.07.1998 по 08.12.2000			
ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДА			
Общая чистая прибыль	\$692100.00	P/L открытой позиции	\$0.00
Валовая прибыль	\$733100.00	Общий убыток	\$-41000.00
Общее число торгов	36	Процент прибыльных сделок	83.33%
Число удачных торгов	30	Число неудачных торгов	6
Максимальный выигрыш	\$48300.00	Максимальный проигрыш	\$ -16400.00
Средний показатель по выигрышным операциям	\$24436.67	Средний показатель по убыточным операциям	\$ -6833.33
Соотношение сред. приб./сред. убыт.	3.58	Средний показатель по всем опер. (приб. и убыт.)	\$19255.00
Макс. послед-ность выигрышей	10	Макс. послед-ность проигрышей	2
Сред. продолжительность позиции по прибыльным сделкам, дней	11.63	Сред. продолжительность позиции по убыточным сделкам, дней	4.83
Макс. внутридневное снижение	\$ -18800.00		
Профит-фактор	17.88	Объем позиции	1 mio EUR
Маржа	\$100000.00	Доходность	692.10%
ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ СИСТЕМЫ: ДЛИННЫЕ ПОЗИЦИИ			
Общая чистая прибыль	\$230800.00	P/L открытой позиции	\$0.00
Валовая прибыль	\$254400.00	Общий убыток	\$-23600.00
Общее число торгов	12	Процент прибыльных сделок	83.33%
Число удачных торгов	10	Число неудачных торгов	2
Максимальный выигрыш	\$45000.00	Максимальный проигрыш	\$-16400.00
Средний показатель по выигрышным операциям	\$25440.00	Средний показатель по убыточным операциям	\$-11800.00
Соотношение сред. приб./ сред. убыт.	2.16	Средний показатель по всем опер. (приб. и убыт.)	\$19233.33
Макс. послед-ность выигрышей	9	Макс. послед-ность проигрышей	1
Сред. продолжительность позиции по прибыльным сделкам, дней	8.70	Сред. продолжительность позиции по убыточным сделкам, дней	5.00
Макс. внутридневное снижение	\$-18800.00		
Профит-фактор	10.78	Объем позиции	1 mio EUR
Маржа	\$100000.00	Доходность	230.80%
ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ СИСТЕМЫ: КОРОТКИЕ ПОЗИЦИИ			
Общая чистая прибыль	\$461300.00	P/L открытой позиции	\$0.00
Валовая прибыль	\$478700.00	Общий убыток	\$-17400.00
Общее число торгов	24	Процент прибыльных сделок	83.33%
Число удачных торгов	20	Число неудачных торгов	4
Максимальный выигрыш	\$48300.00	Максимальный проигрыш	\$-13400.00
Средний показатель по выигрышным операциям	\$23935.00	Средний показатель по убыточным операциям	\$ -4350.00
Соотношение сред. приб./ сред. убыт.	5.50	Средний показатель по всем опер. (приб. и убыт.)	\$19220.83
Макс. послед-ность выигрышей	7	Макс. послед-ность проигрышей	2
Сред. продолжительность позиции по прибыльным сделкам, дней	13.10	Сред. продолжительность позиции по убыточным сделкам, дней	4.75
Макс. внутридневное снижение	\$-18800.00		
Профит-фактор	27.51	Объем позиции	1 mio EUR
Маржа	\$100000.00	Доходность	461.30%

или локальный минимум) находится сумма доминирующих рыночных циклов (индекс RBCI) в выбранном с помощью спектрального анализа частотном диапазоне;

- считать сигналы осцилляторов вторичными в случаях, когда трендовые индикаторы свидетельствуют о наличии ярко выраженной медвежьей или бычьей тенденции;

- считать сигналы осцилляторов основными в случаях, когда трендовые индикаторы сигнализируют об отсутствии ярко выраженной тенденции;

- использовать гибкую систему защитных стоп-приказов, основанную на показаниях индексов RBCI, PCCI и значениях волатильности «быстрых» колебаний рынка.

Основные правила интерпретации указанных выше инструментов следующие:

- Растущая линия SATL свидетельствует о бычьем тренде на рынке. Точкой начала разворота медвежьего тренда считается точка локального минимума SATL. Точкой завершения разворота медвежьего тренда считается точка, в которой знак STLM сменился с минуса на плюс.

- Падающая линия SATL свидетельствует о медвежьем тренде на рынке. Точкой начала разворота бычьего тренда считается точка локального максимума SATL. Точкой завершения разворота бычьего тренда считается точка, в которой знак STLM сменился с плюса на минус.

- Близкая к горизонтальной форма SATL свидетельствует о нейтральной тенденции.

- Интерпретация STLM требует особого внимания. Положительное значение STLM свидетельствует о бычьем тренде, а отрицательное – о медвежьей тенденции. STLM является опережающим индикатором. Локальный минимум STLM всегда предшествует локальному минимуму SATL. Локальный максимум STLM всегда предшествует локальному максимуму SATL. Достижение STLM своих экстремальных точек является необходимым, но недостаточным условием достижения кривой SATL вершины или дна. Растущий STLM при растущей SATL свидетельствует об ускорении бычьего тренда. Горизонтальный и положительный STLM при растущей SATL свидетельствует об установившемся бычьем тренде. Чем больше абсолютное значение STLM, тем больший потенциал имеет бычий тренд. Падающий STLM при падающей SATL свидетельствует об ускорении медвежьего тренда. Горизонтальный и отрицательный STLM при падающей SATL свидетельствует об установившемся медвежьем тренде.

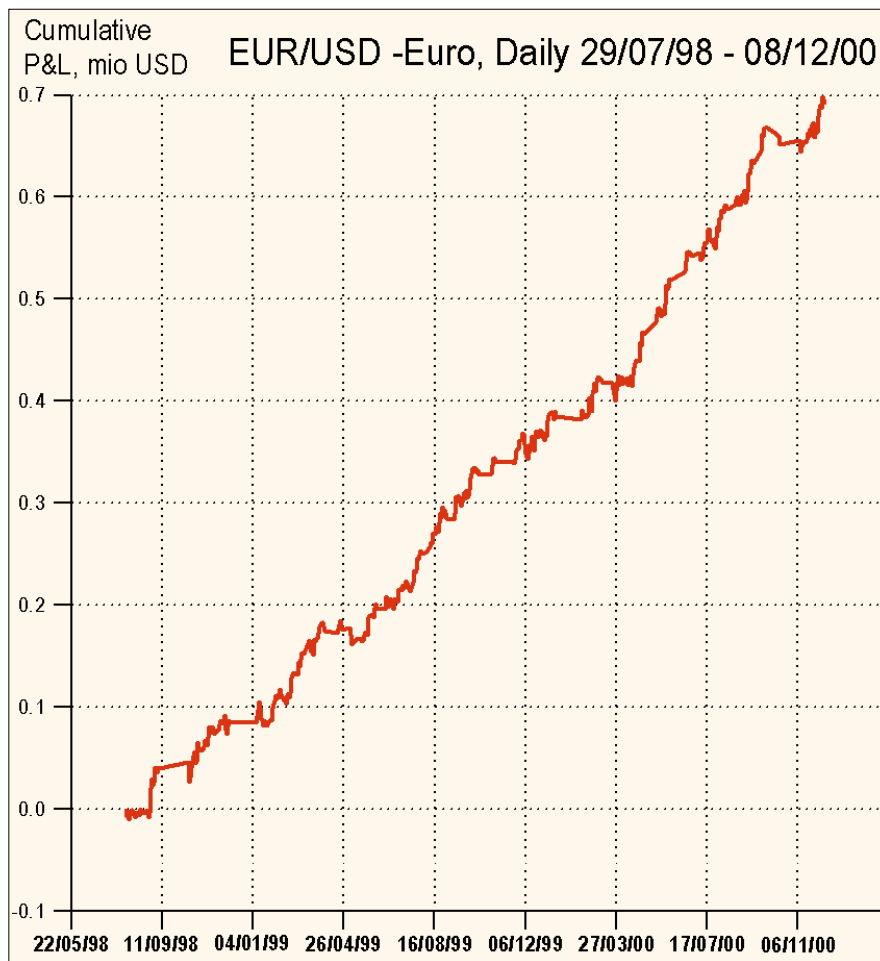


Рис. 2. Суммарное значение P&L торговой системы, построенной на базе AT&CF-метода

Таблица 2. Временная характеристика работы торговой системы, построенной на базе AT&CF-метода, включающая P&L на один вход в рынок и суммарный P&L (начало)

Дата	Тип	Сигнал	Объем	Цена	Стоп	P&L на вход	Суммарный P&L
29/07/98	Buy	L2A	1 mio EUR	1.1052	1.0893		
10/08/98	LExit	S8	1 mio EUR	1.0980	1.0893	\$ -7200	\$ -7200
10/08/98	Sell	S8	1 mio EUR	1.0987	1.1132		
14/08/98	SExit	L3	1 mio EUR	1.0966	1.0994	\$2100	\$ -5100
14/08/98	Buy	L3	1 mio EUR	1.0863	1.0715		
08/09/98	LSExit	LS1	1 mio EUR	1.1313	1.1313	\$45000	\$39900
14/10/98	Sell	S8	1 mio EUR	1.2003	1.2189		
16/11/98	SSExit	SS3	1 mio EUR	1.1664	1.1664	\$33900	\$73800
20/11/98	Sell	S2A	1 mio EUR	1.1600	1.1797		
01/12/98	SSExit	SS3	1 mio EUR	1.1605	1.1605	\$ -500	\$73300
02/12/98	Buy	L8	1 mio EUR	1.1609	1.1451		
04/12/98	LSExit	LS1	1 mio EUR	1.1721	1.1721	\$11200	\$84500
07/01/99	Sell	S1	1 mio EUR	1.1714	1.1913		
15/01/99	SSExit	SS3	1 mio EUR	1.1739	1.1739	\$ -2500	\$82000
18/01/99	Buy	L8	1 mio EUR	1.1565	1.1366		
21/01/99	LExit	S2A	1 mio EUR	1.1565	1.1366	\$0	\$82000
21/01/99	Sell	S2A	1 mio EUR	1.1616	1.1824		
08/02/99	SSExit	SS3	1 mio EUR	1.1309	1.1309	\$30700	\$112700
12/02/99	Sell	S2A	1 mio EUR	1.1217	1.1369		
08/03/99	SSExit	SS1	1 mio EUR	1.0821	1.0821	\$39600	\$152300
12/03/99	Sell	S5	1 mio EUR	1.1037	1.1221		
01/04/99	SSExit	SS3	1 mio EUR	1.0813	1.0813	\$22400	\$174700
16/04/99	Sell	S2A	1 mio EUR	1.0685	1.0843		
23/04/99	SSExit	SS3	1 mio EUR	1.0680	1.0680	\$500	\$175200
03/05/99	Sell	S2A	1 mio EUR	1.0589	1.0723		

горизонтальный и отрицательный STLM при растущей SATL свидетельствует об установившемся медвежьем тренде. Чем больше при этом абсолютное значение STLM, тем больший потенциал имеет медвежий тренд.

- Растущая «быстрая» линия тренда FATL при растущей «медленной» линии тренда SATL свидетельствует о сильном бычьем тренде на рынке.

- Падающая «быстрая» линия FATL при падающей «медленной» линии SATL свидетельствует о сильном медвежьем тренде на рынке.

- Растущая линия FATL при падающей линии SATL свидетельствует либо о бычьей коррекции при медвежьем тренде, либо о консолидации.

- Падающая линия FATL при растущей линии SATL свидетельствует либо о медвежьей коррекции при бычьем тренде, либо о консолидации.

- Начало или возобновление движения в одном направлении линий FATL и SATL сигнализируют либо о развороте тенденции, либо о завершении коррекции и возобновлении движения цен в направлении SATL.

Характеристики системы

Общая характеристика системы, функционирующей по AT&CF-методу, представлена в таблице 1. Здесь можно найти характеристики работы системы отдельно по длинным (покупка EUR/USD) и коротким (продажа EUR/USD) позициям.

Кумулятивное значение P&L торговой системы, функционирующей на базе AT&CF-метода, показано на рис. 2. Зависимость P&L от времени имеет ярко выраженную линейную тенденцию к росту.

В таблице 2 показана временная характеристика работы торговой системы, включающая в себя P&L от одной операции и кумулятивное значение P&L. В первой колонке таблицы показаны даты совершения операций, во второй – тип операции.

Здесь использованы следующие условные обозначения: Buy – покупка EUR/USD, Sell – продажа EUR/USD, LExit (Long Exit) – закрытие длинной позиции по EUR/USD, SExit (Short Exit) – закрытие короткой позиции по EUR/USD, LSEExit (Long Stop-Exit) – выход из длинной позиции по стоп-сигналу, SSEExit (Short Stop-Exit) – выход из короткой позиции по стоп-сигналу.

Таблица 2 показывает, что наша система не является системой непрерывного действия, что оставляет

Таблица 2. Временная характеристика работы торговой системы, построенной на базе AT&CF-метода, включающая P&L на один вход в рынок и суммарный P&L (окончание)

05/05/99	SSExit	SS0	1 mio EUR	1.0723	1.0723	\$ -13400	\$161800
12/05/99	Sell	S3	1 mio EUR	1.0712	1.0910		
04/06/99	SSExit	SS3	1 mio EUR	1.0362	1.0362	\$ 35000	\$196800
15/06/99	Sell	S2A	1 mio EUR	1.0423	1.0611		
15/07/99	SSExit	SS3	1 mio EUR	1.0258	1.0258	\$ 16500	\$213300
20/07/99	Buy	L8	1 mio EUR	1.0315	1.0146		
30/07/99	LSExit	LS3	1 mio EUR	1.0683	1.0683	\$ 36800	\$250100
05/08/99	Sell	S4	1 mio EUR	1.0777	1.0900		
19/08/99	SSExit	SS2	1 mio EUR	1.0565	1.0565	\$ 21200	\$271300
23/08/99	Sell	S6	1 mio EUR	1.0681	1.0853		
31/08/99	SSExit	SS3	1 mio EUR	1.0542	1.0542	\$ 13900	\$285200
08/09/99	Sell	S3	1 mio EUR	1.0586	1.0811		
16/09/99	SSExit	SS3	1 mio EUR	1.0464	1.0464	\$ 12200	\$297400
21/09/99	Buy	L8	1 mio EUR	1.0365	1.0197		
08/10/99	LSExit	LS3	1 mio EUR	1.0666	1.0666	\$ 30100	\$327500
25/10/99	Sell	S8	1 mio EUR	1.0688	1.0832		
29/10/99	SSExit	SS2	1 mio EUR	1.0548	1.0548	\$ 14000	\$341500
19/11/99	Sell	S2A	1 mio EUR	1.0294	1.0451		
17/12/99	SExit	L1	1 mio EUR	1.0080	1.0451	\$21400	\$362900
17/12/99	Buy	L1	1 mio EUR	1.0066	0.9847		
12/01/00	LSExit	LS3	1 mio EUR	1.0287	1.0287	\$ 22100	\$385000
11/02/00	Sell	S2A	1 mio EUR	0.9850	1.0023		
17/02/00	SExit	L7	1 mio EUR	0.9860	1.0023	\$ -1000	\$384000
17/02/00	Buy	L7	1 mio EUR	0.9853	0.9662		
25/02/00	LExit	S3	1 mio EUR	0.9912	0.9862	\$ 5900	\$389900
25/02/00	Sell	S3	1 mio EUR	0.9920	1.0186		
09/03/00	SSExit	SS3	1 mio EUR	0.9642	0.9642	\$ 27800	\$417700
22/03/00	Sell	S2A	1 mio EUR	0.9605	0.9826		
01/05/00	SSExit	SS1	1 mio EUR	0.9122	0.9122	\$ 48300	\$466000
15/05/00	Sell	S5	1 mio EUR	0.9200	0.9417		
23/05/00	SExit	L7	1 mio EUR	0.9023	0.9417	\$ 17700	\$483700
23/05/00	Buy	L7	1 mio EUR	0.9016	0.8757		
01/06/00	LSExit	LS1	1 mio EUR	0.9370	0.9370	\$ 35400	\$519100
19/06/00	Sell	S4	1 mio EUR	0.9635	0.9822		
27/06/00	SSExit	SS2	1 mio EUR	0.9399	0.9399	\$ 23600	\$542700
07/07/00	Sell	S1	1 mio EUR	0.9506	0.9662		
10/08/00	SSExit	SS3	1 mio EUR	0.9050	0.9050	\$ 45600	\$588300
21/08/00	Sell	S2B	1 mio EUR	0.9068	0.9235		
12/09/00	SSExit	SS1	1 mio EUR	0.8616	0.8616	\$45200	\$633500
21/09/00	Buy	L4	1 mio EUR	0.8488	0.8282		
28/09/00	LSExit	LS1	1 mio EUR	0.8830	0.8830	\$34200	\$667700
11/10/00	Buy	L1	1 mio EUR	0.8711	0.8547		
13/10/00	LSExit	LS0	1 mio EUR	0.8547	0.8547	\$ -16400	\$651300
08/11/00	Sell	S3	1 mio EUR	0.8598	0.8783		
28/11/00	SExit	L1	1 mio EUR	0.8527	0.8783	\$7100	\$658400
28/11/00	Buy	L1	1 mio EUR	0.8522	0.8340		
08/12/00	LSExit	LS0	1 mio EUR	0.8859	0.8859	\$33700	\$692100

достаточно большой потенциал для улучшения ее характеристик.

Таблица 1 показывает, что средняя прибыль на одну торговую операцию (прибыльную и убыточную) составляет \$19,225, а соотношение максимальной последовательности побед к максимальной последовательности проигрышей – десять к двум. С учетом этого, выбранная стратегия приводит к выводу: через ограниченное число входов в рынок общий риск потерять первоначальную маржу стремился к нулю. Прямым подтверждением этого на первый взгляд парадоксального вывода является тот факт, что через шесть месяцев игры

(8 февраля 1999 г.) сумма средств на счете составила \$212,700 (\$100,000 – первоначальная маржа, \$112,700 – полученная прибыль). Таким образом, первоначальную маржу можно просто снять со счета. После чего начинается игра с нулевой вероятностью ее потерять. Если выбрать другую стратегию, например, игру с постоянным финансовым рычагом, то кривая P&L на рис. 2 была бы почти параболической. При этом риск оставался бы на одном и том же уровне, определяемом средним риском на один вход в рынок.

Владимир Кравчук,
vkrauchuk@alfabank.ru

Спектральный анализ колебаний валютного курса EUR/USD по методу максимальной энтропии



Выбор метода спектрального анализа

Настоящая работа продолжает цикл статей, посвященных новому адаптивному методу следования за тенденцией и рыночными циклами (*Adaptive Trend & Cycles Following Method*), основанному на современных цифровых технологиях обработки данных. Впервые описание AT&CF-метода было дано в декабрьском номере журнала «Валютный спекулянт» за 2000 год. В соответствии с [1] основная задача, которую необходимо предвзительно решить в ходе разработки торгового алгоритма и его адаптации к конкретному рынку – это оценивание спектральной плотности мощности (СПМ) колебаний рыночных цен. В частном случае, для рынка FOREX – это проведение спектрального анализа колебаний курсов различных валютных пар. Решению этой конкретной проблемы посвящена настоящая публикация, в которой впервые получена обладающая высоким спектральным разрешением Δf оценка СПМ колебаний валютного курса EUR/USD, вычисленная по методу максимальной энтропии. В работе также дается логическое обоснование необходимости использования параметрических методов спектрального оценивания для вычисления СПМ колебаний валютных курсов.

В одном из следующих номеров журнала «Валютный спекулянт» будет опубликован базирующийся на AT&CF-методе алгоритм, позволяющий генерировать торговые сигналы для спекулятивных операций на рынке EUR/USD. Кроме того, на биржевых диаграммах будут указаны все точки входа в рынок и выхода из рынка, начиная с января 1999 года. Это позволит заинтересованному читателю детально разобраться в причинах столь высокой эффективности нового AT&CF-метода. Особое внимание будет уделено исследованию временных P&L-характеристик (*profit-loss performance*) торговой системы.

Успех или неудача торгового алгоритма, разработанного на базе адаптивного метода следования за тенденцией и рыночными циклами, на 50% определяется качеством полученной оценки СПМ. И это вполне естественно. Для того, чтобы каким-либо образом использовать рыночные циклы в будущем торговом алгоритме, необходимо предвзительно определить, какие гармонические составляющие (имеется в виду амплитуда и период колебания) присутствуют в спектре входного сигнала, и исследовать затем их свойства. Очевидно, что эта задача должна решаться с использованием спектрального или гармонического анализа. Но какой именно метод выбрать для получения состоятельной оценки СПМ, обладающей к тому же достаточно высоким спектральным разрешением? Ответ на этот вопрос нетривиален. Читателям, желающим расширить свой кругозор в этой области, я рекомендую обратиться к великолепному обзору по спектральному оцениванию [2].

Современные методы спектрального анализа включают в себя два основных класса или категории, а именно: *параметрические* методы и *непараметрические* методы.

К категории параметрических методов спектрального анализа относятся те методики, в которых задается некоторая модель спектральной плотности и ставится задача оценки параметров модели на основании результатов наблюдения соответствующего процесса на ограниченном промежутке времени. Исходная модель может иметь самый разный вид. В качестве такой модели может, например, выступать спектральная плотность временного ряда в виде рациональной функции. В этом смысле можно различать авторегрессионную (АР) модель, кото-

рой соответствует рациональная функция без нулей, модель скользящего усреднения (СУ), которой соответствует рациональная функция без полюсов, и модель авторегрессионного скользящего среднего (АРСУ), которой соответствует рациональная функция наиболее общего вида с нулями и с полюсами. Соответственно, и к оценке параметров таких рациональных моделей возможны методологически разные подходы. В качестве другого варианта модели можно выбрать некоторый вариационный принцип и некоторый функционал оценки качества. В этом случае роль оцениваемых параметров будут играть множители Лагранжа. Именно так оценивается спектральная плотность по методу максимальной энтропии, где требуется максимизировать энтропию процесса, для которого известны отдельные значения корреляционной функции.

Непараметрические методы спектрального оценивания отличаются от параметрических отсутствием каких-либо заранее заданных моделей в постановке задачи спектрального оценивания. И в этом классе для оценки спектральной плотности заданного временного ряда существует множество различных методов. Один из наиболее распространенных методов состоит в том, что на начальном этапе вычисляется периодограмма процесса (т.е. квадрат модуля преобразования Фурье имеющейся реализации) или какая-то ее модификация. После этого задача сводится к выбору подходящего окна, которое должно удовлетворять некоторым противоречивым требованиям. Другой, хорошо известный и широко используемый метод Блэкмана и Тьюки, состоит в том, что для наблюдаемого временного ряда находятся преобразования Фурье взвешенной оценки корреляционной последовательности. Наконец, еще один подход состоит

в том, чтобы свести проблему оценивания спектральной плотности временного ряда к решению фундаментального интегрального уравнения, описывающего преобразования Фурье наблюдаемого временного ряда через случайный процесс с ортогональными приращениями.

Из сказанного выше следует, что задача спектрального оценивания не имеет единственного решения. Выбор подходящей процедуры, будь то параметрической или непараметрической, определяется исключительно

характером решаемой задачи. В частности, необходимо принимать во внимание такие факторы, как наличие или отсутствие априорной информации о физических характеристиках исследуемого процесса, возможность предварительного опробования различных параметрических и непараметрических методов, время вычислений, требуемая память и т.д.

Я считаю, что невозможно получить качественную оценку СПМ колебаний валютных курсов, исполь-

зуя классические непараметрические методы спектрального оценивания, базирующиеся на вычислении дискретного преобразования Фурье (ДПФ) временных рядов. Причина этого кроется в нестационарности колебаний валютных курсов, скользящие средние значения которых почти всегда зависят от времени их вычисления. Строго говоря, понятия «спектр» и «спектральная плотность» априорно подразумевают стационарность тех процессов, для которых они вычисляются. Попытки использовать классические Фурье-методы для оценки СПМ заведомо нестационарного процесса могут привести лишь к определению общей формы спектральной плотности, амплитуда которой будет пропорциональна $1/f^\alpha$, f – где нормированная частота. При этом необходимые нам детали (спектральные особенности) окажутся размытыми. В работе [3], например, утверждается, что значения параметра одинаковы и равны 0.618 для таких валютных курсов, как EUR/USD, USD/CHF, GBP/USD и USD/JPY. Почему же оценка СПМ нестационарного валютного курса, вычисленного по алгоритму метода периодограмм, оказывается несостоятельной? Ответ на этот вопрос весьма прост. Во-первых, разрешающая способность Δf спектрального анализа и интервал наблюдения связаны простой зависимостью [4]:

$$\theta = K_0 / \Delta f,$$

где K_0 – коэффициент, определяемый видом оконной функции. Отсюда вывод: спектральное разрешение Δf тем выше, чем больше интервал наблюдения θ отдельной выборки. Во-вторых, для уменьшения дисперсии оценки СПМ необходимо усреднять результат по достаточно большому числу выборок N (обычно $N > 100$). И, в-третьих, если для оптимизации K_0 используется непрямоугольная оконная функция, то хорошую спектральную оценку можно получить только с использованием перекрывающихся интервалов наблюдения, что еще больше увеличивает количество отдельных выборок. Все эти факторы приводят к необходимости покрытия очень большого $N \times \theta$ временного интервала для получения состоятельной оценки СПМ дискретного процесса. Даже если на заданном относительно коротком временном интервале θ исследуемый процесс изменения валютных курсов окажется стационарным, то на значительно более

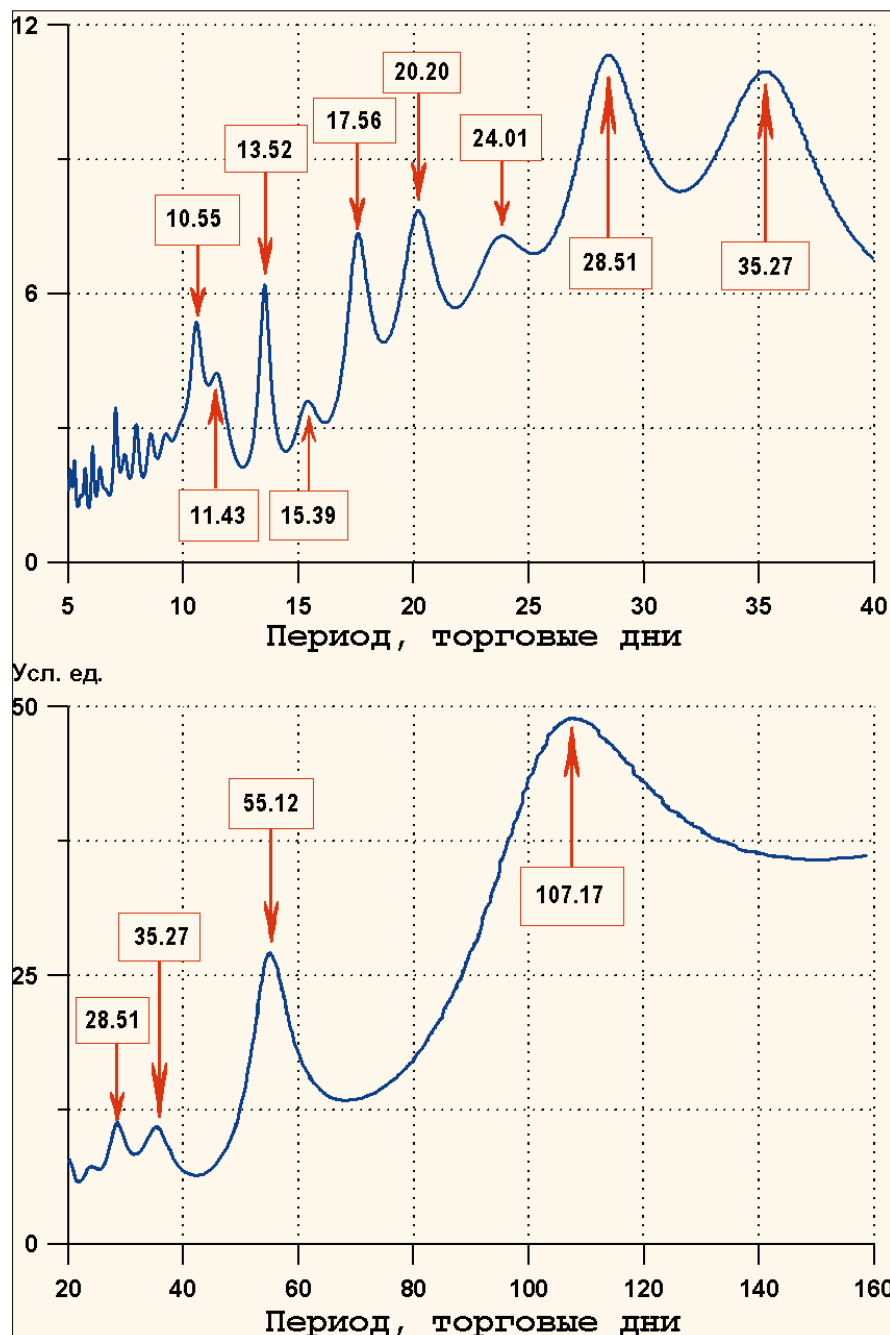


Рис. 1. Спектральная плотность мощности валютного курса EUR/USD, вычисленная по методу максимальной энтропии. Используемая при вычислении модель СПМ эквивалентна авторегрессионной модели порядка.

продолжительном временном интервале $N \times \theta$ он с большой вероятностью будет нестационарным при большом значении N . В результате полученная с помощью периодограмм оценка СПМ будет несостоятельной.

На мой взгляд, единственный выход – это использовать *параметрические* методы спектрального анализа, которые способны получить состоятельную оценку СПМ по относительно короткой дискретной временной выборке, на которой процесс либо является стационарным, либо его можно сделать стационарным, удалив линейный тренд, например, с помощью метода наименьших квадратов. Среди всего многообразия параметрических методов спектрального оценивания наибольшее внимание, пожалуй, заслуживает метод максимальной энтропии, впервые предложенный Джоном Бергом на 37-сессии Общества разведочной геофизики (Оклахома-Сити) в 1967 г. Его фундаментальный доклад «Спектральный анализ по методу максимальной энтропии» [5], без преувеличения, пошатнул основы классического спектрального оценивания.

Алгоритм вычисления спектральной плотности колебаний курса EUR/USD по методу максимальной энтропии

Основная идея метода максимальной энтропии (ММЭ) состоит в выборе такого спектра, который соответствует наиболее случайному (наименее предсказуемому) временному ряду, чья корреляционная функция совпадает с заданной последовательностью оцененных величин. Это условие эквивалентно предсказанию вида корреляционной функции наблюдаемого временного ряда путем максимизации энтропии процесса в теоретико-информационном смысле. Именно поэтому анализ по ММЭ обеспечивает значительное повышение разрешающей способности Δf спектральной оценки.

Оценка спектральной плотности мощности по методу МЭ имеет такую же аналитическую форму, как и оценка СПМ, получаемая с помощью авторегрессионной (АР) модели порядка ρ с входным белым шумом $\varepsilon(n)$.

Для вычисления СПМ курса валютной пары EUR/USD использова-

лась авторегрессионная модель порядка, $\rho=150$, представляемая в виде:

$$S_{AP}(e^{j\omega}) = \left| \frac{b_0}{1 + \alpha_1 e^{-j\omega} + \alpha_2 e^{-j2\omega} + \dots + \alpha_p e^{-j(p-1)\omega}} \right|^2 \quad (1)$$

Идентификация $\rho + 1$ параметра $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_p, b_0$ АР-модели выполнялась путем решения $\rho + 1$ уравнений Юла-Уокера, которые в матричном виде записываются как:

$$\begin{bmatrix} r_x(0) & r_x(-1) & \dots & r_x(-\rho) \\ r_x(1) & r_x(0) & \dots & r_x(-\rho+1) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_x(\rho) & r_x(\rho-1) & \dots & r_x(0) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ \alpha_1 \\ \vdots \\ \alpha_p \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_0 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix} \quad (2)$$

где $r_x(i-j)$, $1 \leq i \leq \rho+1$, $1 \leq j \leq \rho+1$ автокорреляционные коэффициенты, служащие элементами корреляционной матрицы авторегрессии α_1 размером $(\rho+1) \times (\rho+1)$, а параметры авторегрессии формируют $(\rho+1)$ -мерный вектор $\vec{\alpha}$, у которого первая координата равна 1, т.е.:

$$\vec{\alpha} = [1, \alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_p]. \quad (3)$$

Решение системы (2) выполнялось по алгоритму Левинсона-Дурбина, который представляет собой не только эффективную с вычислительной точки зрения процедуру определения параметров АР-модели ρ , но и позволил эффективным образом определять порядок АР-модели, который для валютного курса EUR/USD оказался равным 150.

Таблица 1. Характеристика и классификация спектральных пиков, обнаруженных в спектре колебаний курса валютной пары EUR/USD

№ цикла	Период, торговые дни	Период, недели	Период, месяцы	Амплитуда, условные единицы	Тип цикла
1	107.17	21.43	5.36	48.98	основной
2	55.12	11.02	2.76	27.18	1/2 основного
3	35.27	7.05	1.76	10.97	1/3 основного
4	28.51	5.70	1.43	11.33	28-дн. «евро»
5	24.01	4.80	1.20	7.25	1/4 основного
6	20.20	4.04	1.01	7.86	торговый
7	17.56	3.51	0.87	7.35	1/6 основного
8	15.39	3.08	0.76	3.61	трехнедельный
9	13.52	2.70	0.68	6.20	1/2 «евро»
10	11.43	2.29	0.57	4.23	«альфа»
11	10.55	2.11	0.53	5.37	«бета»
12	9.22	1.84	-	2.88	-
13	8.57	1.71	-	2.89	1/12 основного
14	7.94	1.59	-	3.09	1/4 «евро» триплет
15	7.45	1.49	-	2.42	1/4 «евро» триплет
16	7.04	1.41	-	3.45	1/4 «евро» триплет
17	6.36	1.27	-	2.13	6-дневный дуплет
18	6.04	1.21	-	2.59	6-дневный дуплет
19	5.71	1.14	-	2.12	5-дн. мультиплет
20	5.53	1.11	-	1.51	5-дн. мультиплет
21	5.26	1.05	-	2.28	5-дн. мультиплет
22	5.04	1.01	-	2.08	5-дн. мультиплет

Обсуждение полученных результатов

Итерационная процедура Левинсона-Дурбина показала очень хорошую сходимость, что доказывает тот факт, что колебание курса EUR/USD является временным рядом типа авторегрессии и порождается следующим рекурсивным соотношением:

$$\hat{x}(n) = b_0 \varepsilon(n) - \sum_{k=1}^p \alpha_k x(n-k), \quad (4)$$

где $\{\varepsilon(n)\}$ – нормированный белый шум, а нормирующий коэффициент b_0 выбирается так, чтобы первая компонента вектора $\vec{\alpha}$ оказалась равной 1. Это – очень важный побочный вывод, полученный в результате проведенного спектрального анализа, из которого следует, что для временного ряда колебаний курса EUR/USD возможно построение фильтра предсказания на один шаг вперед. Действительно, переписав формулу (4) в виде:

$$\hat{x}(n) + \sum_{k=1}^p \alpha_k x(n-k) = b_0 \varepsilon(n), \quad (5)$$

мы можем оценить значения $\hat{x}(n)$ по формуле (5), используя: а) ρ известных значений $x(n-k)$, б) параметры регрессии α_k (которые часто называют коэффициентами отражения), в) случайную величину $\varepsilon(n)$ с

генератора случайного белого шума и γ коэффициент b_0 , квадрат которого $|b_0|^2$ можно рассматривать как «ошибку предсказания» линейного фильтра. Естественно, здесь приводится только схема решения очень перспективной задачи предсказания на один шаг вперед. Ее полное решение теоретически возможно, но требует очень больших усилий, которые, впрочем, могут быть оправданы.

Перейдем теперь к изложению основных результатов.

Главный результат работы – это оценка спектральной плотности мощности валютного курса EUR/USD. График зависимости:

$$S_{AP} = \sqrt{S_{AP}(T)} \quad (6)$$

изображен на рис. 1, где T – период колебаний, выраженный в торговых днях. Далее, говоря о периоде, мы будем подразумевать именно торговые, а не календарные дни. Обычно на подобных графиках изображают функцию $S=S(f)$, где f – нормированная частота. Но, на мой взгляд, выбранная мной форма представления спектра более удобна для восприятия информации. В верхней части рис. 1 показана зависимость СПМ в диапазоне периодов от 4 до 40 дней. В нижней – от 20 до 160 дней. По оси ординат на рис. 1 отложены условные единицы, размерность которых равна: $(EUR/USD)/\sqrt{Hz}$.

Спектральное разрешение Δf полученной оценки СПМ обладает вполне достаточными для адаптации цифровых фильтров характеристиками. Кроме того, показанный на рис. 1 спектр EUR/USD может использоваться техническими аналитиками для выбора периодов скользящих «средних». Проблеме выбора порядка скользящих «средних» посвящено много публикаций. Однако стоит заметить, что оптимального выбора параметров скользящих «средних» для EUR/USD просто не может существовать, так как выше было показано, что колебания валютного курса EUR/USD представляют собой временной ряд типа *авторегрессии*, а не скользящего усреднения.

Полный список спектральных пиков, обнаруженных в спектре колебаний валютного курса EUR/USD, и их характеристики (*период и амплитуда*) приведен в табл. 1. Всего было идентифицировано 22 спектральные компоненты, не все из которых имеют одинаковую значимость.

Проведем их классификацию.

Сначала попробуем выделить гармонические составляющие (*гармоники*), которые в соответствии с *принципами вариации и номинальности* теории цикличности должны присутствовать на любых финансовых и товарных ранках [6]. Эти гармоники должны иметь периоды, близкие к 20 неделям, 40, 20, 10 и 5 дням. Действительно, такие гармоники были обнаружены в спектре на рис. 1. Они имеют периоды 21.43 недели, 20.2, 10.55 и 5.04. Теория цикличности была спасена. Однако 40-дневный период идентифицировать не удалось. Наиболее близким к нему оказался 35.27-дневный период.

Спектральный анализ показал, что основным (*primary*) циклом на рынке EUR/USD является цикл с периодом 107.17 дней или 21.43 недели. В полном согласии с *принципом гармоничности* в спектре EUR/USD найдены также кратные основному циклу гармоники, имеющие периоды 55.12, 35.27, 24.01, 17.56 и 8.57, с коэффициентами кратности 2, 3, 6 и 12 соответственно. Появление нечетных гармоник в спектре можно объяснить сильной нелинейностью тренда.

В спектре рыночных колебаний курса EUR/USD достойное место занимает хорошо знакомый торговый (*trading*) цикл с периодом 20.02 дня (четыре недели). На спектре также хорошо различим кратный торговому циклу двухнедельный период, расщепляющийся на так называемые *альфа* ($T_{\alpha} = 11.43$ дня) и *бета* ($T_{\beta} = 11.43$ дня) циклы. Впервые термины «основной», «торговый», «альфа» и «бета» для описания циклов были введены У. Брессером. В верхней части рис. 1 можно найти также слабо выраженный спектральный пик, период которого (15.39 дня) близок к трем неделям.

Особое внимание следует обратить на спектральный пик с периодом 28.51 дня, который на верхней части рис. 1 имеет максимальную амплитуду. По количеству торговых дней (но не по календарной продолжительности) его период совпадает с периодом так называемого *лунного цикла*, определяемому фазами Луны. В дальнейшем мы будем называть этот 28-дневной цикл «евро»-циклом, так как, по-видимому, он является характерным для спектра EUR/USD. Подтверждением этого предположения служит тот факт, что его кратная гармоника с периодом 13.52 дня образует на спектре самый острый пик, расположенный между двумя глубокими «провала-

ми». Другими словами, эта спектральная линия имеет очень высокое отношение сигнал/помеха. Семидневный «евро»-триплет является результатом расщепления 7-дневной гармоник, кратной 28-дневному «евро»-циклу.

Слабенький спектральный пик с периодом 9.22 дня точно классифицировать затруднительно. Скорее всего, это нечетная (коэффициент 3) гармоника 28-дневного «евро»-цикла ($28.51/3 = 9.5 \approx 9.22$). Однако вполне возможно, что это – результат расщепления 10-дневной гармоник.

Для выделения более продолжительных сезонных (*seasonal*) циклов с периодами один год и *долгосрочных* (*long-term*) циклов с периодами два года и более необходим спектральный анализ недельных биржевых диаграмм валютного курса EUR/USD. Возможно, этот анализ будет сделан в будущем для целей долгосрочного прогнозирования курса, но в рамках задачи разработки торгового алгоритма на базе AT&CF-метода он не требуется.

BC

Владимир Кравчук

Литература

1. Кравчук В.К. Новый адаптивный метод следования за тенденцией и рыночными циклами. Валютный спекулянт, № 12, декабрь 2000, с. 50–55.
2. The special issue on spectral estimation. Proceedings of the IEEE. Volume 70, Number 9, September 1982.
3. Игнаточкин В. Спектральный анализ валютных курсов, или еще раз о фракталах. Валютный спекулянт, № 8 (10), август 2000, с. 46 – 47.
4. Гольденберг Л.М., Матюшкин Б.Д., Поляк М.Н. Цифровая обработка сигналов. М.: Радио и связь, 1985. с. 312.
5. Burg J.P. Maximum Entropy Spectral Analysis. Oklahoma City, OK, 1967.
6. Джон Дж. Мэрфи. Технический анализ фьючерсных рынков: теория и практика. М.: Сокол, 1996. 588 с.

Прогноз курса EUR/USD на основе AT&CF-метода

Настоящая публикация продолжает цикл статей, посвященных новому адаптивному методу следования за тенденцией и рыночными циклами (Adaptive Trend & Cycles Following Method, AT&CF-метод), впервые представленному в работах автора [2, 3]. В данной статье на основе этого метода делается попытка предсказать движения курса EUR/USD на ближайшие недели и месяцы.

Редакция «ВС» предлагает читателям сравнить прогноз курса, сделанный в данной статье, с прогнозом курса, предложенным в статье К. Тремасова [1]. По мнению редакции, корреляция между обоими прогнозами вполне удовлетворительна.



Краткое описание метода

При разработке AT&CF-метода предполагалось использовать его лишь как инструмент для создания механических торговых систем. Результаты тестирования метода по дневным данным для целей торговли изложены в работе [2]. Предварительные результаты, полученные на базе уже проведенных и продолжающихся в настоящее время экспериментов с часовыми данными, позволяют надеяться на существенное улучшение (оптимизацию) моментов входа/выхода в рынок и минимизацию риска по сравнению с другими торговыми системами.

Однако в настоящей статье я хочу предложить совсем другой аспект использования метода, а именно как инструмента для анализа краткосрочных (неделя), среднесрочных (месяц) и долгосрочных (три месяца) трендов и рыночных циклов. Для этого, наряду с традиционно используемыми дневными данными, был проведен анализ недельных биржевых диаграмм валютного курса EUR/USD.

Для удобства восприятия материала напомним суть метода и тех инструментов, которые в нем используются. Метод основан на принципе суммирования, известного из теории цикличности. Он заключается в том, что все движения цены являются простым сложением всех активных циклов. То есть, мы имеем дело с простой суммой активных гармонических составляющих, которые накладываются на идеализированную линию тренда. Эту линию, в свою очередь, можно представить как сумму всех долгосрочных составляющих.

Таким образом, для того, чтобы получить полное представление о

том или ином рынке, необходимо знать только две вещи, а именно: куда направлен тренд, и в какой фазе (точке развития) расположена простая сумма активных рыночных циклов.

Указанные выше задачи с успехом решаются AT&CF-методом, в рамках которого с помощью цифровой фильтрации вычисляются следующие технические инструменты. Во-первых, оценка идеализированной линии тренда в виде «медленной» линии тренда SATL (Slow Adaptive Trend Line) и, во-вторых, индекс RBCI (Range Bound Channel Index), представляющий собой композицию (составную) волну, получающуюся в результате суммирования активных рыночных циклов в заданной полосе частот. «Быстрая» адаптивная линия тренда FATL (Fast Adaptive Trend Line) представляет собой результат наложения составного волнового цикла (индекс RBCI) на «медленную» адаптивную линию тренда SATL, т.е.:

$$FATL(r) = SATL(r) + RBCI(r)$$

Указанные выше три индикатора являются основными. Остальные пять индикаторов (см. рис. 1), а именно: опорная «быстрая» линия тренда RFTL (Reference Fast Trend Line) и опорная «медленная» линия тренда RSTL (Reference Slow Trend Line), момент «быстрого» тренда FTLM (Fast Trend Line Momentum), момент «медленного» тренда STLM (Slow Trend Line Momentum) и индекс PCCI (Perfect Commodity Channel Index) являются вспомогательными. Они позволяют более тонко отслеживать динамику рынка. Более подробное описание этих технических инструментов можно найти в работе [2].

Правила анализа

Прежде чем перейти непосредственно к анализу недельных и дневных данных, сформулирую правила интерпретации трех основных индикаторов метода – SATL, FATL и RBCI, – необходимые для понимания изложенного ниже материала.

Правило № 1. Если наклон «медленной» линии тренда SATL положительный (восходящий ценовой канал), а составной волновой цикл находится вблизи своего основания, то следует ожидать дальнейшего роста цен. При приближении составного волнового цикла к своей вершине следует ожидать медвежьей коррекции или консолидации.

Правило № 2. Если наклон «медленной» линии тренда SATL отрицательный (нисходящий ценовой канал), а составной волновой цикл находится вблизи своей вершины, то следует ожидать дальнейшего падения цен. При приближении составного волнового цикла к своему основанию следует ожидать бычьей коррекции или консолидации.

Правило № 3. Если наклон «медленной» линии тренда SATL близок к нулю (движение в торговом коридоре при «боковом» тренде), а составной волновой цикл находится вблизи своей вершины, то следует ожидать падения цен. При приближении составного волнового цикла к своему основанию следует ожидать роста цен.

Приведенные выше правила справедливы (по принципу подобия) при анализе любых данных (часовых, дневных и т. д.). Естественно, что продолжительность действия трендов и периоды циклических колебаний будут различаться, обеспечивая возможность прогнозирования на различных временных горизонтах.

Анализ недельных данных

Для анализа долгосрочных (квартальных) и среднесрочных (месячных) трендов и циклов, господствующих на рынке EUR/USD, обратимся к рис. 1. В верхней части этого рисунка кроме обычных столбиковых биржевых диаграмм (bar) показаны адаптивные «медленная» и «быстрая» линии трендов, а также опорные «медленная» и «быстрые» линии тренда. В средней части рис. 1 изображены моменты «медленного» и «быстрого» линий тренда. В нижней части рисунка показан составной волновой цикл, представляющий собой суперпозицию (простую сумму) активных рыночных циклов в диапазоне периодов от 10 до 40 недель.

Комплексный визуальный анализ технических индикаторов, изображенных на рис. 1, позволяет сделать следующие выводы.

Долгосрочный (квартальный) тренд на валютном рынке EUR/USD

пока остается восходящим с несколько замедляющейся динамикой. На это прямо указывает положительный наклон «медленной» линии тренда и положительное значение медленного момента. Пробой медленным моментом ключевого нулевого уровня произошел лишь в середине февраля. Это – очень сильный бычий сигнал. До тех пор, пока значение медленного момента будет оставаться положительным, у евро будет сохраняться потенциал долгосрочного роста по отношению к американскому доллару.

Среднесрочный (месячный) тренд на рынке EUR/USD – нисходящий. На это прямо указывает отрицательный наклон «быстрой» линии тренда и отрицательное значение быстрого момента, указывающего на темп падения быстрого тренда. Значение быстрого момента приближается к своему минимальному значению. Это свидетельствует о том, что в настоящее время темп падения валютного курса близок к максимальному значению, и вскоре следует ожидать некоторого замедления. Никаких бычьих сигналов на быстрых индикаторах пока не наблюдается.

Составной волновой цикл находится в фазе падения, а его значение приближается к нулю. Замечу, что вблизи нуля темп изменения (падения или роста) циклического колебания всегда максимален. Поскольку составной волновой цикл миновал свою вершину пять недель назад (от ситуации на 16 февраля 2001 г.), то с достаточно хорошей точностью можно предположить, что своего основания, то есть самой низшей точки, он (цикл) достигнет приблизительно через четыре-пять недель. По времени это соответствует середине-концу марта. До этого момента ожидать разворота нисходящего среднесрочного тренда, обусловленного движением вниз составного волнового цикла, по-видимому, не стоит. По крайней мере, вероятность такого события представляется достаточно малой.

Делая вполне корректное предположение о том, что цикл достигнет значения -1.5, потенциал движения вниз индекса RBCI составляет приблизительно 5 фигур от уровня 0.9120. Однако движение волнового цикла в настоящее время происходит против восходящего долгосрочного тренда, что должно внести поправку в реальное движение валютного курса.

Кроме того, очень часто при восходящем тренде индикатор RBCI разворачивается и от нулевого уровня. Если это произойдет и на этот раз, то потенциал движения вниз может составить всего одну фигуру от уровня 0.9120, т.е. до 0.9020. Поэтому нельзя сказать с полной определенностью, что психологически важный рубеж 0.9000 будет пробит вниз, но вероятность такого события достаточно высока. Нижнюю границу, до которой может понизиться обменный курс EUR/USD, я оцениваю как 0.8750.

Наиболее вероятно, что разворот произойдет внутри диапазона 0.8750–0.9000. Вероятность того, что курс валютной пары EUR/USD развернется от уровня 0.8750 или от уровня 0.9000, я оцениваю приблизительно одинаково. Но по большому счету, это не принципиальный вопрос, так как разница в 2.5 фигуры не очень существенна.

Более важный вопрос: «А что же будет дальше?». А дальше можно ожидать быстрого роста курса EUR/USD, поскольку начнет-

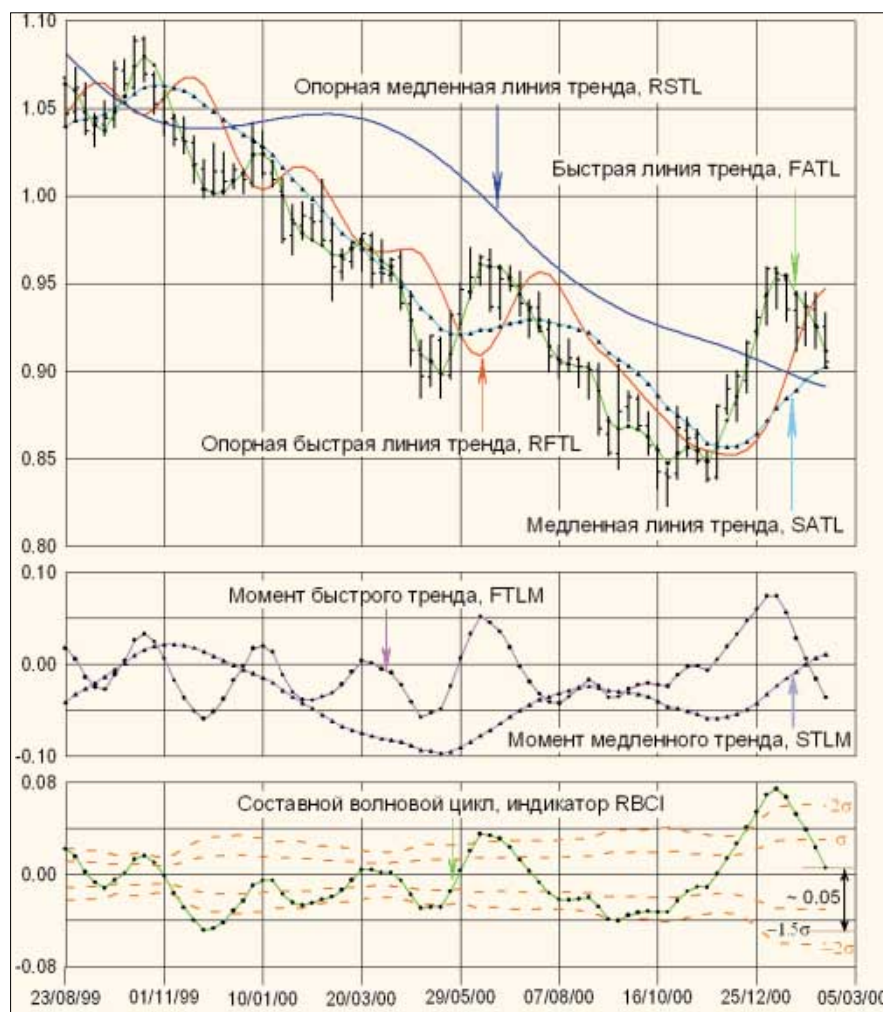


Рис. 1. Недельные технические индикаторы по состоянию на 16 февраля 2001 г. на графике EUR/USD.

ся восходящая фаза волнового цикла. Во время этой фазы динамика обменного курса будет формироваться за счет восходящего долгосрочного тренда и восходящего составного волнового цикла, которые будут двигаться синхронно в одном направлении, т. е. в тандеме или в фазе. При этом потенциал движения вверх оценить значительно легче и с гораздо меньшей ошибкой. На мой взгляд, он будет составлять от восьми до десяти фигур, т.е. курс европейской валюты снова должен вернуться на уровень 0.9500-0.9750. Расчеты показывают, что это может произойти на временном горизонте от одного до двух месяцев, начиная от точки разворота волнового цикла.

Более долгосрочный прогноз на основе анализа недельных данных пока дать затруднительно. Напомним, что АТ&СF-метод является адаптивным методом, основная цель которого – определять текущие направления трендов и циклов. Поэтому еженедельный мониторинг приведенных на рис. 1 технических инструментов позволит в будущем внести коррективы в прогноз. Однако, на мой взгляд, базовый сценарий будет именно такой.

Не исключено, что во время восходящей фазы волнового цикла европейская валюта попытается протестировать уровень паритета по отношению к американскому доллару. Наиболее вероятно, что это может произойти в июне этого года.

В настоящее время сделать прогноз о том, пойдет ли курс EUR/USD выше уровня паритета, опираясь только на методы технического анализа (пусть даже и сильно продвинутые), не представляется возможным. Фундаментальные же аспекты этой проблемы я здесь принципиально не затрагиваю.

Анализ дневных данных

Для более детального анализа среднесрочных (месячных) и краткосрочных (недельных) трендов и циклов, господствующих на рынке EUR/USD, обратимся к рис. 2. В верхней части этого рисунка на обычные дневные столбиковые биржевые диаграммы (bar) наложены адаптивные «медленная» и «быстрая» линии тренда, а также опорные «медленная» и «быстрые» линии трендов (цвета линий одинаковы с рис. 1). В средней части рис. 2 изображены моменты «медленного» и

«быстрого» линий тренда. Кроме того, в средней части рис. 2 показан составной волновой цикл, представляющий собой суперпозицию (простую сумму) активных рыночных циклов в диапазоне периодов от 10 до 40 дней. В нижней части рис. 2 показан также индекс PCCI, описание которого дано в статье [3].

Комплексный визуальный анализ технических индикаторов, изображенных на рис. 2, позволяет сделать следующие выводы.

Среднесрочный (месячный) тренд на валютном рынке EUR/USD пока остается нисходящим с ускоряющейся динамикой. На это прямо указывает отрицательный наклон «медленной» линии тренда и отри-

цательное значение медленного момента. Пробой медленным моментом ключевого нулевого уровня произошел уже десять дней назад (6 февраля). Ничего похожего на локальный минимум линии медленного момента пока не наблюдается. До тех пор, пока значение медленного момента будет оставаться отрицательным, у евро будет сохраняться среднесрочный потенциал падения по отношению к американскому доллару. В принципе это падение все еще можно считать среднесрочной медвежьей коррекцией.

Медленная линия тренда, вычисленная с использованием дневных котировок EUR/USD, по своему физическому смыслу почти эквива-



Рис. 2. Дневные технические индикаторы по состоянию на 16 февраля 2001 г. на графике EUR/USD.

лентна быстрому тренду на недельных биржевых диаграммах.

Краткосрочный (недельный) тренд на рынке EUR/USD также остается нисходящим. На это прямо указывает отрицательный наклон «быстрой» линии тренда и отрицательное значение быстрого момента, говорящее о постоянном темпе падения быстрого тренда. Никаких бычьих сигналов на быстрых daily-индикаторах пока не наблюдается.

Составной волновой цикл находится в фазе падения, а его значение уже расположено в диапазоне от -20 до 0, т. е. вблизи своего основания. Из такого положения с очень большой вероятностью может начаться краткосрочная бычья коррекция, сопровождающаяся резким увеличением волатильности. Отсюда вывод – пробы вниз психологически важного уровня 0.9000 без предварительного «отскока» значительно выше уровня 0.9100 не произойдет. Индикатор РСЦИ в нижней части рис. 2, достигший 15 февраля 2001 г. значения -100, является

ся дополнительным подтверждением близкой бычьей коррекции.

Общие выводы

В заключение сформулирую общие выводы, полученные в результате анализа недельных и дневных котировок курса валютной пары EUR/USD.

Долгосрочный (квартальный) тренд на рынке EUR/USD по-прежнему восходящий, что обуславливает большой потенциал роста евро по отношению к американскому доллару на временном горизонте до июня 2001 года. По моему мнению, курс EUR/USD вновь вернется на уровень 0.9500-0.9700 и, возможно, протестирует уровень паритета.

Среднесрочный (месячный) тренд – нисходящий. На мой взгляд, его можно рассматривать как среднесрочную медвежью коррекцию. Фаза коррекции может продолжаться до марта 2001 г. При этом в качестве предельного уровня, до которого курс EUR/USD может пони-

зиться, я рассматриваю уровень 0.8750. Но все же считаю, что есть малая вероятность, что психологически значимый уровень 0.9000 так и не будет пробит. Однако принципиального значения это не имеет. На временном горизонте в одну-две недели на рынке можно ожидать краткосрочной бычьей коррекции, которая в принципе может привести к развороту среднесрочной (месячной) тенденции.

ВС

Владимир Кравчук

Литература:

1. Европу ждет прохладное лето / Тремасов К. // Валютный спекулянт, 2001, № 1, с. 22-26.
2. Новый адаптивный метод следования за тенденцией и рыночными циклами / Кравчук В. К. // Валютный спекулянт, 2000, № 12, с. 48-53.
3. Спектральный анализ колебаний валютного курса EUR/USD по методу максимальной энтропии / Кравчук В. К. // Валютный спекулянт, 2001, № 1, с. 14-17.

ФИНМАРКЕТ ВВС

НЕБИРЖЕВАЯ
ВКСЕЛЬНАЯ
СИСТЕМА

Долговой рынок в реальном времени!

В Системе «Финмаркет - ВВС»:

- ➔ *самый большой объем оперативных данных по векселям, долгам и зачетам в режиме on-line,*
- ➔ *возможность самостоятельно вводить котировки через Интернет,*
- ➔ *гибкая система поиска необходимой информации по различным критериям,*
- ➔ *новости, нормативные документы, аналитические материалы по вексельному рынку и др.*

Москва Агентство "Финмаркет" Тел. (095) 964-33-19, 964-23-55, 964-03-66, e-mail: agency@finmarket.ru Санкт-Петербург Агентство "Финмаркет СПб" (812) 278-92-66; Екатеринбург Агентство "ФинИнфо" (3432) 22-76-15; Самара ЗАО "Сигма-Капитал" (8462) 79-81-26; Ростов-на-Дону Деловой Еженедельник "ГородN" (8632) 38-72-А5; Пермь АДН "Пермь" (3422) 12-61-52; Томск ИКА "Томика" (3822) 52-69-00; Волгоград ИА "Пресс-Маркет" (8442) 93-61-35; Саратов ОАО "Волга-Информост" (8452) 28-42-48; Казань Агентство "IF" (8432) 76-85-59; Ижевск МА "Пигмалион" (3412) 43-03-47.

AT&CF-метод в модели с постоянным рычагом

Настоящая работа завершает цикл статей, посвященных новому адаптивному методу следования за тенденцией и рыночными циклами (Adaptive Trend & Cycles Following Method) [1-3]. В статье представлены результаты тестирования метода в модели с финансовым рычагом 10.



Многие читатели не поверили...

Тех читателей, для которых предмет моих публикаций представляет интерес, можно условно разделить на три группы.

Первая и самая большая группа – это те, кто, прочитав про новый метод и показанные им результаты, не слишком в них поверили, рассуждая примерно так: «Этого не может быть, потому что этого не может быть никогда» или «Ну, одно дело тестирование, и совсем другое дело – практика...». Хочу заметить, что переубеждать такого рода скептиков не входит в мои планы. Пусть они остаются при своем мнении.

Вторая небольшая группа читателей, имеющая достаточно профессиональные навыки в области цифровой обработки данных и спектральном анализе, решила воспроизвести обсуждаемый метод и работает над вычислением используемых в нем инструментов. От таких читателей по электронной почте поступают весьма интересные вопросы.

Однако для того, чтобы получить даже предварительные результаты, этой категории читателей потребуется значительно больше времени, чем три месяца. Я желаю им всяческих успехов на этом нелегком пути, но должен заметить, что это будут их собственные индикаторы, хотя и разработанные на тех же принципах, что и мои.

Получить полную аналогию практически невозможно без точного знания параметров фильтров и ряда других технических ноу-хау, используемых мной, в том числе и касающихся устранения искажений, всегда возникающих в пограничных областях. По этой причине тот торговый алгоритм, который хорошо работает у меня, возможно, не будет работать при использовании полученных без учета сказанного выше индикаторов. Но, тем не менее, для данной категории читателей приведенный в настоящей работе материал будет очень полезен.

И, наконец, третья, совсем малая часть читателей, возможно, уже пишет критические статьи, где поставится теоретически обосновать невозможность создания системы, способной «победить рынок». Если

такие критические работы и появятся в ближайшем будущем, то это не будет для меня достаточным основанием для втягивания в публичную теоретическую дискуссию, где ни одна из сторон никогда не может



Рис. 1. Иллюстрация к работе торговой системы, покрывающая временной интервал с 13 сентября 1999 г. по 03 января 2000 г.

доказать свою правоту. Меня интересует исключительно практический результат, где единственным доказательством является полученная чистая прибыль.

...А результаты системы превосходные!

Что касается разработанной мною механической торговой системы, то она продолжает показывать превосходные результаты. С момента последнего выхода из длинной позиции по EUR/USD, который был сделан системой 8 декабря 2000 г. и показан в работе [1], система совершила еще (или всего, если угодно) пять торговых операций, на которых было выиграно почти 10 фигур без единой потери.

Заметим, что это было уже не обратное тестирование. Все эти операции проводились реально. К настоящему времени сомнений в работоспособности системы у меня нет. Если пока и остаются некоторые проблемы, то они лежат чисто в психологической плоскости, а именно: на практике очень трудно следовать сигналам до конца. Входить в рынок по сигналам достаточно просто, но очень непросто держать стопы, которые ставит система, и не закрывать прибыльные позиции раньше времени.

Люди, с которыми я имею удовольствие работать, и для которых описанный в [1-3] метод является уже не предметом дискуссий, а перспективным инструментом получения прибыли, поначалу упрекали меня в консервативности системы. Действительно, система очень часто бывает вне рынка, показывая, что надежных сигналов к покупке или продаже нет. Из-за этого, дескать, иногда пропускались довольно сильные движения на рынке.

Чтобы доказать, что это не так, был проведен тест на игре с постоянным финансовым рычагом, равным 10. При тестировании размер открытой позиции всегда выбирался таким образом, чтобы отношение «размер открытой позиции»/«первоначальная маржа + суммарный доход/убыток» всегда было равно 10. Размер первоначальной маржи выбирался \$100000. Результатам этого тестирования и посвящена настоящая статья, логически завершающая цикл об АТ&СФ-методе.

Технические проблемы, связанные с открытием больших позиций (открытые линии, лимиты и т.д.), и

свопы в модели не учитывались. Тест традиционно проводился на котировках валютной пары EUR/USD, полученных через систему CQG. Поэтому максимальные и минимальные значения дня могут отличаться от этих значений в Reuters, и уж тем более – от аналогичных значений в Reuters Dealing (D2). Но, согласитесь, что для модельного эксперимента это не столь принципиально.

После того, как вы, уважаемые читатели, ознакомитесь с представленными ниже результатами, вряд ли у вас возникнет желание назвать систему консервативной. Кроме того, как было обещано в работе [2],

в данной публикации на рис. 1-5 показаны все точки, где система входила в рынок и выходила из рынка. Особую ценность представляет описание всех типов торговых сигналов, используемых системой, что позволяет глубже понять логику работы системы.

Краткое описание технических индикаторов

Исчерпывающее описание всех используемых в методе технических индикаторов и способов их интерпретации дано в работах [1, 3]. Поэтому мы не будем на них



Рис. 2. Иллюстрация к работе торговой системы, покрывающая временной интервал с 03 января 2000 г. по 24 апреля 2000 г.

подробно останавливаться. Однако для тех читателей, которые не знакомы с указанными публикациями, перечислим эти новые технические инструменты с указанием их названия и способа вычисления.

FATL (Fast Adaptive Trend Line) – «быстрая» адаптивная линия тренда (см. рис. 1) получается с использованием цифрового фильтра низкой частоты, который служит для подавления высокочастотных шумов, а также рыночных циклов с очень короткими периодами.

SATL (Slow Adaptive Trend Line) – «медленная» адаптивная линия тренда (см. рис. 1) получается с использованием другого цифрового

фильтра низкой частоты, который служит для подавления шумов и рыночных циклов с более длинными периодами.

RFTL (Reference Fast Trend Line) – опорная «быстрая» линия тренда и **RSTL (Reference Slow Trend Line)** – опорная «медленная» линия тренда (см. рис. 1). Они вычисляются по откликам указанных выше фильтров, взятых со строго определенных временных задержками.

FTLM (Fast Trend Line Momentum) и **STLM (Slow Trend Line Momentum)** (см. рис. 1) показывают темп изменения (падения или роста) FATL и SATL и вычисляются по формулам:

$$\text{FTLM}(k) = \text{FATL}(k) - \text{RFTL}(k),$$

$$\text{STLM}(k) = \text{SATL}(k) - \text{RSTL}(k).$$

Индекс **RBCI (Range Bound Channel Index)** – ограниченный по полосе индекс канала (см. рис. 1). Вычисляется с помощью полосового фильтра, который выполняет одновременно следующие функции:

- удаляет низкочастотный шум, формируемый низкочастотными составляющими спектра с периодами большими T_2 ;
- удаляет высокочастотный шум, формируемый высокочастотными составляющими спектра с периодами меньшими T_1 , где $T_2 > T_1$. Упрощенно: $\text{RBCI}(k) = \text{FATL}(k) - \text{SATL}(k)$.

Индекс **PCCI (Perfect Commodity Channel Index)** – совершенный индекс товарного канала (см. рис. 1). Вычисляется по формуле:

$$\text{PCCI}(k) = \text{close}(k) - \text{FATL}(k).$$

Индекс PCCI – это нормированная на свое стандартное отклонение высокочастотная составляющая колебаний валютного курса.

Описание торговых сигналов

По виду операций используемые в системе торговые сигналы можно разделить на две большие группы: сигналы на открытие коротких или длинных позиций и стоп-сигналы.

Первая группа сигналов – это реверсивные сигналы, при поступлении которых система закрывает позиции, не совпадающие по направлению с поступившим сигналом, и открывает противоположную позицию, т.е. «переворачивается».

Вторая группа сигналов (стоп-сигналы) позволяет ограничить возможные потери и/или сохранить текущий доход. Следует отметить, что приведенное ниже описание сигналов нельзя считать конкретным алгоритмом, по которому можно написать программу для механической торговой системы. Существует, по крайней мере, две причины, по которым не представляется возможным привести здесь такой алгоритм.

Во-первых, он будет работать правильно только в том случае, если будут использоваться в точности такие же индикаторы, как на рис. 1-5. А получить их можно только при строго определенных параметрах (частоты среза и т.д.) цифровых фильтров.

Во-вторых, для разных рынков алгоритмы будут определенным обра-



Рис. 3. Иллюстрация к работе торговой системы, покрывающая временной интервал с 24 апреля 2000 г. по 14 августа 2000 г.

зом отличаться, хотя и не для всех типов сигналов. По этим причинам никакие претензии и критика от тех, у кого не получилось разработать аналогичную систему и добиться аналогичных результатов, не принимаются. Однако приведенное ниже описание сигналов, безусловно, поможет глубже понять их логику, что будет полезным при разработке собственных систем, базирующихся на тех же принципах. При изучении приведенных ниже сигналов рекомендую пользоваться рисунками 1-5.

Сигналы на открытие длинных позиций

Сигнал S1 является достаточно надежным разворотным сигналом на излете бычьей тенденции. Очень часто он предвещает начало долгосрочной медвежьей тенденции. Как правило, этому сигналу предшествует первая серьезная коррекция вниз против господствующего на рынке бычьего тренда, за которой вновь следует движение вверх. Но это движение происходит уже на фоне падающего индикатора STLM, указывающего на сближение «медленной» адаптивной линии тренда SATL и опорной «медленной» линии тренда RSTL. Напомню, что пересечение этих линий я считаю завершением формирования долгосрочного медвежьего тренда [1, 3].

Поскольку в момент поступления сигнала S1 еще не все участники рынка определились с направлением будущей тенденции, это обуславливает большую волатильность цен, характерную для моментов перелома тренда. Поэтому при выборе цены продажи должно учитываться значение PCCI. Цена продажи выбирается в зависимости от значения осциллятора PCCI. Если на день прихода сигнала значение PCCI лежит выше уровня минус 100, то цена продажи выбирается равной цене открытия дня, следующего за днем формирования. Если на день прихода сигнала значение PCCI лежит ниже уровня минус 100, то цена продажи выбирается равной цене закрытия дня, следующего за днем формирования сигнала – при условии, что на момент закрытия этого дня значение PCCI становится выше уровня минус 100. В том случае, если на момент закрытия значение PCCI останется ниже уровня минус 100, спешить с продажей не следует.

Сигналы S2A и S2B являются типичными сигналами продолжения

медвежьей тенденции после краткосрочной бычьей коррекции. Оба сигнала приходят тогда, когда медвежья тенденция уже завершила свое формирование и набрала силу. Как правило, к этому времени у большей части участников рынка уже сформировалось правильное представление о господствующем тренде. Поэтому возобновление движения вниз после бычьей коррекции воспринимается наиболее профессиональными игроками правильно. Волатильность цен во время появления этих сигналов обычно бывает ниже, чем в случае поступления разворотного сигнала S1. Этим объясняются более жесткие условия,

необходимые для формирования сигналов S2A и S2B, заключающиеся в синхронности движения индикаторов FATL, FTLM и RBCI в момент формирования сигнала. Эти жесткие условия позволяют получить более надежный сигнал в ситуации, когда тенденция действует уже давно или даже приближается к своему завершению.

Отличие сигнала S2A от S2B состоит лишь в направлении движения индикатора STLM. В одном случае (S2A) он падает или движется горизонтально, в другом (S2B) – растет, что указывает на сближение SATL и RSTL. Поэтому для формирования сигнала S2B вводится до-



Рис. 4. Иллюстрация к работе торговой системы, покрывающая временной интервал с 14 августа 2000 г. по 04 декабря 2000 г.

полнительное ограничение на RBCI, заключающееся в отсутствии пере-проданного состояния рынка при поступлении сигнала на продажу.

Цена продажи выбирается выше или равной цене открытия дня, следующего за днем прихода сигнала.

Сигнал S3 можно отнести к классу сигналов, при формировании которых наибольший приоритет отдается состоянию простой суммы активных рыночных циклов в заданной полосе частот. Напомним, что за рыночные циклы в данном методе отвечает индекс RBCI. Направление «медленной» линии тренда STLM и динамика его схождения-расхождения с опорной «медлен-

ной» линией тренда RSTL, характеризующаяся индикатором STLM, не учитываются. Используется только знак STLM, показывающий нам направление сформировавшейся господствующей долгосрочной тенденции. Кроме того, используется информация о направлении и динамике «быстрой» линии тренда FATL. Упрощенно смысл сигнала S3 можно понимать следующим образом: сигнал генерируется тогда, когда при нейтральном или нисходящем долгосрочном тренде композитный волновой цикл проходит свой локальный максимум в сильно перекупленной области. В первом случае (боковой тренд) потенциал движения вниз

из-за рыночных циклов будет превышать потенциал роста за счет волатильности цен при нейтральном тренде. Во втором случае (нисходящий тренд) потенциал падения за счет рыночных циклов будет складываться с потенциалом долгосрочного медвежьего тренда, что может только улучшить результат.

Цена продажи также выбирается выше или равной цене открытия дня, следующего за днем прихода сигнала.

Сигнал S4 основан на двойной дивергенции как между направлением движения индекса RBCI и «быстрой» адаптивной линией тренда FATL, так и между индексами RBCI и FTLM. Смысл этой дивергенции заключается в том, что на протяжении некоторого времени наблюдается разнонаправленное движение между RBCI и индексами RBCI и FTLM. Обнаружив такую дивергенцию, торговая система становится в режим ожидания. Триггером на генерацию торгового сигнала на продажу является локальный минимум FTLM при условии, что FATL и RBCI продолжают двигаться в прежних направлениях.

На графиках это выглядит как некоторый загиб кривой FTLM в направлении движения «быстрой» линии тренда FATL. Как правило, это происходит при значениях FTLM, близких к нулю, т.е. вблизи точки завершения формирования «быстрого» медвежьего тренда. В это время наблюдается кратковременный рост курса EUR/USD, и система вырабатывает оптимальный сигнал на продажу. Сигнал S4 – типично опережающий сигнал, потому что он предвещает разворот тренда. В подавляющем большинстве случаев он оказывается очень удачным.

Цена продажи выбирается выше или равной цене открытия дня, следующего за днем прихода сигнала.

Сигнал S5 очень прост для понимания. Он генерируется системой, когда при медвежьем долгосрочном тренде два индекса RBCI и PCCI одновременно достигают значений, указывающих на то, что рынок находится в перекупленном состоянии. Такие сигналы часто приходят в завершающей фазе медвежьей тенденции, когда цены внезапно начинают резко двигаться вверх, а затем резко падают, так как действующая тенденция все еще сохраняет силу.

Цена продажи выбирается выше или равной цене закрытия дня прихода сигнала.

Сигнал S6 генерируется системой, когда при медвежьем дол-

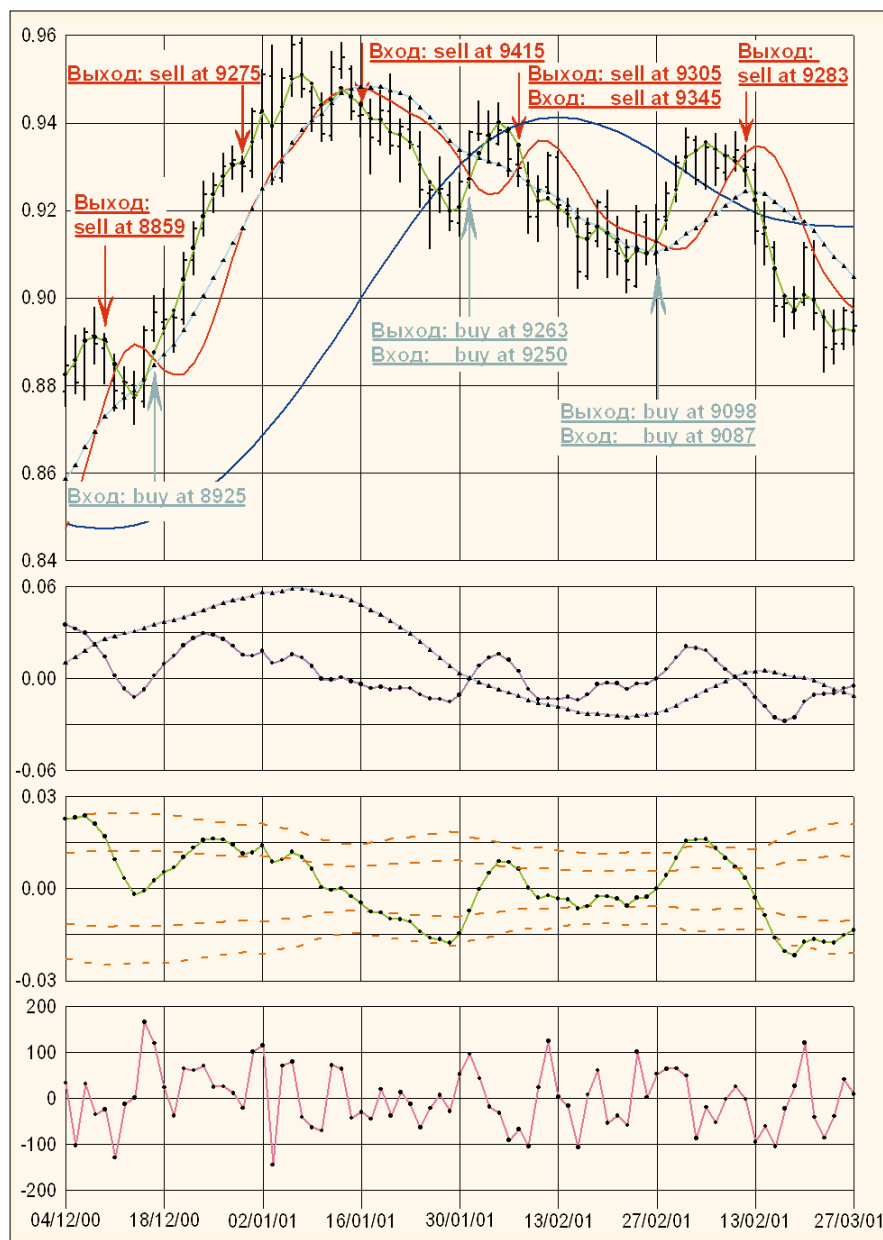


Рис. 5. Иллюстрация к работе торговой системы, покрывающая временной интервал с 04 декабря 2000 г. по 27 марта 2001 г.

Таблица 1. Общая характеристика работы торговой системы на базе AT&CF-метода, полученная в результате тестирования при игре с постоянным финансовым рычагом 10 за период с 07 января 1999 г. по 12 марта 2001 г. с использованием дневных данных о котировках валютной пары EUR/USD

ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ СИСТЕМЫ: ВСЕ СДЕЛКИ			
Общая чистая прибыль	\$41,044,410	Пр./уб. открытой позиции	\$0
Валовый доход	\$43,370,830	Валовый убыток	-\$2,326,420
Общее число сделок	35	% выигрышных сделок	88.57%
Число выигрышных сделок	31	Число проигрышных сделок	4
Наибольший выигрыш	\$6,812,260	Наибольший проигрыш	-\$2,284,520
Средний выигрыш	\$1,399,059	Средний проигрыш	-\$581,605
Отношение	2.41	Средний результат сделки (выигрыш & проигрыш)	\$1,172,697
ср. выигрыш / ср. проигрыш		Макс. последовательность	1
Макс. последовательность	10	проигрышей	
Средняя продолжительность	11.32	Средняя продолжительность	3.50
выигрышной сделки, дни		проигрышной сделки, дни	
Максимальное понижение	-\$2,618,840	Максимальный размер	344 mio EUR
внутри одной сделки		открытой позиции	
Профит-фактор	18.64		
Размер первоначальной	\$100,000	Доходность на вложенные	41,044.41%
маржи		средства	
ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ СИСТЕМЫ: «ДЛИННЫЕ» ПОКУПКИ			
Общая чистая прибыль	\$21,268,550	Пр./уб. открытой позиции	\$0
Валовый доход	\$23,553,070	Валовый убыток	-\$2,284,520
Общее число сделок	12	% выигрышных сделок	91.67%
Число выигрышных сделок	11	Число проигрышных сделок	1
Наибольший выигрыш	\$6,742,400	Наибольший проигрыш	-\$2,284,520
Средний выигрыш	\$2,141,188	Средний проигрыш	-\$2,284,520
Отношение	0.94	Средний результат сделки (выигрыш & проигрыш)	\$1,772,379
ср. выигрыш / ср. проигрыш		Макс. последовательность	1
Макс. последовательность	7	проигрышей	
Средняя продолжительность	8.27	Средняя продолжительность	2.00
выигрышной сделки, дни		проигрышной сделки, дни	
Максимальное понижение	-\$2,618,840	Максимальный размер	344 mio EUR
внутри сделки		открытой позиции	
Профит-фактор	10.31		
Размер первоначальной	\$100,000	Доходность на вложенные	21,268.55%
маржи		средства	
ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ СИСТЕМЫ: «КОРОТКИЕ» ПРОДАЖИ			
Общая чистая прибыль	\$19,775,860	Пр./уб. открытой позиции	\$0
Валовый доход	\$19,817,760	Валовый убыток	-\$41,900
Общее число сделок	23	% выигрышных сделок	86.96%
Число выигрышных сделок	20	Число проигрышных сделок	3
Наибольший выигрыш	\$6,812,260	Наибольший проигрыш	-\$26,800
Средний выигрыш	\$990,888	Средний проигрыш	-\$13,967
Отношение	70.95	Средний результат сделки (выигрыш & проигрыш)	\$859,820
ср. выигрыш / ср. проигрыш		Макс. последовательность	1
Макс. последовательность	9	проигрышей	
Средняя продолжительность	13.00	Средняя продолжительность	4.00
выигрышной сделки, дни		проигрышной сделки, дни	
Максимальное понижение	-\$2,224,600	Максимальный размер	275.8 mio EUR
внутри одной сделки		открытой позиции	
Профит-фактор	472.98		
Размер первоначальной	\$100,000	Доходность на вложенные	19,775.86%
маржи		средства	

госрочном тренде (SATL уже падает, но значение STLM еще лежит выше нуля) индекс PCCI достигает значений выше 100, указывающих на то, что рынок находится в перекупленном состоянии. Такие сигналы обычно приходят в начальной фазе медвежьей тенденции и ос-

нованы на использовании высокой волатильности рынка на этом этапе формирования тенденции. Цена продажи выбирается выше или равной цене закрытия дня прихода сигнала.

Сигнал S7 – мощный разворотный сигнал, возникающий после за-

вершения первой технической коррекции вверх, следующей за медвежьим пробоем линии «быстрого» тренда FATL линии «медленного» тренда SATL сверху вниз. На завершение этой технической коррекции указывает локальный максимум FATL. Цена продажи выбира-

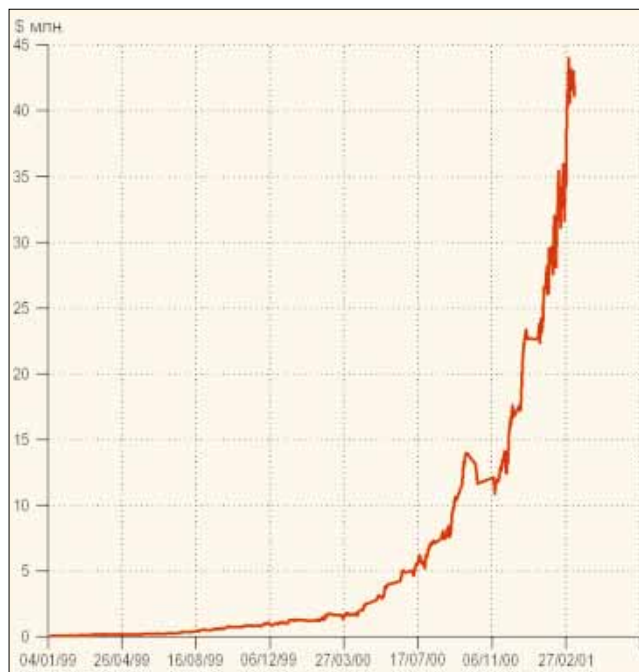


Рис. 6. График зависимости общей чистой прибыли (кумулятивное значение валовой доход - валовой убыток), полученный в результате тестирования механической торговой системы на рынке EUR/USD в модели с постоянным финансовым рычагом на интервале времени с 07 января 1999 г. по 12 марта 2001 г.

ется выше или равной цене открытия дня, следующего за днем прихода сигнала.

Сигнал S8 формируется тогда, когда наблюдается одновременное пересечение сверху вниз «быстрой» адаптивной линии тренда FATL «медленной» адаптивной линии тренда SATL и «быстрой» опорной линии RFTL. В некоторых случаях этот сигнал не позволяет пропус-

Общая характеристика системы, функционирующей на базе AT&CF-метода с использованием описанных выше торговых сигналов, представлена в таблице 1. Здесь кроме характеристики работы системы, включающей все сделки, можно найти характеристики работы системы отдельно для длинных (покупка EUR/USD) и коротких (продажа EUR/USD) позиций.

тить момент внезапного и резкого перелома восходящей тенденции, которая господствовала на рынке длительное время и уже потеряла свою силу. Цена продажи выбирается выше или равной цене открытия дня, следующего за днем прихода сигнала.

Результаты тестирования

Все точки входа в рынок и выхода из рынка с указанием цены покупки/продажи показаны на рис. 1-5 для пяти различных интервалов времени, каждый из которых содержит по 80 торговых дней.

На рис. 6 показан график зависимости роста общей чистой прибыли (кумулятивное значение валовой доход - валовой убыток) от времени для механической торговой системы, функционирующей на базе AT&CF-метода. Как и предсказывалось в работе [1], изображенная на рис. 6 зависимость имеет ярко выраженную нелинейную тенденцию к росту.

Используя рис. 1-5 и приведенное выше описание сигналов, можно получить законченное представление как о качественных характеристиках метода (логика его работы), так и о его количественных характеристиках (доходность и риск). На мой взгляд, приведенная выше таблица и графики говорят сами за себя и не требуют дополнительных комментариев. BC

Окончание следует

Владимир Кравчук
ukravchuk@alfabank.ru

Литература:

1. Кравчук В. К. Новый адаптивный метод следования за тенденцией и рыночными циклами // Валютный спекулянт, 2000, № 12, с. 48-53.
2. Кравчук В. К. Спектральный анализ колебаний валютного курса EUR/USD по методу максимальной энтропии // Валютный спекулянт, 2001, № 1, с. 14-17.
3. Кравчук В. К. Прогноз курса EUR/USD на основе AT&CF-метода // Валютный спекулянт, 2001, № 2, с. 20-23.



АТ&СF-метод в модели с постоянным рычагом

Окончание. Начало в № 5 (19)

Мы завершаем цикл статей, посвященных новому адаптивному методу следования за тенденцией и рыночными циклами (Adaptive Trend & Cycles Following Method), разработанному с использованием современных цифровых технологий обработки данных. С момента выхода в декабрьском номере журнала «Валютный спекулянт» за 2000 год первой статьи из цикла [1-4], посвященного АТ&СF-методу, прошло около полугода. Материал достаточно сложен для понимания. И нас очень интересует реакция читателей и их мнения по поводу эффективности нового метода.



Сигналы на открытие коротких позиций

Сигнал L1 является достаточно надежным разворотным сигналом на излете медвежьей тенденции и полностью аналогичен сигналу S1 с точностью до направления. Очень часто он предвещает начало долгосрочной бычьей тенденции. Как правило, этому сигналу предшествует первая серьезная коррекция вверх против господствующего медвежьего тренда, за которой вновь следует движение вниз. Но это движение вниз уже происходит на фоне растущего индикатора STLM, указывающего на сближение «медленной» адаптивной линии тренда SATL и опорной «медленной» линии тренда RSTL [4].

Напомним, что пересечение этих линий мы считаем завершением формирования долгосрочного бычьего тренда. Поскольку в момент поступления сигнала L1 еще не все участники рынка определились с будущим направлением тенденции, это обуславливает большую волатильность цен, характерную для моментов перелома тренда. Поэтому при выборе цены покупки должно учитываться значение PCCI.

Цена покупки выбирается в зависимости от значения осциллятора PCCI. Если на день прихода сигнала значение PCCI лежит ниже 100, то цена покупки выбирается равной цене открытия дня, следующего за днем формирования. Если на день прихода сигнала значение PCCI лежит выше 100, то цена покупки выбирается равной цене закрытия дня, следующего за днем формирования сигнала – при условии, что на момент закрытия этого дня значение PCCI становится ниже 100. В том случае, если на момент закрытия

значение PCCI останется выше 100, то сигнал аннулируется, и спешить с покупкой не следует.

Сигналы L2A и L2B являются типичными сигналами продолжения бычьей тенденции после медвежьей коррекции. Оба сигнала приходят тогда, когда бычья тенденция уже завершила свое формирование и набрала силу. Как правило, к этому времени у большей части участников рынка уже сформировалось правильное представление о господствующем тренде. Поэтому возобновление движения вверх после медвежьей коррекции воспринимается наиболее профессиональными игроками правильно. Волатильность цен во время появления этих сигналов обычно бывает ниже, чем в случае поступления разворотного сигнала L1. Этим обусловлены более жесткие условия, необходимые для формирования сигналов L2A и L2B, аналогичные условиям формирования сигналов S2A и S2B. Это позволяет получить более надежный сигнал в ситуации, когда тенденция действует уже давно или даже приближается к своему завершению.

Отличие сигнала L2A от L2B состоит лишь в направлении движения индикатора STLM. В одном случае (L2A) он растет или движется горизонтально, в другом (L2B) – падает, что указывает на сближение SATL и RSTL. Поэтому для L2B вводится дополнительное ограничение на значение RBCI, которое дает относительную гарантию отсутствия перекупленного состояния рынка при поступлении сигнала на покупку. Цена покупки также выбирается ниже или равной цене открытия дня, следующего за днем прихода сигнала.

Сигнал L3 аналогичен сигналу S3 с точностью до направления. Его так же, как и S3, можно отне-

сти к классу сигналов, при формировании которых приоритет отдается значению *простой суммы рыночных циклов* в заданной полосе частот, мониторинг которой обеспечивает индекс RBCI. Направление «медленной» линии тренда STLM и динамика его схождения-расхождения с опорной «медленной» линией тренда RSTL, характеризующая индикатором STLM, не принимаются в рассмотрение при формировании L3. Учитывается только знак STLM, показывающий нам направление сформировавшейся господствующей долгосрочной тенденции (плюс – тенденция бычья, минус – медвежья).

Кроме того, используется информация о направлении «быстрого» тренда FATL и его динамике, показываемой линией FTLM. Смысл сигнала L3 заключается в следующем: сигнал генерируется тогда, когда при *нейтральном* или *бычьем* долгосрочном тренде *суперпозиция активных рыночных циклов* проходит свой локальный минимум в сильно перепроданной области. В первом случае потенциал движения вверх из-за рыночных циклов будет превышать потенциал падения за счет волатильности цен при нейтральном тренде. Во втором случае потенциал роста за счет рыночных циклов будет складываться с потенциалом долгосрочного бычьего тренда, что может только улучшить результат. Цена покупки выбирается ниже или равной цене открытия дня, следующего за днем прихода сигнала.

Сигнал L4 так же, как и сигнал S4, основан на *двойной дивергенции* как между направлением движения индекса RBCI и «быстрой» адаптивной линией тренда FATL, так и между индексами RBCI и FTLM. Двойная дивергенция отмечается при медвежьем «медленном» тренде. Смысл

ее заключается в том, что на протяжении некоторого времени наблюдается разнонаправленное движение между RBCI и индексами RBCI и FTLM. Обнаружив такую конфигурацию, торговая система сразу же становится в режим ожидания. Триггером на генерацию торгового сигнала на покупку является локальный максимум FTLM при условии, что FATL и RBCI продолжают двигаться в прежних направлениях.

На графиках это выглядит как некоторый загиб кривой FTLM в направлении движения «быстрой» линии тренда FATL. Как правило, это происходит при близких к нулю отрицательных значениях FTLM, т.е. вблизи точки завершения формирования «быстрого» бычьего тренда. В это время наблюдается кратковременное падение курса EUR/USD, и система вырабатывает оптимальный сигнал на покупку.

Сигнал L4 – типично опережающий сигнал, потому что он предва-

ряет разворот тренда. В подавляющем большинстве случаев он оказывается очень удачным, но, к сожалению, для его формирования иногда не хватает некоторых условий. Цена покупки выбирается ниже или равной цене открытия дня, следующего за днем прихода сигнала.

Сигнал L5 очень прост для понимания. Он генерируется системой, когда при бычьем долгосрочном тренде два индекса, RBCI и PCCI, одновременно достигают значений, указывающих на то, что рынок находится в перепроданном состоянии. Такие сигналы часто приходят в завершающей фазе бычьей тенденции, когда цены внезапно начинают резко двигаться вниз, а затем резко растут, так как действующая тенденция все еще сохраняет силу. Цена покупки выбирается ниже или равной цене закрытия дня прихода сигнала.

Сигнал L6 генерируется системой, когда при бычьем долгосрочном тренде (SATL уже растет, но

значение STLM еще лежит ниже нуля) индекс PCCI достигает значений выше минус 100, указывающих на то, что рынок находится в перепроданном состоянии. Такие сигналы обычно приходят в начальной фазе бычьей тенденции и основаны на использовании высокой волатильности рынка на этом этапе формирования тенденции. Цена покупки выбирается ниже или равной цене закрытия дня прихода сигнала.

Сигнал L7 – мощный разворотный сигнал, возникающий после завершения первой технической коррекции вниз, следующей за бычьим пробоем линией «быстрого» тренда FATL линии «медленного» тренда SATL снизу вверх. На завершение этой технической коррекции указывает локальный минимум FATL. Цена покупки выбирается ниже или равной цене открытия дня, следующего за днем прихода сигнала.

Сигнал L8 формируется, когда наблюдается одновременное пересе-

Таблица 1. Динамическая характеристика работы торговой системы на базе AT&CF-метода, полученная в результате тестирования при игре с постоянным финансовым рычагом 10 за период с 07 января 1999 г. по 12 марта 2001 г. (начало)

Дата	Операция	Тип операции	Код сигнала	Размер позиции	Цена вх./вых.	Цена «стоп»	Доход на один вход	Суммарный доход
07.01.1999	Вход	Продажа	S1	1.0 млн. EUR	1.1714	1.1913		
15.01.1999	Выход	Покупка	SS3	1.0 млн. EUR	1.1739	1.1739	-\$2,500	-\$2,500
18.01.1999	Вход	Покупка	L8	0.9 млн. EUR	1.1565	1.1366		
21.01.1999	Выход	Продажа	S2A	0.9 млн. EUR	1.1565	1.1366	\$0	-\$2,500
21.01.1999	Вход	Продажа	S2A	0.9 млн. EUR	1.1575	1.1783		
08.02.1999	Выход	Покупка	SS3	0.9 млн. EUR	1.1309	1.1309	\$23,940	\$21,440
12.02.1999	Вход	Продажа	S2A	1.2 млн. EUR	1.1217	1.1369		
08.03.1999	Выход	Покупка	SS1	1.2 млн. EUR	1.0821	1.0821	\$47,520	\$68,960
12.03.1999	Вход	Продажа	S5	1.6 млн. EUR	1.1037	1.1221		
01.04.1999	Выход	Покупка	SS3	1.6 млн. EUR	1.0813	1.0813	\$35,840	\$104,800
16.04.1999	Вход	Продажа	S2A	2.0 млн. EUR	1.0685	1.0843		
23.04.1999	Выход	Покупка	SS3	2.0 млн. EUR	1.0680	1.0680	\$1,000	\$105,800
03.05.1999	Вход	Продажа	S2A	2.0 млн. EUR	1.0589	1.0723		
05.05.1999	Выход	Покупка	SS0	2.0 млн. EUR	1.0723	1.0723	-\$26,800	\$79,000
12.05.1999	Вход	Продажа	S3	1.7 млн. EUR	1.0712	1.0910		
04.06.1999	Выход	Покупка	SS3	1.7 млн. EUR	1.0362	1.0362	\$59,500	\$138,500
15.06.1999	Вход	Продажа	S2A	2.3 млн. EUR	1.0423	1.0611		
15.07.1999	Выход	Покупка	SS3	2.3 млн. EUR	1.0258	1.0258	\$37,950	\$176,450
20.07.1999	Вход	Покупка	L8	2.7 млн. EUR	1.0315	1.0146		
30.07.1999	Выход	Продажа	LS3	2.7 млн. EUR	1.0683	1.0683	\$99,360	\$275,810
05.08.1999	Вход	Продажа	S4	3.7 млн. EUR	1.0777	1.0900		
19.08.1999	Выход	Покупка	SS2	3.7 млн. EUR	1.0565	1.0565	\$78,440	\$354,250
23.08.1999	Вход	Продажа	S6	4.5 млн. EUR	1.0681	1.0853		
31.08.1999	Выход	Покупка	SS3	4.5 млн. EUR	1.0542	1.0542	\$62,550	\$416,800
08.09.1999	Вход	Продажа	S3	5.1 млн. EUR	1.0586	1.0811		
16.09.1999	Выход	Покупка	SS3	5.1 млн. EUR	1.0464	1.0464	\$62,220	\$479,020
21.09.1999	Вход	Покупка	L8	5.7 млн. EUR	1.0365	1.0197		
08.10.1999	Выход	Продажа	LS3	5.7 млн. EUR	1.0666	1.0666	\$171,570	\$650,590
25.10.1999	Вход	Продажа	S8	7.5 млн. EUR	1.0688	1.0832		
29.10.1999	Выход	Покупка	SS2	7.5 млн. EUR	1.0548	1.0548	\$105,000	\$755,590
19.11.1999	Вход	Продажа	S2A	8.5 млн. EUR	1.0294	1.0451		
17.12.1999	Выход	Покупка	L1	8.5 млн. EUR	1.0080	1.0451	\$181,900	\$937,490
17.12.1999	Вход	Покупка	L1	10.3 млн. EUR	1.0063	0.9844		
12.01.2000	Выход	Продажа	LS3	10.3 млн. EUR	1.0287	1.0287	\$230,720	\$1,168,210
11.02.2000	Вход	Продажа	S2A	12.6 млн. EUR	0.9850	1.0023		

чение снизу вверх «быстрой» адаптивной линией тренда FATL «медленной» адаптивной линией тренда SATL и «быстрой» опорной линией RFTL. Очень часто этот сигнал позволяет не пропустить момент внезапного и резкого *перелома медвежьей тенденции*, которая господствовала на рынке длительное время и уже потеряла свою силу. Цена покупки выбирается ниже или равной *цене открытия* дня, следующего за днем прихода сигнала.

Стоп-сигналы на закрытие коротких и длинных позиций (см. табл. 1) генерируются, когда цены достигают стоп-уровней, рассчитанных с использованием текущих значений индексов RBCI, PCCI и волатильности рынка.

Результаты тестирования торгового алгоритма

Тестирование торгового алгоритма, функционирующего на основе приведенных сигналов [4],

проводилось на более чем двухлетнем временном отрезке, с января 1999 г. по март 2001 г., по данным котировок информационной системы CQG.

Размер первоначальной маржи был равен \$100,000, а размер открытой позиции выбирался системой автоматически, в зависимости от текущего финансового результата так, чтобы финансовый рычаг всегда поддерживался на постоянном уровне, равном *десяти*. Первоначально размер открытой позиции составлял 1 млн. EUR.

За тестируемый период торговая система провела 35 торговых операций (*trades*), из которых 31 была выигрышной (*winning trades*), и лишь 4 сделки закончились потерями (*losing trades*). Общая доля выигрышных сделок (*percent profitable*) составила 88.57%. За это время чистая прибыль системы (*total net profit*) составила \$41,044,410, а профит-фактор (*profit factor*), т.е. абсолютная величина отношения валовой доход (*gross profit*)/ валовой убыток (*gross loss*),

равна 18.88. Торговая система обеспечила доходность на вложенные средства (*return on account*), равную 41,044.1%, которая вычислялась как отношение *общей чистой прибыли* к размеру первоначальной маржи. **BC**

Владимир Кравчук
ukravchuk@alfabank.ru

Литература:

1. Кравчук В. Новый адаптивный метод следования за тенденцией и рыночными циклами // Валютный спекулянт, 2000, № 12, с. 48-53.
2. Кравчук В. Спектральный анализ колебаний валютного курса EUR/USD по методу максимальной энтропии // Валютный спекулянт, 2001, № 1, с. 14-17.
3. Кравчук В. Прогноз курса EUR/USD на основе AT&CF-метода // Валютный спекулянт, 2001, № 2, с. 20-23.
4. Кравчук В. AT&CF-метод в модели с постоянным рычагом // Валютный спекулянт, 2001, № 5, с. 22-28.

Таблица 1. Окончание

Дата	Операция	Тип операции	Код сигнала	Размер позиции	Цена вх./вых.	Цена «стоп»	Доход на один вход	Суммарный доход
17.02.2000	Выход	Покупка	L7	12.6 млн. EUR	0.9860	1.0023	-\$12,600	\$1,155,610
17.02.2000	Вход	Покупка	L7	12.5 млн. EUR	0.9857	0.9666		
25.02.2000	Выход	Продажа	S3	12.5 млн. EUR	0.9912	0.9862	\$68,750	\$1,224,360
25.02.2000	Вход	Продажа	S3	13.2 млн. EUR	0.9919	1.0185		
09.03.2000	Выход	Покупка	SS3	13.2 млн. EUR	0.9642	0.9642	\$365,640	\$1,590,000
22.03.2000	Вход	Продажа	S2A	16.9 млн. EUR	0.9605	0.9826		
01.05.2000	Выход	Покупка	SS1	16.9 млн. EUR	0.9122	0.9122	\$816,270	\$2,406,270
15.05.2000	Вход	Продажа	S5	25.0 млн. EUR	0.9200	0.9417		
23.05.2000	Выход	Покупка	L7	25.0 млн. EUR	0.9023	0.9417	\$442,500	\$2,848,770
23.05.2000	Вход	Покупка	L7	29.4 млн. EUR	0.9020	0.8761		
01.06.2000	Выход	Продажа	LS1	29.4 млн. EUR	0.9370	0.9370	\$1,029,000	\$3,877,770
19.06.2000	Вход	Продажа	S4	39.7 млн. EUR	0.9635	0.9822		
27.06.2000	Выход	Покупка	SS2	39.7 млн. EUR	0.9399	0.9399	\$936,920	\$4,814,690
07.07.2000	Вход	Продажа	S1	49.1 млн. EUR	0.9506	0.9662		
10.08.2000	Выход	Покупка	SS3	49.1 млн. EUR	0.9050	0.9050	\$2,238,960	\$7,053,650
21.08.2000	Вход	Продажа	S2B	71.5 млн. EUR	0.9068	0.9235		
12.09.2000	Выход	Покупка	SS1	71.5 млн. EUR	0.8616	0.8616	\$3,231,800	\$10,285,450
21.09.2000	Вход	Покупка	L4	103.8 млн. EUR	0.8488	0.8282		
28.09.2000	Выход	Продажа	LS1	103.8 млн. EUR	0.8830	0.8830	\$3,549,960	\$13,835,410
11.10.2000	Вход	Покупка	L1	139.3 млн. EUR	0.8711	0.8547		
13.10.2000	Выход	Продажа	LS0	139.3 млн. EUR	0.8547	0.8547	-\$2,284,520	\$11,550,890
08.11.2000	Вход	Продажа	S3	116.5 млн. EUR	0.8598	0.8783		
28.11.2000	Выход	Покупка	L1	116.5 млн. EUR	0.8527	0.8783	\$827,150	\$12,378,040
28.11.2000	Вход	Покупка	L1	124.7 млн. EUR	0.8511	0.8329		
08.12.2000	Выход	Продажа	LS3	124.7 млн. EUR	0.8859	0.8859	\$4,339,560	\$16,717,600
15.12.2000	Вход	Покупка	L2A	168.1 млн. EUR	0.8925	0.8732		
28.12.2000	Выход	Продажа	LS3	168.1 млн. EUR	0.9275	0.9275	\$5,883,500	\$22,601,100
16.01.2001	Вход	Продажа	S8	227.0 млн. EUR	0.9415	0.9676		
31.01.2001	Выход	Покупка	L3	227.0 млн. EUR	0.9263	0.9331	\$3,450,400	\$26,051,500
31.01.2001	Вход	Покупка	L3	261.5 млн. EUR	0.9250	0.8966		
07.02.2001	Выход	Продажа	S2A	261.5 млн. EUR	0.9305	0.9264	\$1,438,250	\$27,489,750
07.02.2001	Вход	Продажа	S2A	275.8 млн. EUR	0.9345	0.9558		
27.02.2001	Выход	Покупка	L4	275.8 млн. EUR	0.9098	0.9558	\$6,812,260	\$34,302,010
27.02.2001	Вход	Покупка	L4	344.0 млн. EUR	0.9087	0.8849		
12.03.2001	Выход	Продажа	LS3	344.0 млн. EUR	0.9283	0.9283	\$6,742,400	\$41,044,410