

## ПРИМЕНЕНИЕ УОЛШ-ПРЕДСТАВЛЕНИЙ ДЛЯ ЦЕЛЕВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ НАБЛЮДАЕМЫХ СВОЙСТВ СЛОЖНЫХ НЕРАВНОВЕСНЫХ ОБЪЕКТОВ

Соломенников И.М., Павлов С.В.

Красноярский государственный технический университет, г. Красноярск  
Красноярский институт экономики Санкт-Петербургской академии управления и экономики (НОУ ВПО), г. Красноярск  
E-mail: [vano@krkime.com](mailto:vano@krkime.com), [sergey-pavlov@rambler.ru](mailto:sergey-pavlov@rambler.ru)

Построение моделей сложных неравновесных объектов – один из способов решения комплекса задач, связанных с этими объектами. Среди множества моделей особое место занимают модели наблюдаемых свойств, поскольку требуют только наличия наблюдаемых данных.

В работе исследуются сложные неравновесные объекты, доступные только в виде наблюдаемых последовательностей данных.

Предлагается создавать целевые модели наблюдений сложных неравновесных объектов, соответствующие заданному назначению и учитывающие особенности наблюдаемых данных. Качество получаемых моделей предлагается определять их соответствием целевому назначению.



Рис. 1. Динамика котировки EURUSD на MBP Forex

В настоящей работе в качестве назначения создаваемых моделей выбрано прогнозирование наблюдаемых последовательностей данных.

Эти последовательности характеризуются конечностью, дискретностью, разнопериодичностью и наличием всплесков. Такие свойства наблюдаемых данных определяют требования, которым должны удовлетворять создаваемые модели.

В представляемой работе, в качестве целевых моделей, были определены модели (содержащие смысл сглаживающих фильтров) удовлетворяющие следующим требованиям:

- ⇒ конечность, дискретность и разнопериодичность;
- ⇒ отсутствие всплесков;
- ⇒ соответствие целевым экстремумам исходной последовательности;
- ⇒ более высокая степень гладкости по сравнению с исходной последовательностью;
- ⇒ отсутствие запаздывания;
- ⇒ отсутствие существенных расхождений между моделью и исходной последовательностью на концах наблюдаемых интервалов.

Для решения поставленной задачи выбирается теория секвентного анализа [1], а именно, ее основа – Уолш-представления [2].

Искомые модели создаются на основе ортогонального разложения исходной наблюдаемой последовательности данных в ряд по функциям Уолша (рис. 2). Далее из полученного разложения исключаются некоторые составляющие, и выполняется восстановление из оставшихся составляющих новой последовательности данных, которая и является искомой моделью.

Полученная модель (рис. 3) соответствует выше перечисленным требованиям целевой модели. Особенно важно то, что значения полученной модели «на концах» не значительно отличаются от исходной последовательности, что было подтверждено экспериментально.

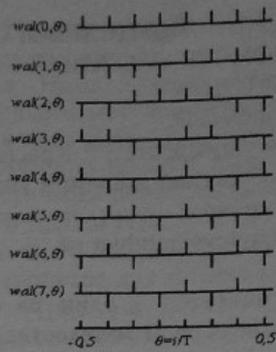


Рис. 2. Первые восемь дискретных функций Уолша

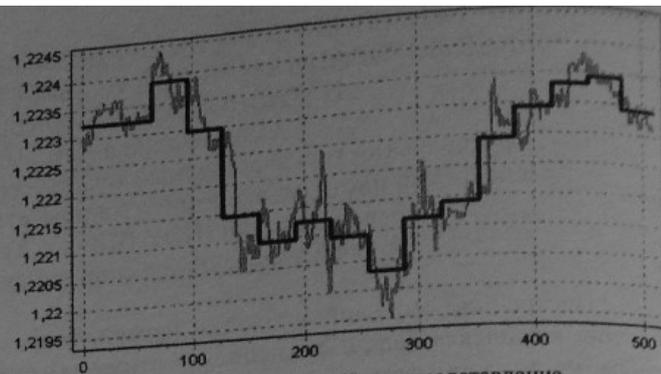


Рис. 3. Котировка EURUSD и ее Уолш-модель

Суть эксперимента сводилась к тому, чтобы сравнить качество моделирования динамики сложного неравновесного объекта «международный валютный рынок Forex» на примере котировки EURUSD Уолш-фильтром и Фурье-фильтром. Для этого была построена эталонная модель исходной последовательности с помощью рефлексивной фильтрации [3]. Затем в фиксированном скользящем окне строились Уолш- и Фурье-модели и вычислялись их невязки относительно эталона. Таким скользящим окном была «просканирована» вся исходная последовательность.

Статистическая обработка полученных последовательностей невязок для Уолш- и Фурье-моделей (рис. 4 и 5 соответственно) позволяет говорить о том, что качество Уолш-модели в смысле назначения прогнозирования на порядок выше, чем качество Фурье-модели. Это проявляется в том, что в отличие от полимодального распределения для невязок Фурье, распределение невязок Уолша унимодальное с на порядок меньшим среднеквадратическим отклонением.

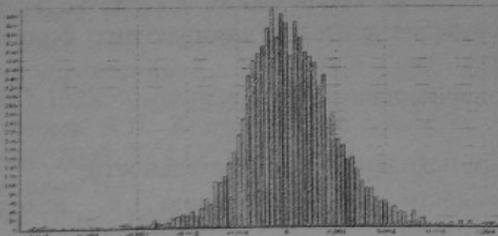


Рис. 4. Распределение невязки полученной Уолш-модели и нормальное распределение

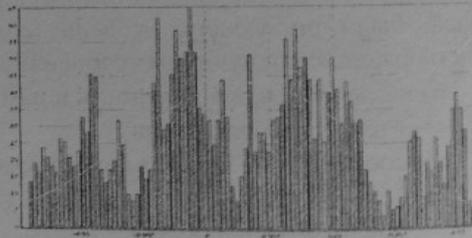


Рис. 5. Распределение невязки Фурье-модели и нормальное распределение

Авторы выражают благодарность В.Ф. Слюсарчуку за предложение использовать секвентные модели при решении задач сложных неравновесных объектов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Хармут Х. Теория секвентного анализа. Основы и применения. Москва: «Мир», 1980. – 576 с.
2. Трахтман А.М., Трахтман В.А. Основы теории дискретных сигналов на конечных интервалах. Москва: «Сов. радио», 1975. – 208 с.
3. Павлов С.В. Рефлексивная фильтрация временных рядов // Вестник университетского комплекса: Сб. науч. тр. / Под общ. Ред. Проф. Н.В. Василенко; Красноярск: ВСФ РГУИТП, НИИ СУВПТ. – 2005. – Вып. 5 (19). С. 56–64