СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АЛГОРИТМА СИНТЕТИЧЕСКИХ СКОЛЬЗЯЩИХ СРЕДНИХ С КЛАССИЧЕСКИМИ АЛГОРИТМАМИ СКОЛЬЗЯЩИХ СРЕДНИХ

О.А. Тихонова
Донецкий национальный технический университет

Проведен сравнительный анализ оригинального алгоритма скользящих средних с классическими алгоритмами скользящего усреднения с точки зрения цифровой фильтрации.

Линейная фильтрация и спектральный анализ являются основными операциями обработки сигналов. Этот процесс приводит к усилению или ослаблению частотных составляющих в некотором диапазоне частот, к подавлению или выделению какой-либо конкретной составляющей.

Многие индикаторы технического анализа разработаны на основе алгоритмов скользящих средних, которые являются простейшими цифровыми фильтрами низких частот.

Однако, несмотря на простоту вычислений, наглядности выделения трендов или других характеристик, классические скользящие средние, с точки зрения цифровой фильтрации обладают не линейной АЧХ – это приводит к выделению не истинных трендов, а их искаженных значений. Поскольку

$$G(\omega)_{вых} = G(\omega)_{вх} \cdot \left|\dot{K}(\omega)\right|^2$$

где

$G(\omega)_{вых}$ - спектральная мощность выходного сигнала;

$G(\omega)_{вх}$ - спектральная мощность входного сигнала;

$\left|\dot{K}(\omega)\right|$ - АЧХ фильтра.

В работе [1] был предложен новый класс индикаторов – синтетические скользящие средние. За основу был взят алгоритм экспоненциального скользящего среднего, с многократным усреднением "назад - вперед".

Целью данной работы является количественная оценка эффективности нового класса синтетических скользящих средних с характеристиками традиционных скользящих средних, на основе ранее предложенного в [2] критерия.

Для вычисления импульсной характеристики синтетических скользящих средних была применена дискретная свертка, которая учитывает особенности вычисления алгоритма "назад – вперед".

Данная система является устойчивой, так как выполняется необходимое и достаточное условие, предъявляемое к импульсной характеристике:

$$\sum_{l=-\infty}^{+\infty} \left|h(l)\right| < \infty$$

Комплексные коэффициенты передачи системы $\dot{K}(\omega)$ были получены традиционным путем с использования дискретного преобразования Фурье отсчетов импульсных характеристик алгоритмов синтетических скользящих средних:

$$\dot{K}(\omega)=\sum_{l=0}^{\infty} h(l)\cdot e^{-j\omega_{н} l}$$

где h(l) – значения импульсной характеристики;
$\omega_н$ – нормированная частота

Модуль $\dot{K}(\omega_н)$ является амплитудно-частотной характеристикой системы, фаза $\dot{K}(\omega_н)$ – фазочастотной характеристикой системы:

$$АЧХ(\omega_н)=\left|\dot{K}(\omega_н)\right| \qquad ФЧХ(\omega_н)=\arg\left(\dot{K}(\omega_н)\right)$$

Так как $\dot{K}(\omega)$ периодическая функция, то для полного описания достаточно задать ее на любом интервале 2π. Одним из главных свойств частотной характеристики, является то, что для действительных h(l) $\left|\dot{K}(\omega_н)\right|$ симметричная функция, а $\arg\left(\dot{K}(\omega_н)\right)$ не симметричная функция на интервале

$0 \le \omega \le 2\pi$.

На рисунке 1 представлены графики АЧХ для разных величин скользящего усреднения

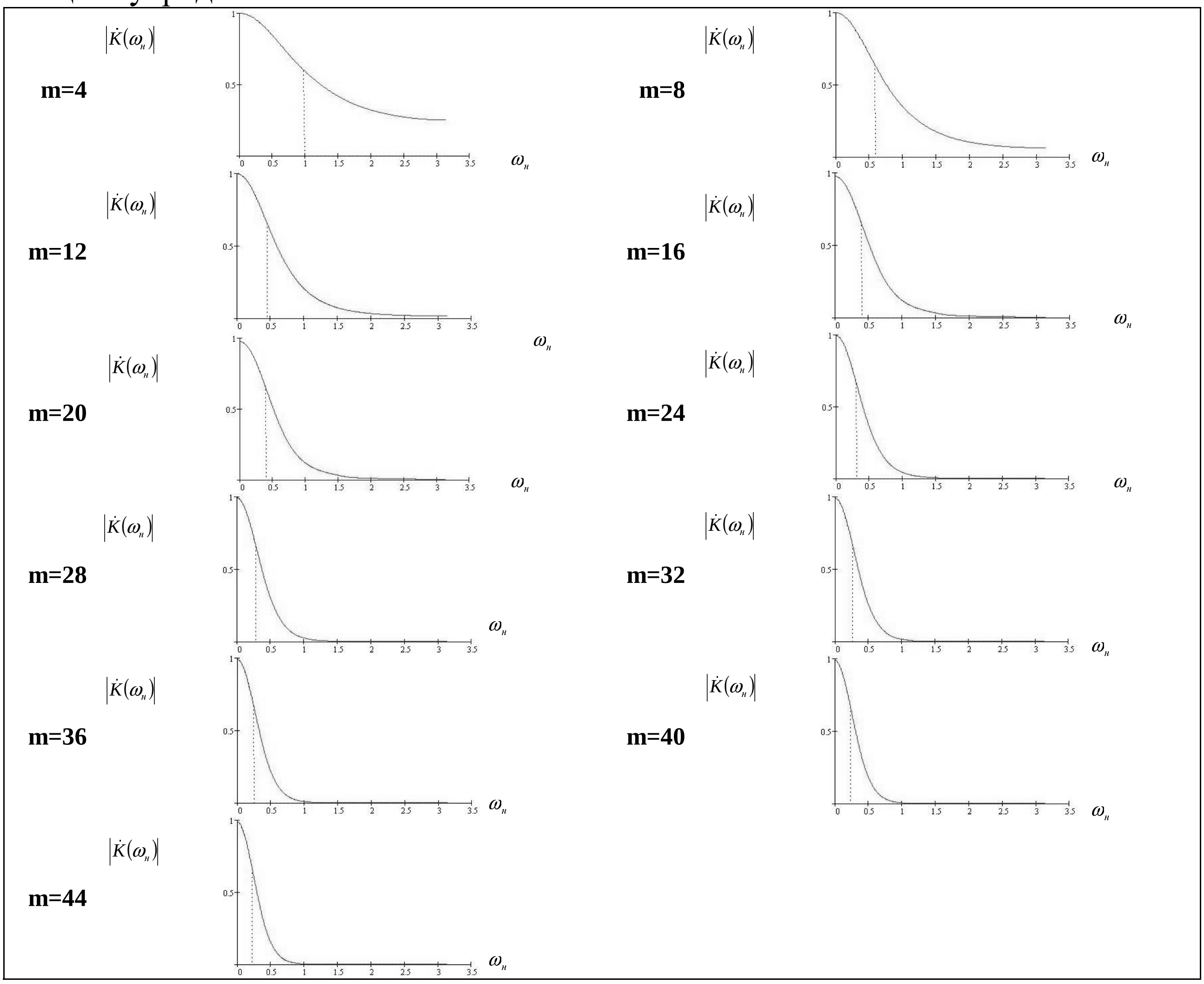

Рисунок 1

Из работы [2] дисперсия колеблемости выделяемого линейного тренда равна сумме интегралов:

$$\sigma_{\Sigma}^{2} = \int_{0}^{\omega_{эф}} G_0 \left|\dot{K}(\omega_н)\right|^2 d\omega_н + \int_{\omega_{эф}}^{\pi} G_0 \left|\dot{K}(\omega_н)\right|^2 d\omega_н$$

где G_0 – спектральная плотность мощности "мешающих" компонент ("мешающие" тренды + случайная компонента);

$\omega_{эф}$ – эффективная частота пропускания (пунктирная линия на рисунке, которая для любого алгоритма усреднения оценивается как:

$$\omega_{эф} = \frac{\int_{0}^{\pi} \left|\dot{K}(\omega_н)\right|^2 d\omega}{\left|\dot{K}(\omega_н)\right|_{\max}^2}$$

где $\omega_н$ – нормированная частота;

$$\omega_н = \frac{\omega}{\omega_д},$$

$\omega_д$ – частота дискретизации.

$\left|\dot{K}(\omega_н)\right|_{\max}$ – максимальное значение ординаты АЧХ.

В идеальном случае $I_1 \to 1$, $I_2 \to 0$ (что соответствует идеальному фильтру нижних частот), на практике выбор лучшего алгоритма усреднения осуществляют по следующему критерию: максимум I_1 при минимуме I_2.

Все вычисления данной работы и построение графиков проводились в среде системы Mathcad 12. В таблице 1 приведены данные, полученные в работе [2] и дополнены результатами, вычисленными для синтетических скользящих. Для синтетических скользящих средних были получены значения для окон скольжения кратных 4. В скобках указаны данные максимально близкие для значений m = 5, 15, 30, 45.

Таблица 1. Значения интегралов I_1 и I_2.

№ п/п	Тип алгоритма	m	Величины интегралов	
			I_1	I_2
1.	MA	5	0,56953	0,05559
		15	0,18634	0,02001
		30	0,09184	0,00981
		45	0,06044	0,00630
2.	EMA	5	0,51214	0,11299
		15	0,17539	0,03097
		30	0,08816	0,01349
		45	0,05830	0,00844
3.	ОЦФ (метод Ремеза)	5	0,59341	0,03966
		15	0,23686	0,01235
		30	0,14793	0,00917
		45	0,11366	0,00781
4.	Синтетические скользящие средние	4 (5)	0,70065 (0,59385)	0,28194 (0,21272)
		16 (15)	0,29899 (0,31647)	0,08589 (0,09615)
		32 (30)	0,20618 (0,21275)	0,05602 (0,05826)
		44 (45)	0,17373 (0,16865)	0,04696 (0,04346)

Сравнительный анализ первых трех алгоритмов был проведен в работе[2].

На основании проведенного анализа можно сделать выводы:

1. Новые алгоритмы синтетических скользящих средних - это фильтры, созданные на основе классического экспоненциального скользящего среднего, с многократным усреднением "назад - вперед". В отличии от классического экспоненциального скользящего усреднения, новый цифровой фильтр является не рекурсивным, импульсная характеристика имеет конечное число отчетов и имеет симметричный вид. Благодаря многократному усреднению "назад - вперед" закон распределения отсчетов импульсных характеристик данного фильтра стремится к нормальному.

2. Основным достоинством синтетических скользящих средних является уменьшение эффекта линейных частотных искажений, при этом I_1 при равных значениях m выше, чем у ОЦФ (метод Ремеза, чебышевская аппроксимация).

Реализация алгоритма синтетических скользящих средних на много проще, чем ОЦФ (метод Ремеза) и может быть осуществлена в биржевых трейдеровских программ ЭВМ.

Литература

1. Смирнов А., Тихонова О. Секрет совершенства индикаторов Марка Джурика раскрыт? // Валютный спекулянт. 2006, №1, с.32-35
2. Смирнов А., Михайлов С. Выбор типа скользящих средних // Валютный спекулянт. 2003, №7, с.50-55
3. Сиргиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов // Питер. 2006, -750с.
4. Рабинер Л., Гоулд Б. Теория и применение цифровой обработки сигналов. –М: "Мир", 1978. -850с.

Получено 26.05.09