Алгоритмическая конференция

27 февраля 2016

Москва

Вейвлеты

в алгоритмической торговле

Алексей Афанасьевский

ФИНАМ

Анализ и моделирование рынка

Существуют разные способы построения модели рынка

- Нахождение тренда / возвращение к среднему
- Индикаторы (тренды и осциляторы)
- Регрессии - GARCH и прочее
- Динамический хаос
- Построение синтетических активов, коррелированных или коинтегрированных, парный трейдинг, баскет трейдинг, произвольный статарбитраж
- Метод центральных компонент
- [Отдельно стоят технологии HFT, но суть та же]
- И прочее, и прочее…

Все это только для одного:

Купить дешево, продать дорого

При этом мы исходим из того, что можем как-то увидеть, предугадать движение, найти неэффективность.

Преобразование временного ряда цен в ряд – это один способов вычленить составляющие, проанализировать движение

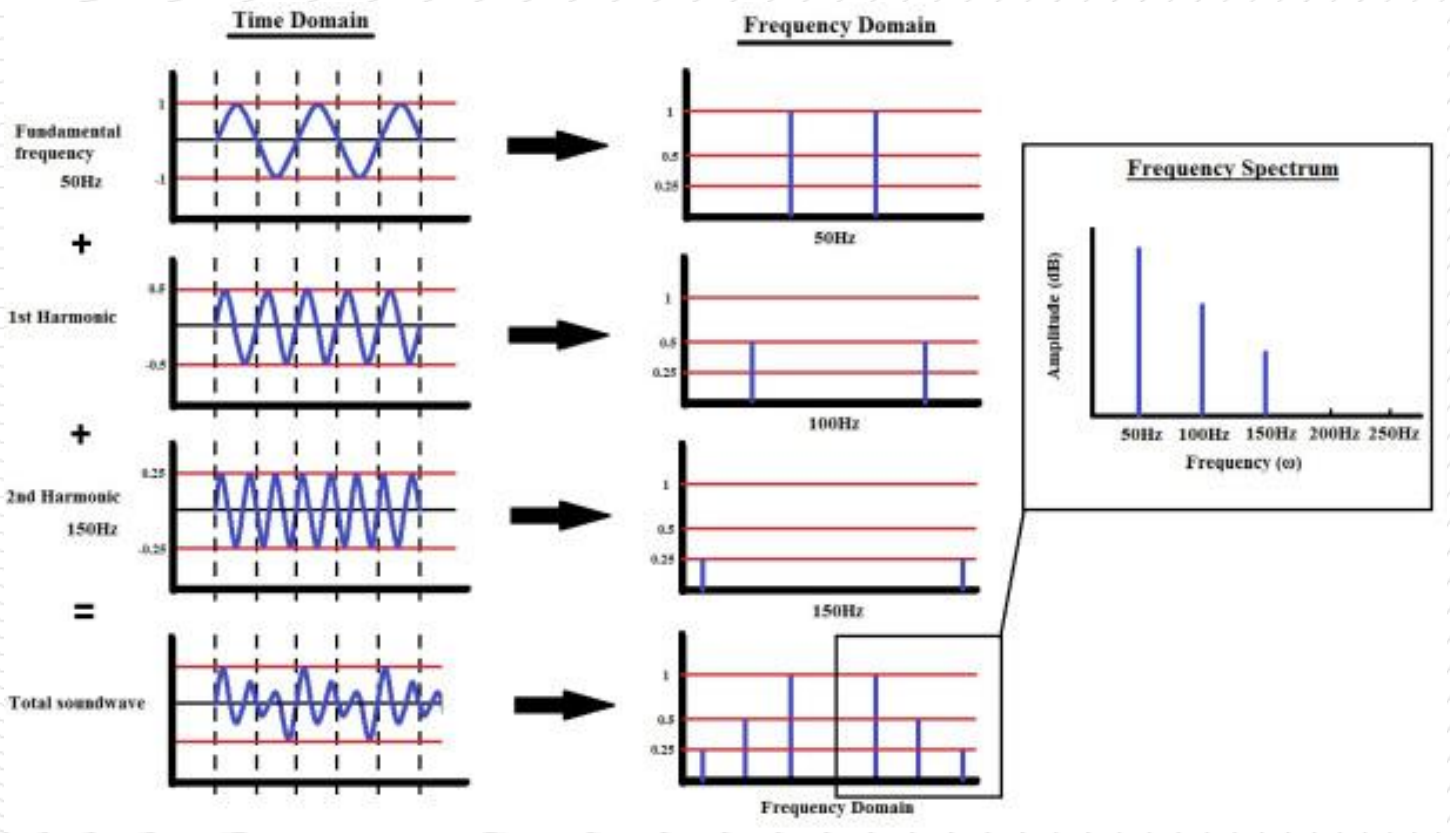
Преобразование Фурье

$\hat{f}(\omega) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} f(x) e^{-ix\omega}\, dx$ $f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} \hat{f}(\omega) e^{ix\omega}\, dx$	Непрерывное
$f(x) = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} \left(a_n \cos \frac{n\pi x}{L} + b_n \sin \frac{n\pi x}{L} \right)$	Дискретное

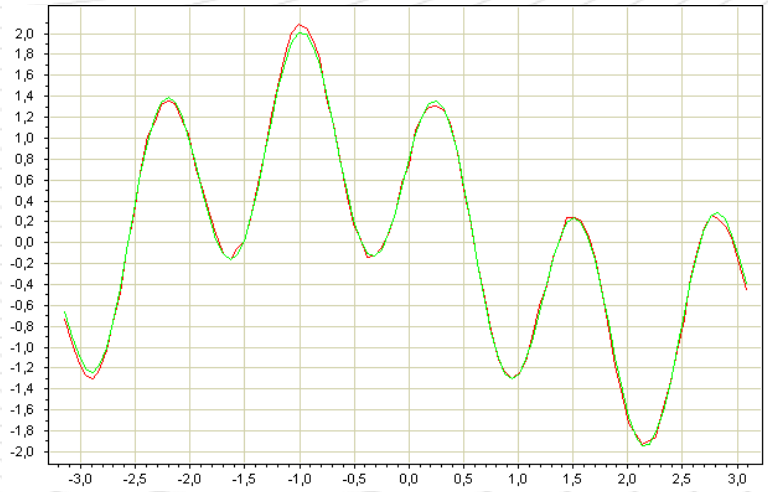
Основные недостатки у преобразования Фурье:

- Медленная сходимость, наличие артефактов
- Отсутствие локализации

Фурье спектр



Медленная сходимость, наличие артефактов

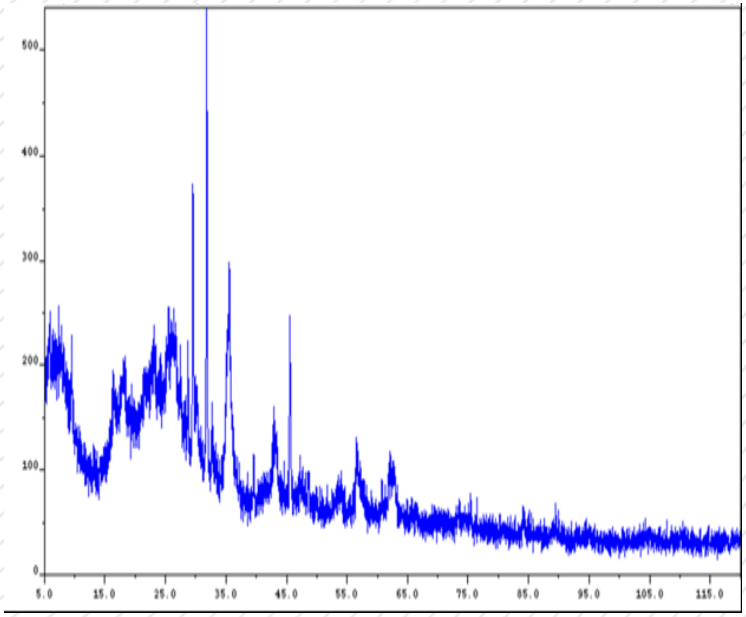


Особенно плохо разложение Фурье аппроксимирует резкие изменения значений фукнции, из которых по сути и состоит рынок. Что привод

а) к плохой аппроксимации и

б) к появлению ложных частот в профиле, которые вводят в заблуждение при анализе, закрывая реальные частоты или порождаю ощущение цикла там, где его нет и в помине

Отсутствие локализации



Наличие пика конкретной частоты в профиле, во-первых, не обязательно говорит, что данный цикл присутствует в анализируемой выборке. Во-вторых, и это самое главное, он не говорит КОГДА данный циклический процесс происходит. Возможно к текущему моменту он уже завершен его учет в торговле уже вреден.

Вейвлеты

Вейвлеты – в общем случае это математический аппарат, позволяющий раскладывать по базису функций, основной особенностью которых является локализация по оси абсцисс – за пределами некоторой окрестности такая функция практически не отличима от ноля.

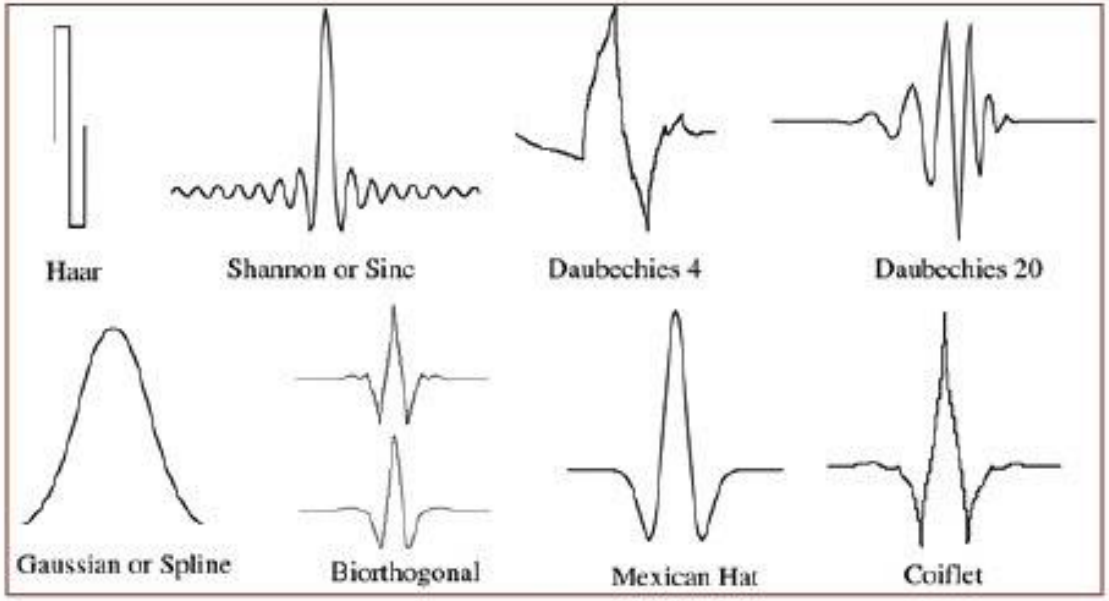
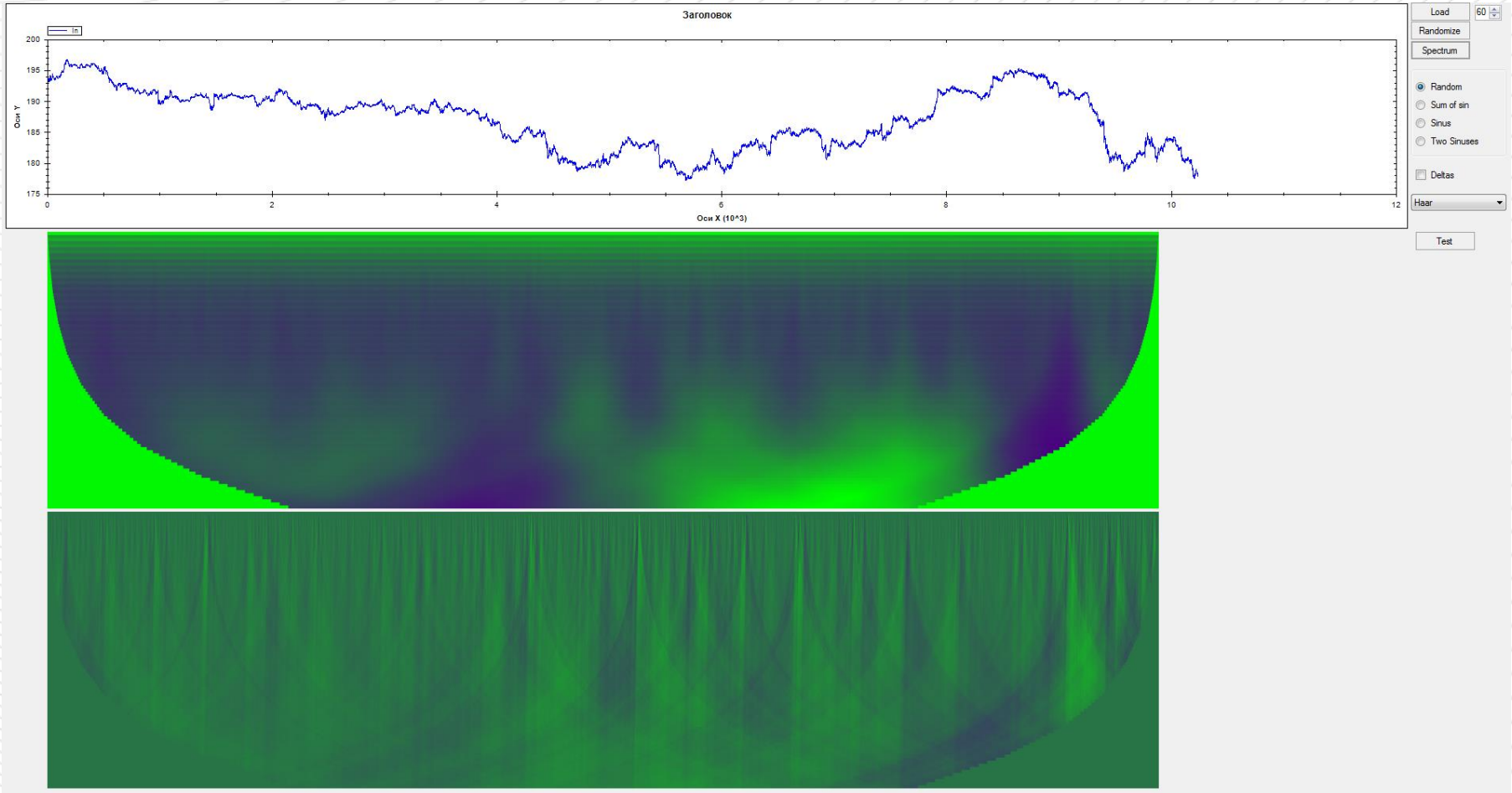


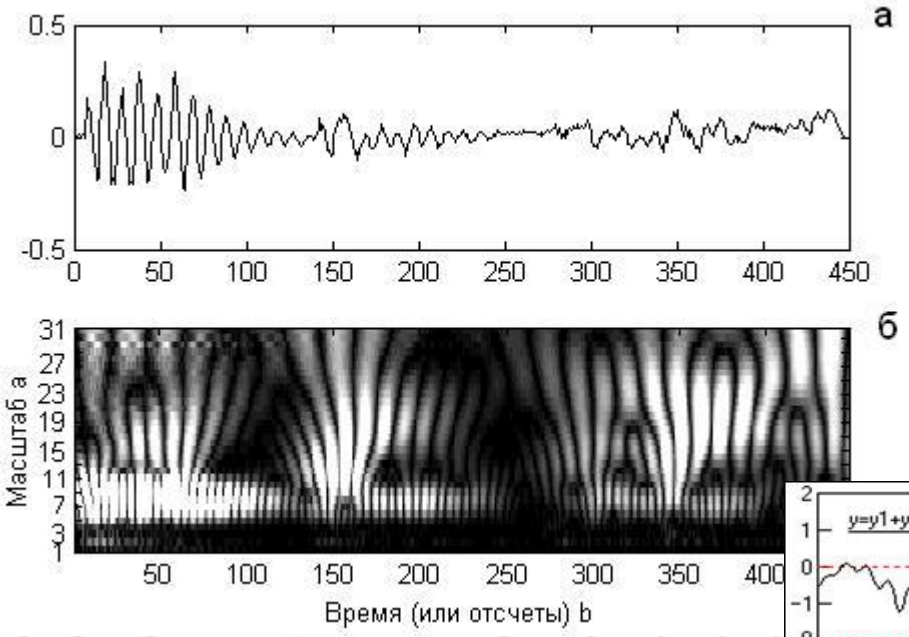
Figure 8

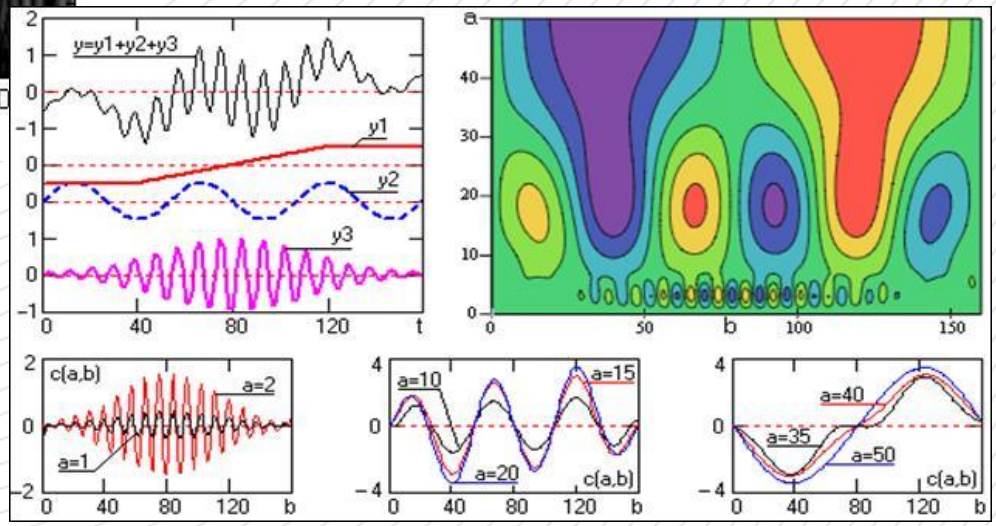
Examples of types of wavelets

Вейвлет-спектр

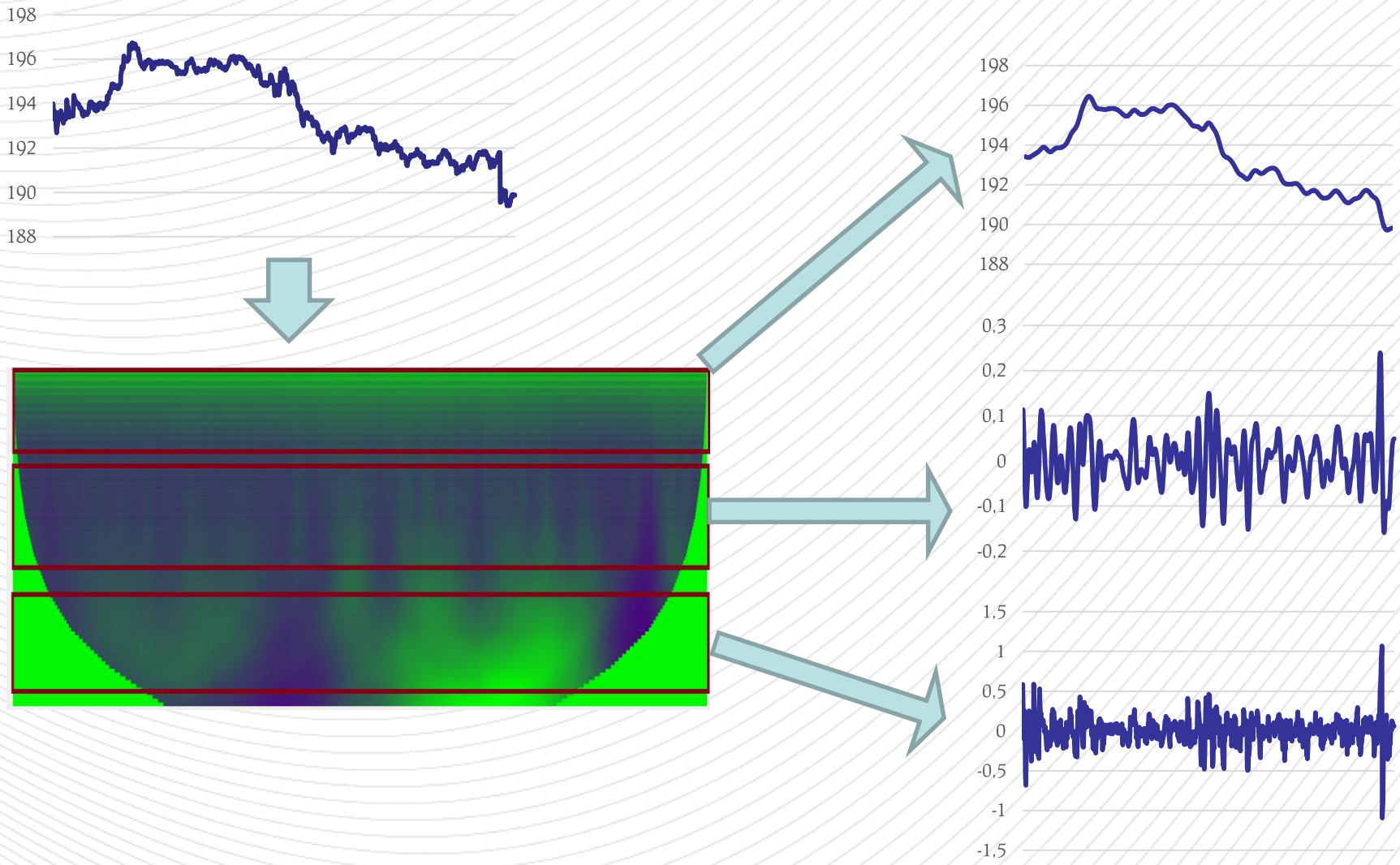


Вейвлет-спектр

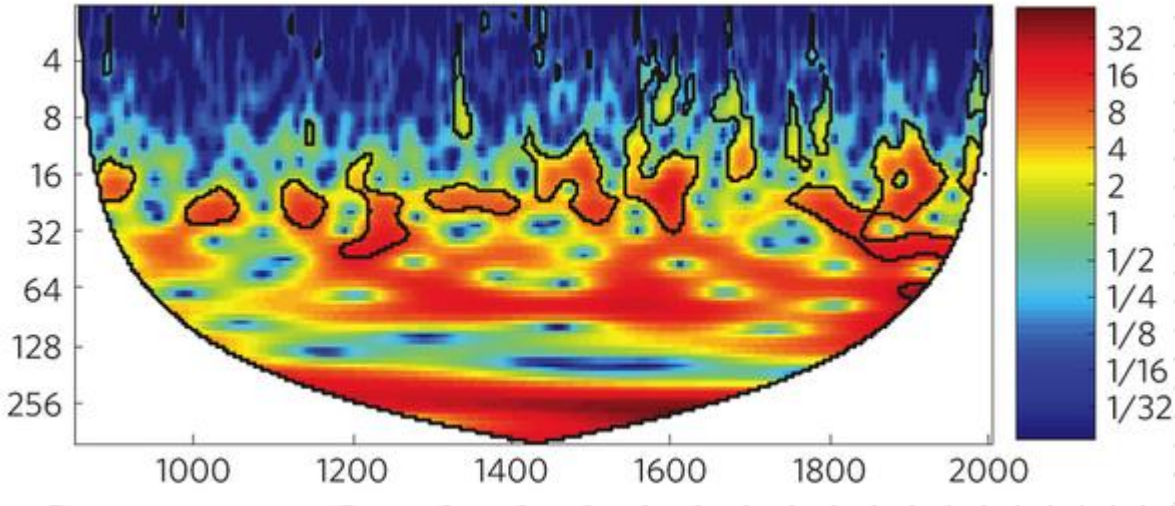




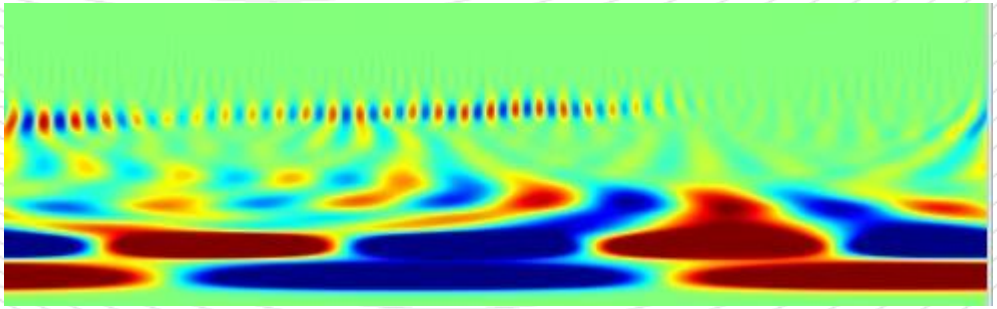
Удаление шума, выделение и очистка частотного диапазона



Выделение несущих частот



Выделение несущих частот (при этом нужно помнить, что частоты – плавающие). Это позволяет локализовать области максимумов и минимумов, а затем, проведя через центры этих областей ломанную оценить амплитуду и текущее значение частоты



Применение

Удаление шума, выделение и очистка интересующего частотного диапазона (таймфрейма)

Ранняя идентификация рыночных событий

Альтернатива скользящим средним. Возможность использовать соответствующие вейвлет-частоты в классических идентификатора

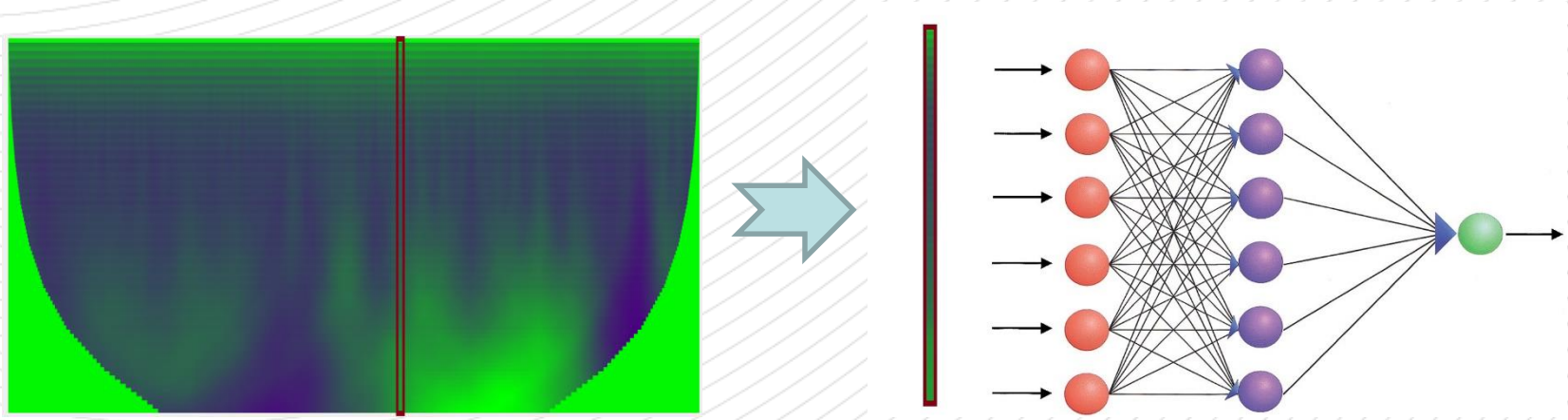
Определение fair price на фиксированном горизонте прогнозирования

Совместное использование вейвлетов с другими методами анализа рынка

Прежде всего в качестве предобработки для

- простых нейронных сетей,
- эвристик построенных на нечеткой логике и систем принятия решений,
- как элемент в системах глубокого обучения (Deep learning)

Простые НС



Вместо того, чтобы подавать ряд цен (нормированных на первую, на предыдущую, выраженных не в абсолютных ценах, а в виде доходности ($\ln\frac{x_{i+1}}{xi_i}$) и т.д. на вход НС для обучения и использования, можно подавать вектор вейвлет частот

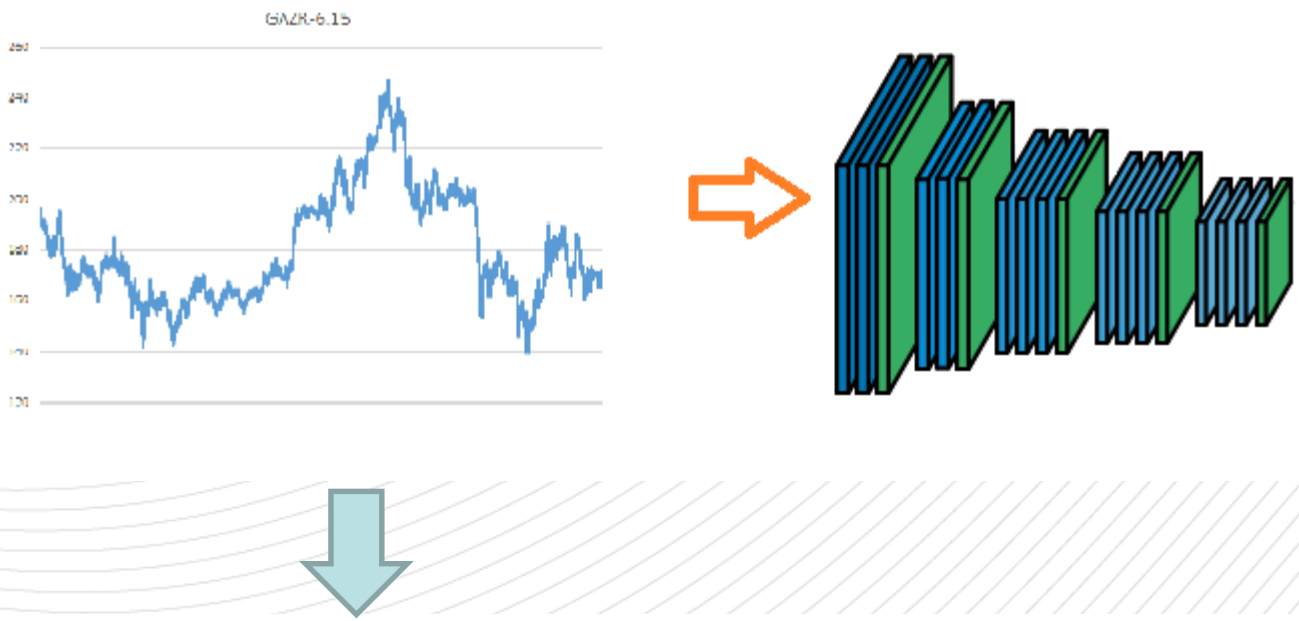
Deep Learning

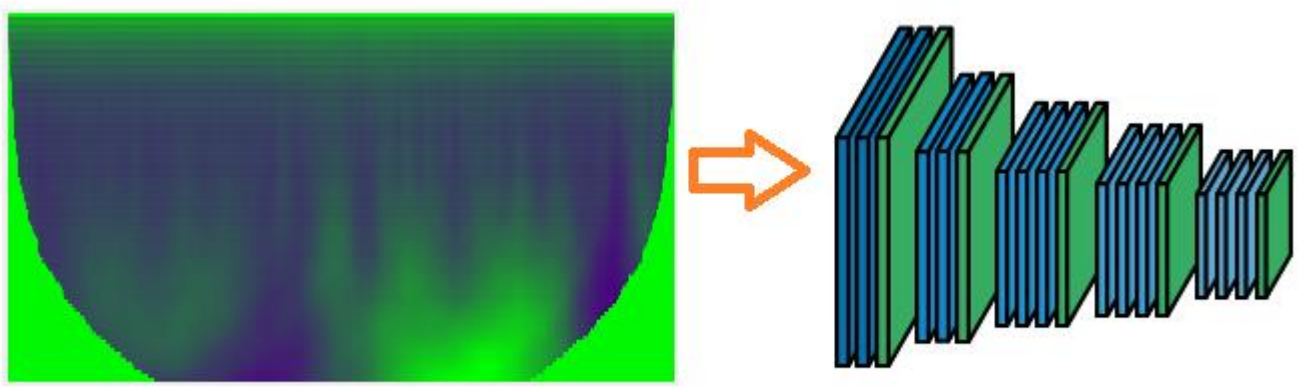
Глубокое обучение (Deep Learning) и самая обсуждаемая сейчас его архитектура Сверточные нейронные сети (Convolutional Neural Nets) предназначены для самостоятельного распознавания образов и не требуют какой-либо предобработки. Однако использование вейвлетов для предобработки приводит к значительному улучшению их работы.

1. Формирование двумерного спектра для подачи на вход CNN не дает выигрыша в скорости обучения, но дает выигрыш в точности идентификации рыночного состояния
2. Подача в качестве входа одномерного массива. Кардинально упрощает структуру сети и повышает скорость и точность обучения

Примечание: нужно иметь ввиду, что сети CNN принципиально не локализованы – они распознают паттерн, на который они обучены и слева, и справа, и повернутым и т.п. Задачи, стоящие в трейдинге напротив локализованы именно в текущем моменте – нужно понимать куда рынок идёт именно сейчас, а не час, день или месяц назад

Deep Learning





Finish

Спасибо за внимание!