

# **Алгоритмическая торговля**

## **Научный подход**

**Ведущий курса:**

**Александр Горчаков**

# **«Фильтры» для трендовых торговых алгоритмов**

# «Фильтр» системы

«Фильтр» лонга  $F(t)$

$$\mathcal{E}_t(\text{лонг new}) = \mathcal{E}_{t-1}(\text{лонг}) + F(t) \cdot (\mathcal{E}_t(\text{лонг}) - \mathcal{E}_{t-1}(\text{лонг}))$$

$$D(\text{лонг new}) + \lambda R(\text{лонг new}) > D(\text{лонг}) + \lambda R(\text{лонг})$$

и аналогично «Фильтр» шорта

$$\mathcal{E}_t(\text{шорт new}) = \mathcal{E}_{t-1}(\text{шорт}) + F(t) \cdot (\mathcal{E}_t(\text{шорт}) - \mathcal{E}_{t-1}(\text{шорт}))$$

$$D(\text{шорт new}) + \lambda R(\text{шорт new}) > D(\text{шорт}) + \lambda R(\text{шорт})$$

Из логики этих формул следует, что «Фильтр»

- должен быть основан на свойствах временных рядов цен, которые не были учтены при построении самих торговых систем;
- может отличаться для лонговой и шортовой частей систем.

# «Фильтр пилы»

Для рассмотренной выше модели **KMM** основной статистикой для оценки «трендовости» рынка является статистика

$$R = \sum h_t h_{t+1}$$

Известно, что для независимых одинаково распределенных нормальных случайных величин со средним нуль статистика

$$\frac{\sum_1^n n_i^2 + 2\sqrt{\frac{\lfloor \frac{n}{2} \rfloor}{n-1}} \sum_1^{n-1} n_i n_{i+1}}{\sum_1^n n_i^2 - 2\sqrt{\frac{\lfloor \frac{n}{2} \rfloor}{n-1}} \sum_1^{n-1} n_i n_{i+1}}$$

# «Фильтр пилы»

имеет распределение Фишера с

$$\left(\left[\frac{n}{2}\right], \left[\frac{n}{2}\right]\right)$$

степенями свободы, если  $n$  – четно и с

$$\left(\left[\frac{n}{2}\right] + 1, \left[\frac{n}{2}\right]\right)$$

степенями свободы, если  $n$  – нечетно.

Статистику, полученную заменой в последней формуле  $n_i$  на  $h_{t+i}$ , обозначим  $F_t$ .

Очевидно, что попадание значения  $F_t$ , построенной по «куску» стационарности  $h_t$ , в «левый хвост» распределения Фишера с соответствующими степенями свободы свидетельствует о вероятном наличии отрицательной корреляции на этом «куске» ряда  $h_t$ .

# «Фильтр пилы»

Таким образом, логично для трендовой системы использовать «фильтр пилы»

$F(t) = 1 - I(F_t < a)$ , где  $a < 1$ ,  $a$  – оптимизируемый параметр.

## Маленькая хитрость

Чтобы избежать «переподгонки», параметр  $a$  оптимизировался для «идеальной системы» и потом проверялся на реальных в качестве фильтра. Для двух из трех разобранных выше систем он оказался хорошим «фильтром», а для последней не дал улучшения соотношения «доходность-риск».

# «Фильтр плечей и шортов»

- $\mathcal{E}_t(\text{опт}) = a_l \cdot \mathcal{E}_t(\text{лонг}) + a_s \cdot \mathcal{E}_t(\text{шорт}), a_l \geq 2 a_s;$
- $D(\text{лонг}) + \lambda R(\text{лонг}) \gg D(\text{шорт}) + \lambda R(\text{шорт}).$

«Фильтр шортов»  $F_-(t) = 0$  или  $1$

$\mathcal{E}_t = \mathcal{E}_t(\text{лонг}) + F_-(t) \cdot \mathcal{E}_t(\text{шорт})$  стохастически доминирует над  $\mathcal{E}_t(\text{опт})$ .

«Фильтр плечей»  $F_+(t) = 0$  или  $1$

$\mathcal{E}_t = \mathcal{E}_t(\text{лонг}) + F_+(t) \cdot \mathcal{E}_t(\text{лонг})$

$D(\mathcal{E}) + \lambda R(\mathcal{E}) > D(\text{лонг}) + \lambda R(\text{лонг}).$

«Фильтр» - более долгосрочная система, чем торгуемые.

Пример фильтра здесь

<http://www.howtotrade.ru/phorum/read.php?3,66>

# Результаты применения

## «Фильтров»

### «Фильтр плечей»

*Достоинства:*

В 2008-м удержал просадку портфеля в рамках расчетной, в растущие годы (2003, 2005, 2006, 2009) существенно увеличивал доходность систем.

*Недостатки:*

Ухудшил результаты торговли (и по доходности и по просадке) в годы без ярко выраженных трендов (2007, 2010, 2011). Стал причиной убыточного 2011-го года.

### «Фильтр шортов»

*Достоинства:*

Полностью оправдал свое построение: шорты не увеличивали убытки по лонгам за любые 21 день торгов.

*Недостатки:*

Существенно ухудшил доходность шортовых систем в 2008-м и 2011-м годах. В настоящее время заменен на постоянную торговлю шортов объемом, при котором не увеличивается годовая просадка лонговых систем.

### «Фильтр пилы»

Успешно используется с июля 2012 года, является доминирующим по отношению к «фильтру плечей».



# **Примеры контртрендовых торговых алгоритмов**

# «Тренд» или «контртренд»?

«Тренд+Контртренд» на одних движениях =  
НУЛЬ

Что делать?

- Проверять статистическое преимущество «трендов» и «контртрендов» на исторических данных, выбирать стратегию, использующую его, и надеяться, что это преимущество сохранится в будущем;
- На исторических данных строить эффективный «решатель» «тренд-контртренд», торговать в соответствии с его «рекомендациями» и надеяться, что этот «решатель» останется эффективным и в будущем;
- Строить ряды, производные от цен, в которых одно из свойств «тренд-контртренд» должно иметь статистическое преимущество по логике

# Контртрендовая система

Как было написано выше, тренд и контртренд торговать на одних движениях нельзя, поэтому в качестве «базы» контртрендовой системы надо брать либо таймфрем больше, чем у трендовых систем, либо меньше.

Так как САМ хорошо соответствует минутным внутридневным данным, то предпочтительнее брать меньший таймфрем – часы, 30-минутки, 15-минутки.

# Контртрендовая система

В качестве «решателя» для контртрендовой системы можно использовать упоминавшийся выше инвертированный «фильтр пилы»:

$\Phi(t) = I(F_t < a)$ , где  $a < 1$ ,  $a$  – оптимизируемый параметр.

И торговать контртренд только в период, когда он равен 1.

# Контртрендовая система

В качестве уровней совершения сделок можно использовать уровни в подробно разобранной выше модели с движениями

$$h_t = \begin{cases} r \\ -r \end{cases}$$

Взяв в качестве  $r$  переменную величину  $(1+k)\check{D}_i$ , где  $-0.2 \leq k \leq 0.2$  – оптимизируемый параметр, а  $\check{D}_i$ , определенная ранее, должна рассчитываться на том же таймфрейме, что и  $\Phi$ .

# Контртрендовая система

Усреднение позиции нужно производить по оптимизируемой последовательности

$v_1 \leq v_2 \leq \dots \leq v_n$ , где  $n$  – максимальное число «входов» на исторических данных на участках с  $\Phi(t)=1$ , таким образом, чтобы хватило капитала.

Следует учитывать, что большая доля капитала в одном входе повышает просадки контртрендовой системы (с одновременным увеличением доходности). Наименьшие просадки достигаются при равномерном усреднении.

# Контртрендовая система

## Ставить стопы или нет?

Возможны два варианта:

- стопление всей позиции при переходе  $\Phi(t)$  с 1 на нуль;
- сохранение позиции с выставлением тейк-профитов на соответствующих уровнях.

Во втором случае при обратном переключении  $\Phi(t)$  с 0 на 1, новые входы, увеличивающие ранее набранную позицию, должны игнорироваться, так как это может привести к нехватке капитала и даже маржинколла

# Контртрендовая система

Оптимизация и отбор параметров  $a$ ,  $k$ , усреднения  $v_1 \leq v_2 \leq \dots \leq v_n$ , и выбор между вариантами выставления-невывисавления стопов должны производиться в рамках решения портфельной задачи с торгуемыми трендовыми алгоритмами по методике, описанной в разделе «Принципы тестирования и оптимизации торговых алгоритмов».

В своей практике я беру равномерное усреднение (без оптимизации) и осуществляю только отбор других



# Maximum Profit System для ОПЦИОНОВ

Через  $g_*(x)$  обозначим функцию

$$E_* \max(x-d, 0),$$

где  $E_*$  – среднее по распределению  $P_*$  случайной величины  $d$ .

Предположим, что безрисковая ставка равна нулю и мы имеем опционы европейского типа с их рыночными ценами  $C_{\text{call}}(St)$  и  $C_{\text{put}}(St)$ , базовый актив с ценой  $C_0$  и отсутствие возможности арбитража. Тогда из известной теоремы о безарбитражном рынке следует, что существует такое распределение ( $P_{\text{рын}}$ ) относительного приращения будущей цены базового актива  $d_T = C_T / C_0 - 1$ ,  $C_T$  - цена на экспирацию, что  $E_{\text{рын}} d_T = 0$  и для любого страйка имеют место равенства

$$C_{\text{call}}(St) = C_0 \cdot (g_{\text{рын}}(s) - s) \text{ и } C_{\text{put}}(St) = C_0 \cdot g_{\text{рын}}(s),$$

где  $s = St / C_0 - 1$ .

# Maximum Profit System для ОПЦИОНОВ

Распределение  $P_{\text{рын}}$  еще называют «риск-нейтральным», потому что если реальное распределение  $d_T - M_0 d_T (P_0)$ ,  $M_0 d_T$  - среднее  $d_T$ , совпадает с  $P_{\text{рын}}$ , то единственной позицией в опционах и базовом активе, имеющей ненулевой средний доход, будет позиция в базовом активе, открытая по направлению знака  $M_0 d_T$ . Т. е. любая «дельта-нейтральная» позиция на опционах и базовом активе будет иметь средний нулевой доход.

Это следует из двух простых равенств для среднего дохода ОПЦИОНОВ

$$Pr_{\text{call}}(St) = C_0 \cdot (M_0 d_T + g_0(s - M_0 d_T) - s) \text{ и } Pr_{\text{put}}(St) = C_0 \cdot g_0(s - M_0 d_T),$$

из которых по неравенству Коши-Буняковского-Шварца следует, что при

$$D^2 = (M_0 d_T)^2 + \sum_{s \neq 0} (-M_0 d_T + g_0(s - M_0 d_T) - g_{\text{рын}}(s))^2 + (g_0(s - M_0 d_T) - g_{\text{рын}}(s))^2 > 0$$

максимальный средний доход с точностью до множителя получается у позиции в опционах с  $s \neq 0$  с «объемами»

# Maximum Profit System для

## ОПЦИОНОВ

$$V_{\text{call}}(St) = V \cdot (M_0 d_T + g_0(s - M_0 d_T) - g_{\text{рын}}(s)) / D \text{ и } V_{\text{put}}(St) = V \cdot (g_0(s - M_0 d_T) - g_{\text{рын}}(s)) / D$$

плюс позиция базовом активе с «объемом»  $V \cdot M_0 d_T / D$ , где  $V$  – некоторое положительное число, и равен  $V \cdot C_0 \cdot D$ .

Знак  $V_*(St)$  и  $M_0 d_T$  означает направление позиции: если он равен +1, мы покупаем такой «объем», в противном случае – продаем «объем», равный модулю этой величины.

Сделаем несколько важных замечаний.

**Замечание 1.** При  $D=0$  сформировать позицию в опционах и базовом активе со средним доходом больше нуля невозможно.

**Замечание 2.** Используя «синтетические опционы», позицию, полностью эквивалентную данной, можно сформировать только в опционах «вне денег» или только в опционах put.

**Замечание 3.** Если в качестве «риска» взять среднее некоторого «левого хвоста» распределения дохода позиции, умноженное на -1, то отношение «средний доход», деленный на «риск», не зависит от  $V$ .

# Maximum Profit System для ОПЦИОНОВ

Построенную позицию в опционах и базовом активе мы обозначим, как  $Poz(C_0, T)$ .

Так как позиция с максимальным средним доходом, сформированная в нулевой момент времени, может уже не являться таковой в следующий момент времени, то для максимизации будущего среднего дохода мы должны перестроить позицию с  $Poz(C_0, T)$  на  $Poz(C_1, T-1)$ . Поэтому, если пренебречь издержками на перестроение позиции, получаем, что максимальным по среднему доходу является алгоритм:

$$Poz(C_0, T) \rightarrow Poz(C_1, T-1) \rightarrow \dots \rightarrow Poz(C_{T-1}, 1) \rightarrow \text{экспирация.}$$

Возьмем позицию в опционах put и базовом активе, эквивалентную  $Poz(C_0, T)$ , и заметим, что при

$$\sum_{s \neq 0} (g_0(s - M_0 d_T) - g_{\text{рынок}}(s))^2 = 0$$

# Maximum Profit System для ОПЦИОНОВ

отсутствует позиция в опционах, т. е.  $V_{\text{put}}(St)=0$ , для всех  $St$ , а данный алгоритм является ни чем иным, как алгоритмом с максимальным средним доходом для базового актива.

Таким образом, опционы являются инструментом, позволяющим получать дополнительную среднюю прибыль по сравнению со стратегией на базовом активе в случае, когда

$$\sum_{s \neq 0} (g_0(s - M_0 d_T) - g_{\text{рын}}(s))^2 > 0$$

и не более того

<http://www.howtotrade.ru/nw/index.php?p=1387733474>

**Спасибо за внимание**