

# **Алгоритмическая торговля**

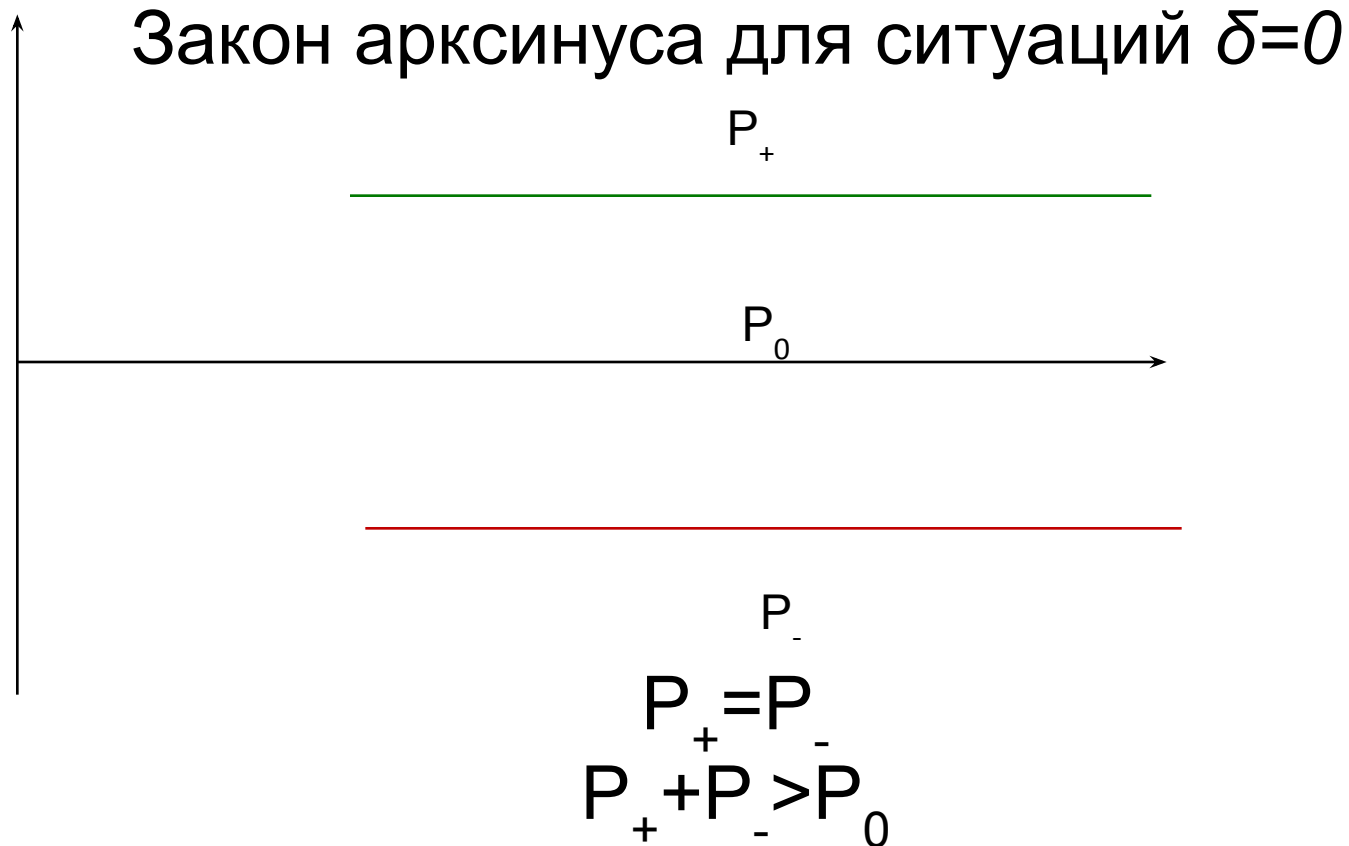
## **Научный подход**

**Ведущий курса:**

**Александр Горчаков**

# **Принципы тестирования и оптимизации торговых алгоритмов**

# «Подводные камни» торгового алгоритма



Если мы отберем параметры алгоритма, при которых частота попадания в верхнюю область существенно выше, чем в нижнюю, то его статистические свойства не сохранятся в будущем!!!

## «Аксиомы»

- Отбор параметров торговых алгоритмов должен происходить на основе анализа свойств эквити счета, построенной по тактам, в которые принималось решение об изменении или сохранении позиции;
- Торговые алгоритмы «только лонг» и «только шорт» анализируются отдельно.

## Случай одного актива

Эквити счета для  $i$ -го набора значений параметров (множество параметров предполагается конечным)

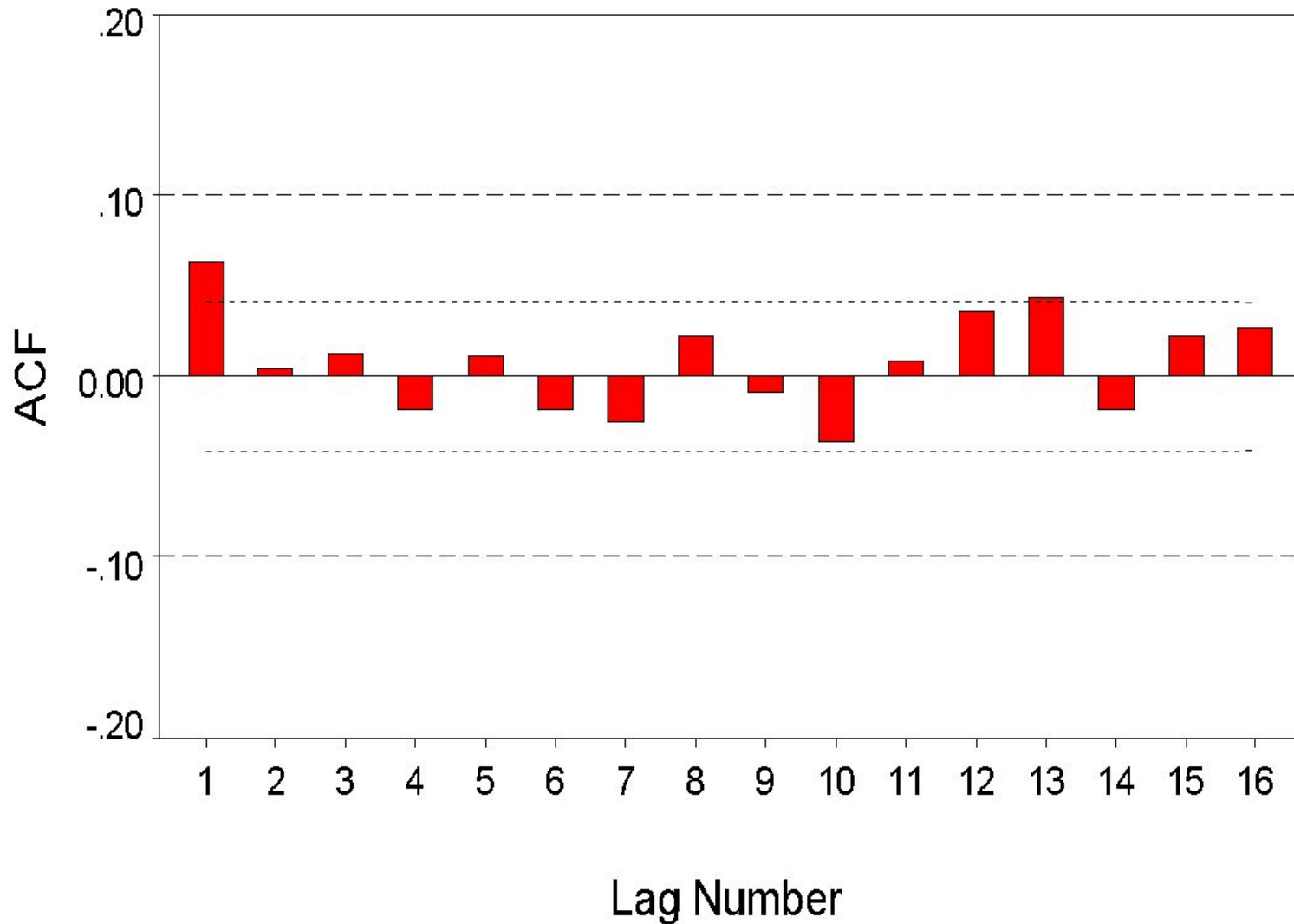
$$\mathcal{E}_t(i) = V_t(i) \cdot C_t + D_t(i)$$

## Доля положительных приращений счета

Коэффициент при стандартном отклонении приращений (в %)	Доля положительных приращений (без проскальзывания)
0	50.08%
0.25	50.15%
0.5	51.84%
0.75	56.51%
1	63.20%

# Автокорреляционная функция приращений (в %)

GAZP



# Стационарность

**$C_t$  - стационарно**

Да

Нет

$$\frac{\mathcal{E}_{t+N}(i)}{\mathcal{E}_t(i)} - \text{стационарно}$$

$$\frac{\left( \frac{\mathcal{E}_{t+N}(i)}{\mathcal{E}_t(i)} \right)}{\left( \frac{C_{t+N}}{C_t} \right)} - \text{стационарно}$$



# Стационарность

## Test Statistics

Manu-Writney U	52534.200
Milcoxon W	28880.200
$\Sigma$	-271
Asymp. Sig. (2-tailed)	.822
.g.	

Grouping Variable: Year

# Стохастическое доминирование

I рода

$$\frac{\mathcal{E}_{t+N}(j)}{\mathcal{E}_t(j)} (\leq_1) \frac{\mathcal{E}_{t+N}(i)}{\mathcal{E}_t(i)}$$

II рода

$$\frac{\mathcal{E}_{t+N}(j)}{\mathcal{E}_t(j)} (\leq_2) \frac{\mathcal{E}_{t+N}(i)}{\mathcal{E}_t(i)}$$

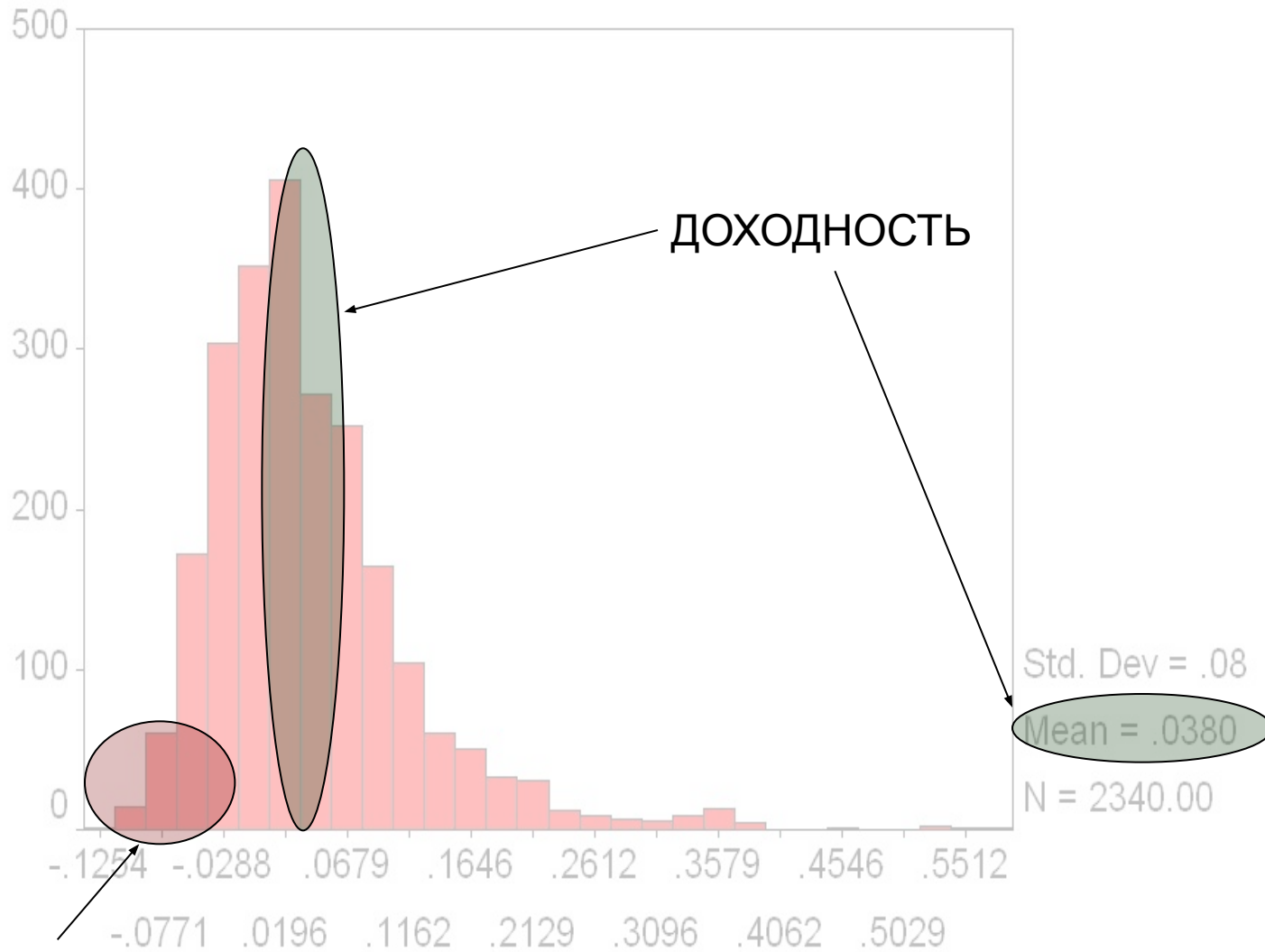
## Корреляционный анализ

$$M_{t+1} = \underset{i}{MAX} \left( \frac{\mathcal{E}_{t+1}(i)}{\mathcal{E}_t(i)} - 1 \right)$$

Строим линейную регрессию методом  
включения-исключения

$$M_{t+1} = \sum_i a_i \left( \frac{\mathcal{E}_{t+1}(i)}{\mathcal{E}_t(i)} - 1 \right) + b_t$$

# Доходность и риск



РИСК

GAZP

# Доходность и риск

- Доходность ( $D_i$ )

$$E\left(\frac{\mathcal{E}_{t+N}(i)}{\mathcal{E}_t(i)}\right) - 1$$

- Риск ( $R_i$ )

$$n\%CVAR\left(\left(\frac{\mathcal{E}_{t+N}(i)}{\mathcal{E}_t(i)}\right) - 1\right)$$

$n\%$  - такое, что  $R_i$  меньше нуля для любой из неотсеянных систем.

## Доходность и риск

Соотношение «доходность-риск»  
i-ого торгового алгоритма

$$D_i + \lambda R_i, \lambda > 0$$

$\lambda$  – определяется  
толерантностью к риску.

$D_+(R_+)$  – доходность (риск)  
стратегии «купил и держи»

$D_-(R_-)$  – доходность (риск)  
стратегии «продал и жди»

## Доходность и риск

- Для «ТОЛЬКО ЛОНГ»

$$D_i + \lambda R_i > D_+ + \lambda R_+$$

- Для «ТОЛЬКО ШОРТ»

$$D_i + \lambda R_i > D_- + \lambda R_-$$

# Оптимизация

$$\mathcal{E}_t(\vec{a}) = \sum_i a_i \mathcal{E}_t(i), \quad 0 \leq a_i \leq 1, \quad \sum_i a_i = 1$$

$$D(\vec{a}) = E \left( \frac{\mathcal{E}_{t+N}(\vec{a})}{\mathcal{E}_t(\vec{a})} - 1 \right)$$

$$R(\vec{a}) = n\%CVAR \left( \frac{\mathcal{E}_{t+N}(\vec{a})}{\mathcal{E}_t(\vec{a})} - 1 \right)$$

$$D(\vec{a}) + \lambda R(\vec{a}) \rightarrow \max_{\vec{a}}$$



## Округление

$$a = \max_i a_i$$

$$w_i = \frac{1}{g\left(\frac{a}{a_i}\right)}, \text{ где } g(x) - \text{округление до целого числа}$$

$$r_i = \begin{cases} w_i, & \text{если } w_i \geq 0.1 \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases}$$

$$d_i = \frac{r_i}{\sum_i r_i}$$

# Одна система на нескольких активах

$$a_i = \frac{1}{n} \sum_j a_{ij}$$



**Округление**

# Портфель систем

## Цели

- Улучшение соотношения «доходность-риск»;
- Уменьшение проскальзывания;
- Увеличение «емкости» торгового алгоритма.

# Портфель систем



## Выбор плеча (метод Монте-Карло)

$DD (>0)$  – допустимая просадка счета.

$$\Delta_{t+1} = \left( \frac{\mathfrak{E}_{t+1}}{\mathfrak{E}_t} \right) - 1$$

$$\Pi_j = \left( \begin{array}{c} 1, 2 \boxtimes , T \\ n_1, n_2 \boxtimes , n_T \end{array} \right), \quad 1 \leq n_i \leq T$$

$$\mathfrak{E}_{t+1}(j) = \prod_{i=1}^{t+1} (1 + \Delta(n_i))$$

# Выбор плеча (метод Монте-Карло)

Пусть  $j=1, \dots, M, M \geq 100$ .

$MAXDrDw_j (> 0)$  – максимальная просадка «счета», построенная по «ЭКВИТИ»  $\mathcal{E}_t(j)$ .

$$MAXDrDw = \max_j MAXDrDw_j$$

$$\Pi \leq \frac{DD}{MAXDrDw} - 1,$$

$\Pi$  – размер кредитного плеча