

# Стресс-тестирование рыночного риска

Татьяна Ефремова  
(Prognoz Risk Lab, ЗАО «ПРОГНОЗ»)



**PROGNOZ**  
**RISK LAB**

Market Risk Day  
20 ноября 2012

**Value-at-Risk (VaR)** показывает пороговое значение потерь с заданной вероятностью на выбранном горизонте времени

*В ближайшие 10 дней с вероятностью 95% потери не превысят VaR% стоимости портфеля*

VaR лежит в основе Базельских рекомендаций по резервированию капитала



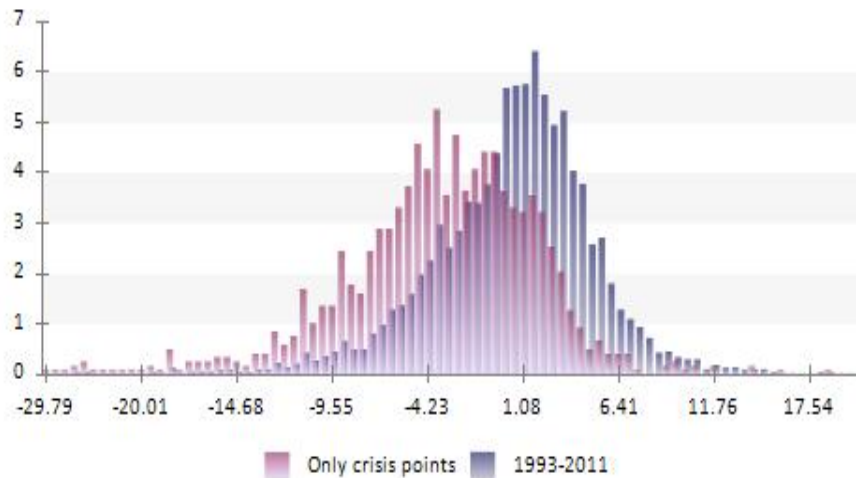
## Достоинства VaR:

- Потери представлены одним числом
- Стандартная и простая мера, ее легко объяснить (в т.ч. руководству)

## Недостатки VaR:

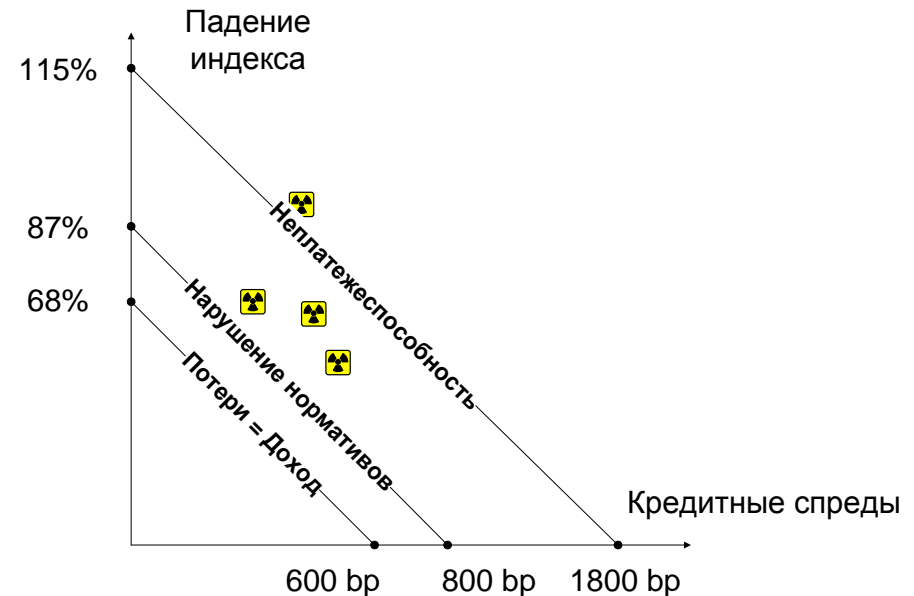
- Мы ничего не знаем о том, что произойдет в «хвосте» (5% случаев)
- VaR процикличен, т.е. недостоверен непосредственно до и в течение кризиса

*Прямое стресс-тестирование:*  
«Что будет, если...»



Производится построение вариантов будущих сценариев развития экономики, цель – определение возможных значений потерь вследствие реализации рыночного риска

*Обратное стресс-тестирование:*  
Возможны ли сценарии такого рода?



Определяются критичные уровни потерь, цель - анализ множества сценариев, которые могут к ним привести

## Как построить удобную систему стресс-тестирования?



Как построить «экстремальные, но достоверные» шоковые сценарии?

Как сделать процесс пригодным для повседневного использования?

# Стресс-тестирование как процесс

Определение  
ключевых  
риск-факторов  
портфеля

Анализ  
исторических  
эмпирических  
функций  
распределения

Генерация  
синтетических  
сценариев на  
основе EVT и  
аппарата копул

Переоценка  
портфеля и анализ  
полученных  
результатов



**Риск-факторы**

**Исторические сценарии**

**Синтетические сценарии**

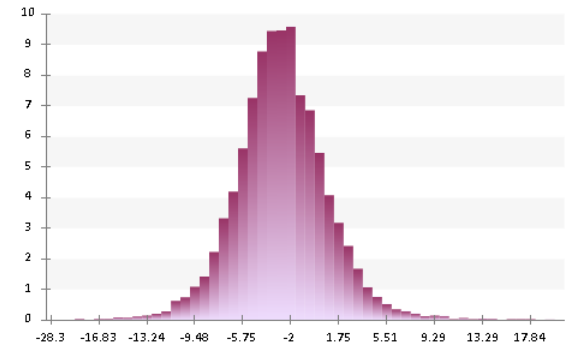
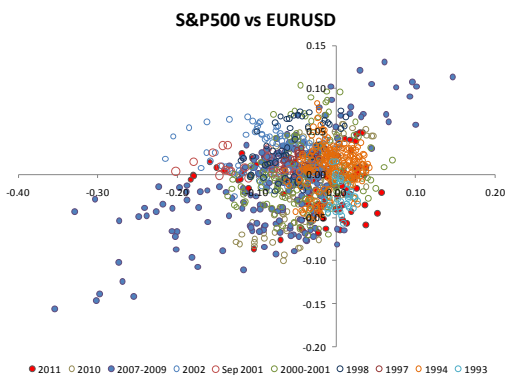
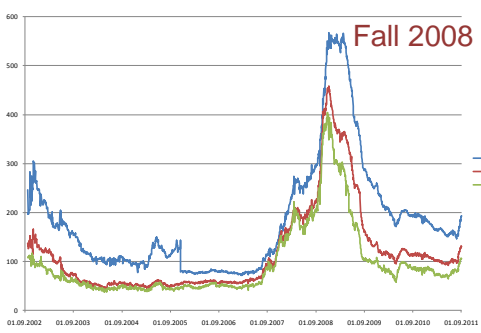
**Декомпозиция и переоценка**

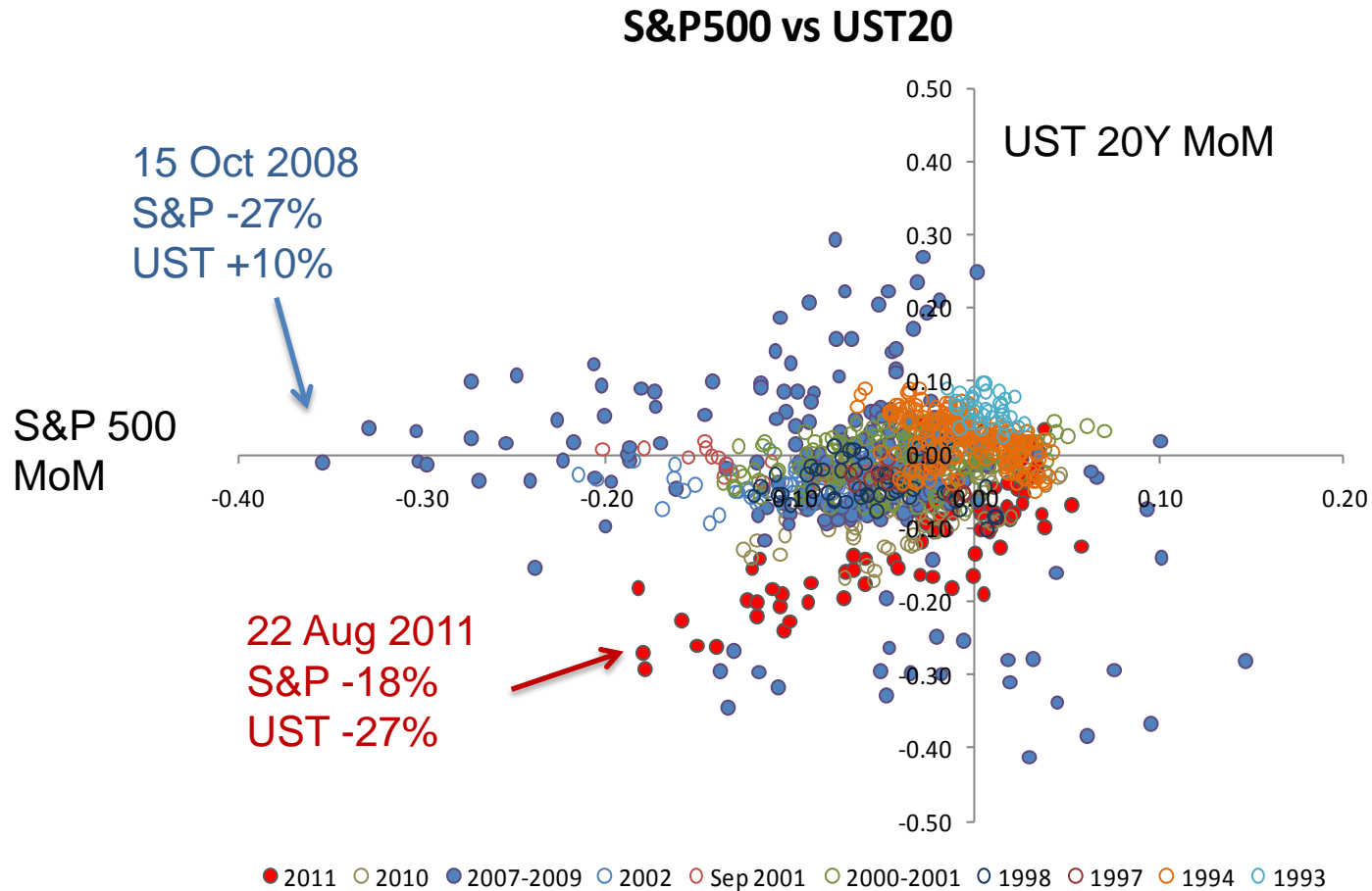
- S&P 500, MSCI
- UST....
- Bond spreads
- LIBOR
- FX
- CDS

- 1998 Кризис ОФЗ
- 2001 Крах доткомов
- 2007-20xx
- ...

Генерация множества значений (Монте-Карло) с учетом тяжелохвостых распределения и корреляционных зависимостей

- Анализ распределения потерь
- Обратное стресс-тестирование





Требования к сценарию стресс-тестирования:

- Экстремальность значений для получения **стрессовых сценариев**
- Сохранение **согласованности** многомерных сценариев

Копула (теорема Склера (Sklar, 1959) ) -

$$F(x_1, \dots, x_N) = C(F_1(x_1), \dots, F_N(x_N)),$$

$$F(x_1, \dots, x_N) = P(X_1 \leq x_1, \dots, X_N \leq x_N) \dots F_i(x_i) = P(X_i \leq x_i), i = \overline{1, N}$$

$F_i$  - функция предельного (marginal) распределения,

$C$  – функция связи (собственно копула) – единственна, если все  $F$  непрерывны.

Зависимость в «хвосте»:

$$\tau^L = \lim_{q \rightarrow 0^+} Pr[F_1(Y_1) \leq q | \dots | F_n(Y_n) \leq q]$$

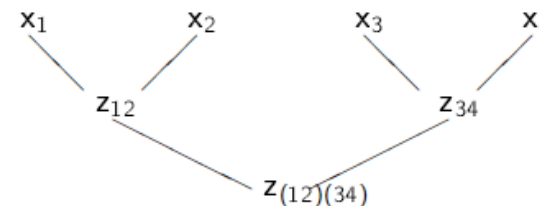
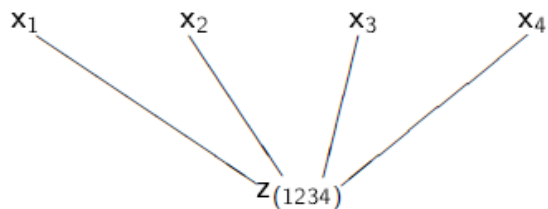
$$\tau^U = \lim_{q \rightarrow 1^-} Pr[F_1(Y_1) > q | \dots | F_n(Y_n) > q]$$

- Эллиптические копулы
  - Многомерные эллиптические распределения  
(Гауссово, Стюдента, логнормальное...)
- Архимедовы копулы (Клейтона, Гумбеля, Франка...)
  - Могут обеспечить зависимость в «хвостах»
  - Имеют аналитический вид

$$C(u_1, \dots, u_n) = \varphi(\varphi^{-1}(u_1) + \dots + \varphi^{-1}(u_n)) \quad (u_i = F(x_i))$$

Для построения многомерных зависимостей используются:

- Многомерные копулы (слева)
- Иерархические копулы (справа) (Joe (1996), Bedford and Cooke (2001, 2002), Kurowicka and Cooke (2006), McNeil and Neslehova (2009))





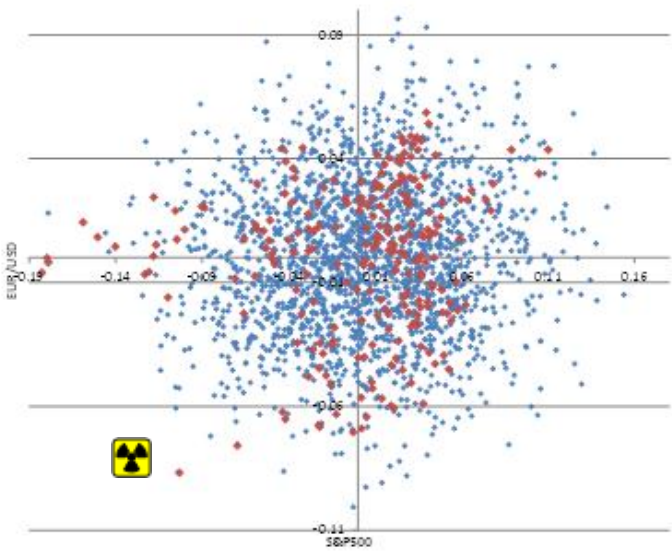
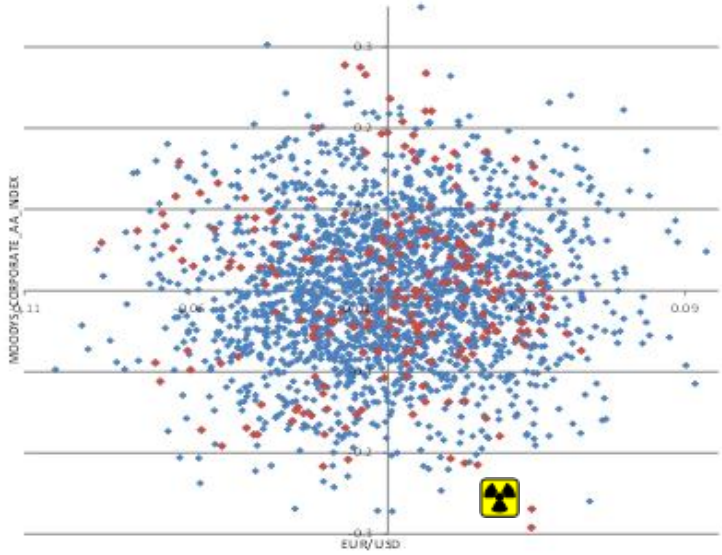
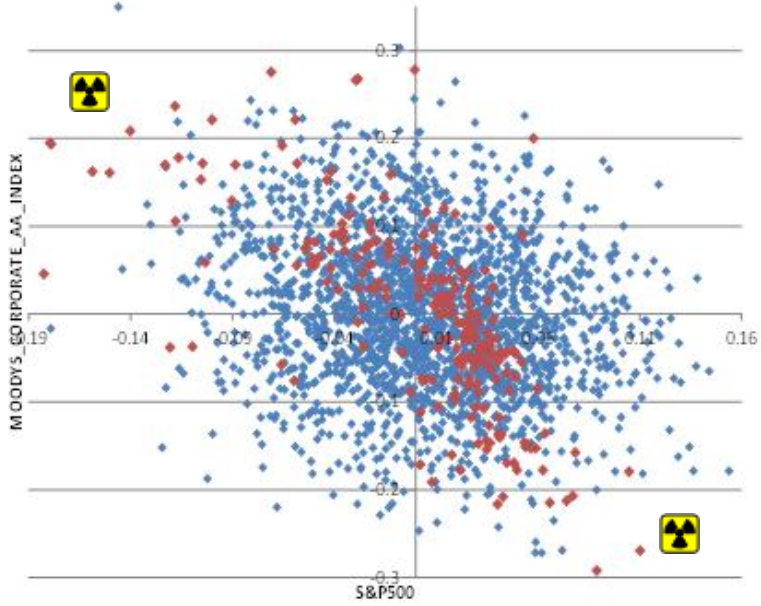
Для портфеля, состоящего из акций и корпоративных облигаций американского фондового рынка, были выбраны 4 ключевых риск-фактора:

- S&P500,
- EUR/USD,
- 20-years US Treasuries yield,
- Moody's AA-spread

Использовались месячные приросты,

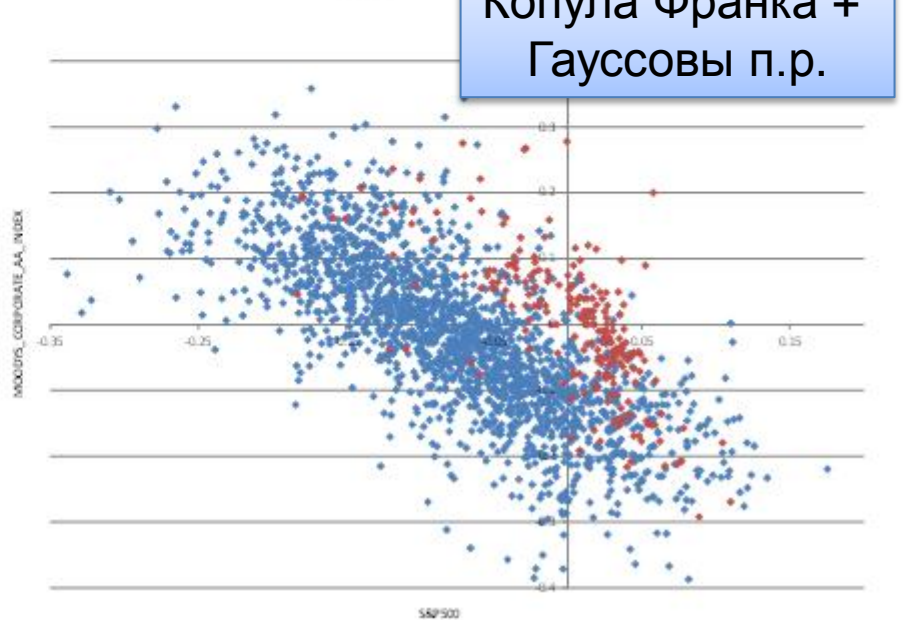
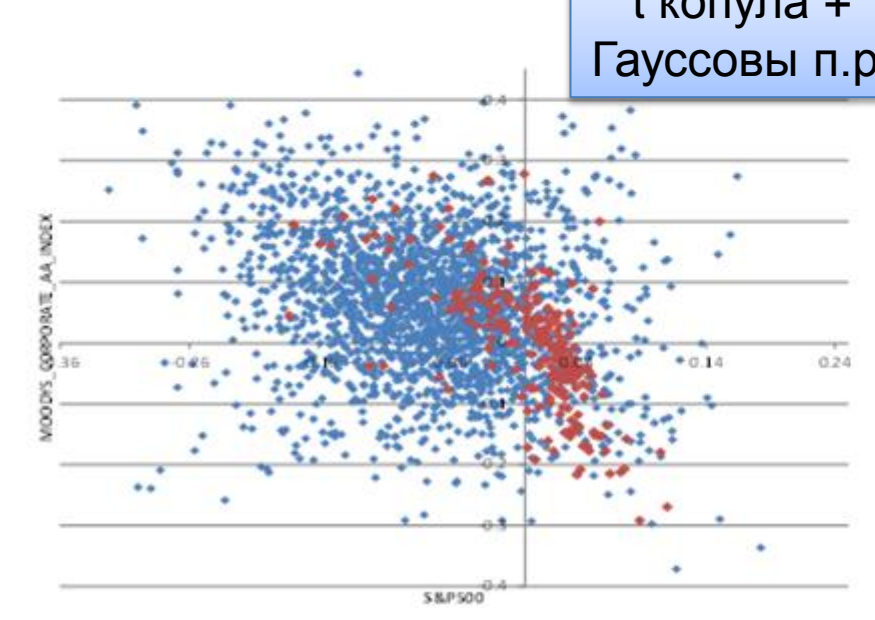
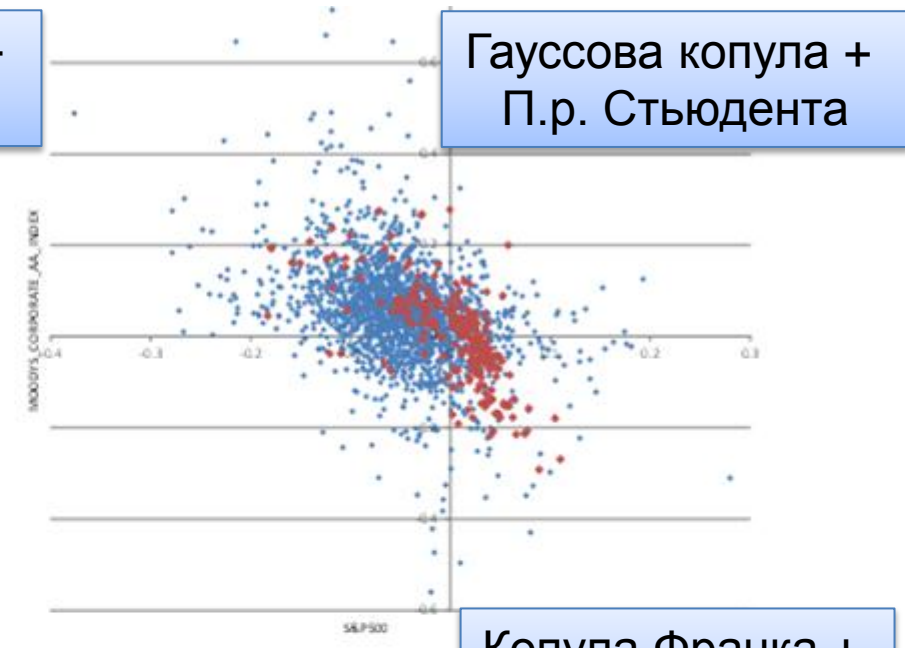
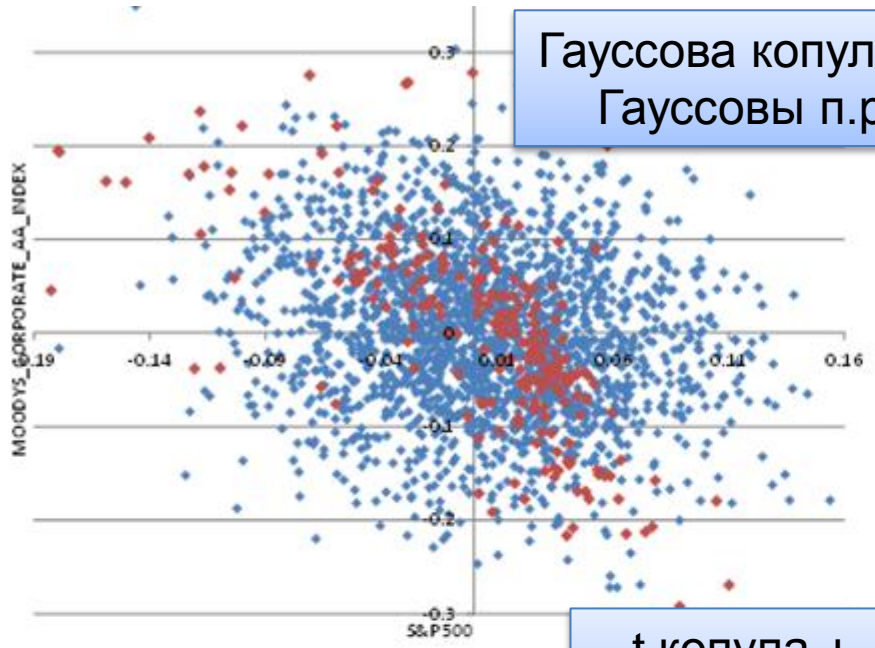
Кризисная выборка включала ноябрь'2007 – март'2009

Мультинормальность (гауссова копула, гауссовы предельные распределения)



# Альтернативы гауссовости

## Измерение S&P500 vs AA spread



# Prognoz.Market Risk stress-testing software

Вопросы?

Спасибо за внимание

[efremova@prognoz.ru](mailto:efremova@prognoz.ru)