

# УПРАВЛЕНИЕ КРЕДИТНЫМИ РИСКАМИ ПОРТФЕЛЯ ВНЕБИРЖЕВЫХ ПФИ

# СОСТОЯНИЕ РОССИЙСКОГО РЫНКА ВНЕБИРЖЕВЫХ ПФИ

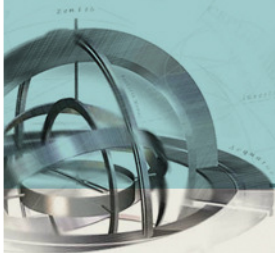
Daily volume	FX derivatives	IR derivatives
April 2012	\$4.8 bln.	\$270 mln.
July 2012	\$4.8 bln	\$96 mln.
Oct 2012	\$4.8 bln	\$186 mln.
Jan 2013	\$4.1 bln.	\$231 mln.
Apr 2013	\$6.1 bln.	\$250 mln.
July 2013	\$4.4 bln.	\$207 mln.
Aug 2013	\$5.0 bln.	n.a

FX derivatives: FX swaps(longer than spot), Forward outright + NDF, FX options

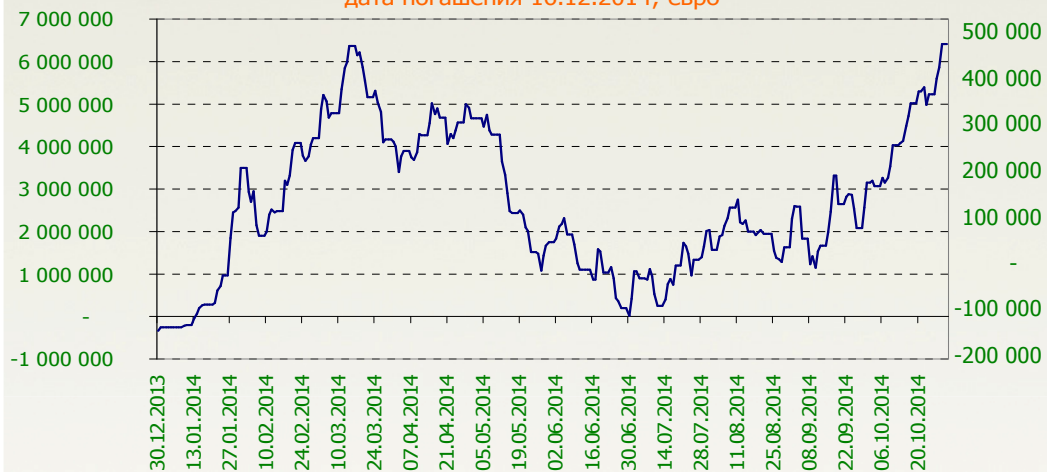
IR derivatives: Cross currency swaps, Interest rate swaps, OIS

\*Источник: Д.Пускулов. "Derivatives in Russia 2013" NFEA-EBRD-ISDA Conference

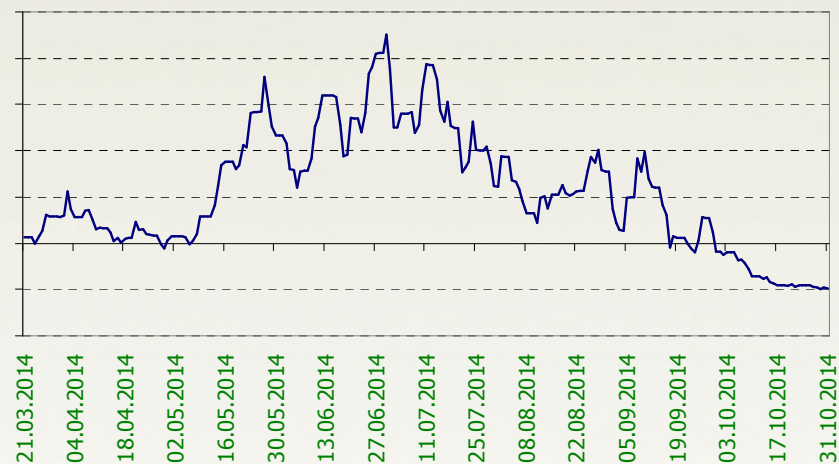
# КРЕДИТНЫЙ РИСК ВНЕБИРЖЕВЫХ ПФИ



Переоценка валютно-процентного свопа CCS,  
номинал: 50 млн. евро и 2254,75 млн.руб.,  
ставка в евро 0,3%; ставка рублевая 6,465%;  
дата погашения 16.12.2014; евро



Опцион пут на курс рубль-евро, номинал €15млн.,  
экспирация 16.12. 14, страйк 48.50, евро



Переоценка валютного свопа FX, : 30 млн. долл.;  
курс 1 - 35,06; курс 2 - 38,09; дата погашения 04.06.2015; евро



# МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ КРЕДИТНОГО РИСКА

- Неттинг
- Обеспечение

## Условия расчетов по вариационной марже

Контрагент	Валюта	БАНК*	Контрагент*	МТА**	Rounding***
	USD				
	RUR				
	-	-	-	-	-
	USD				

\* - Threshold

\*\* - Minimum Transfer Amount

\*\*\* - The Delivery Amount and the Return Amount will be rounded up and down, in each case, to the nearest integral multiple of Rounding

\*\*\* - The Delivery Amount rounded up, the Return Amount is rounded down, to the nearest multiple of Rounding



# ИНСТРУКЦИЯ ЦБ РФ №139-И ОБ ОЦЕНКЕ КРЕДИТНОГО РИСКА ВНЕБИРЖЕВЫХ ПФИ (1)

Для расчета кредитного риска по производным финансовым инструментам определяются следующие составляющие:

*текущий кредитный риск* (стоимость замещения финансового инструмента), отражающий на отчетную дату величину потерь в случае неисполнения контрагентом своих обязательств;

*потенциальный кредитный риск* (риск неисполнения контрагентом своих обязательств в течение срока от отчетной даты до даты валютирования в связи с неблагоприятным изменением стоимости базисного (базового) актива).

*Текущий кредитный риск* по производным финансовым инструментам, не включенным в соглашение о неттинге по производным финансовым инструментам, равен величине справедливой стоимости производного финансового инструмента, представляющего собой актив (балансовый счет N 52601). По проданным опционам, не включенным в соглашение о неттинге, текущий кредитный риск (стоимость замещения) не рассчитывается.



## ИНСТРУКЦИЯ ЦБ РФ №139-И ОБ ОЦЕНКЕ КРЕДИТНОГО РИСКА ВНЕБИРЖЕВЫХ ПФИ (2)

**Потенциальный риск** по производным финансовым инструментам, не включенным в соглашение о неттинге по производным финансовым инструментам, рассчитывается путем умножения номинальной контрактной стоимости на коэффициенты в зависимости от срока, оставшегося от отчетной даты до даты валютирования:

Срок до даты валютирования	Сделки с государственными ценными бумагами	Валютные сделки	Процентные сделки	Сделки с негосударственными ценными бумагами	Сделки с драгоценными металлами	Прочие сделки
Менее 1 года	0,02	0,01	0,005	0,06	0,07	0,1
От 1 до 5 лет	0,03	0,05	0,005	0,08	0,07	0,12
Свыше 5 лет	0,04	0,075	0,015	0,1	0,08	0,15



## ИНСТРУКЦИЯ ЦБ РФ №139-И ОБ ОЦЕНКЕ КРЕДИТНОГО РИСКА ВНЕБИРЖЕВЫХ ПФИ (3)

Величина потенциального риска по производным финансовым инструментам, включенным в соглашение о неттинге по производным финансовым инструментам, рассчитывается по формуле:

$$\text{ВПР}_k = 0,4 \times \text{ВПР}_в + 0,6 \times k \times \text{ВПР}_в$$

где

$\text{ВПР}_k$  - величина потенциального риска по производным финансовым инструментам, включенным в соглашение о неттинге по производным финансовым инструментам;

$\text{ВПР}_в$  - величина потенциального риска по тем же самым инструментам, рассчитанная без учета соглашения о неттинге по производным финансовым инструментам (в соответствии с требованиями настоящего пункта);

$k$  - коэффициент, определяемый как отношение стоимости замещения по производным финансовым инструментам, включенным в соглашение о неттинге по производным финансовым инструментам (ЦЗв), и стоимости замещения по производным финансовым инструментам, включенным в соглашение о неттинге по производным финансовым инструментам, рассчитанной без учета этого соглашения (ЦЗ):

$$k = \frac{\text{ЦЗв}}{\text{ЦЗ}}$$

# БИРЖЕВАЯ МЕТОДИКА ОЦЕНКИ КРЕДИТНОГО РИСКА SPAN (STANDARD PORTFOLIO ANALYSIS OF RISK)

## Scanning Risk Scenarios:

No. of Scenario	Scenario
1	Underlying unchanged, volatility up
2	Underlying unchanged, volatility down
3	Underlying up 1/3, volatility up
4	Underlying up 1/3, volatility down
5	Underlying down 1/3, volatility up
6	Underlying down 1/3, volatility down
7	Underlying up 2/3, volatility up
8	Underlying up 2/3, volatility down
9	Underlying down 2/3, volatility up
10	Underlying down 2/3, volatility down
11	Underlying up 3/3, volatility up
12	Underlying up 3/3, volatility down
13	Underlying down 3/3, volatility up
14	Underlying down 3/3, volatility down
15	Underlying up extreme (cover 45% of loss)
16	Underlying down extreme (cover 45% of loss)

# ФАКТОРЫ РИСКА ПОРТФЕЛЯ ВНЕБИРЖЕВЫХ ПФИ (1)

- Курсы валют



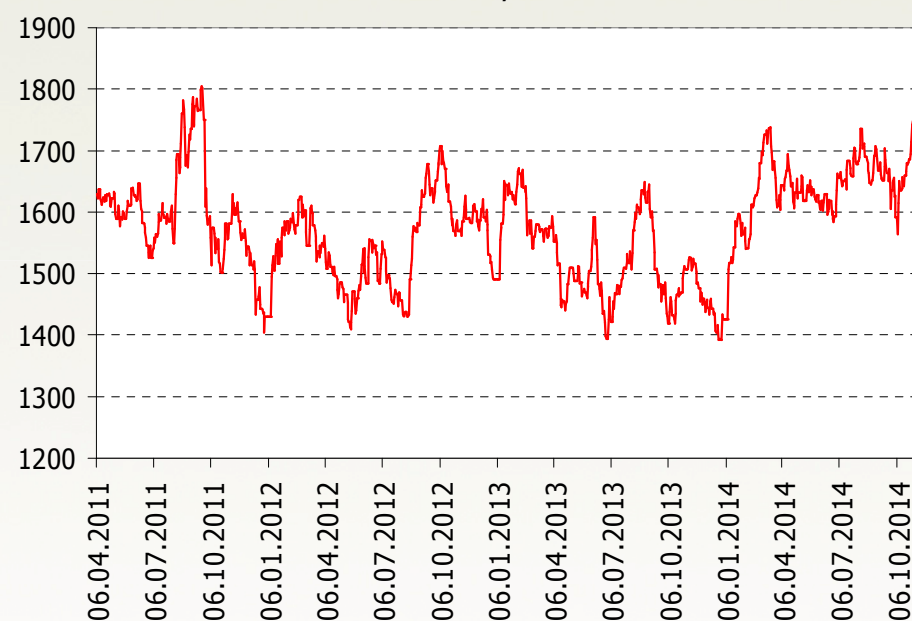
# ФАКТОРЫ РИСКА ПОРТФЕЛЯ ВНЕБИРЖЕВЫХ ПФИ (2)

- Цены базовых активов опционов и форвардов

**Золото, долл.**



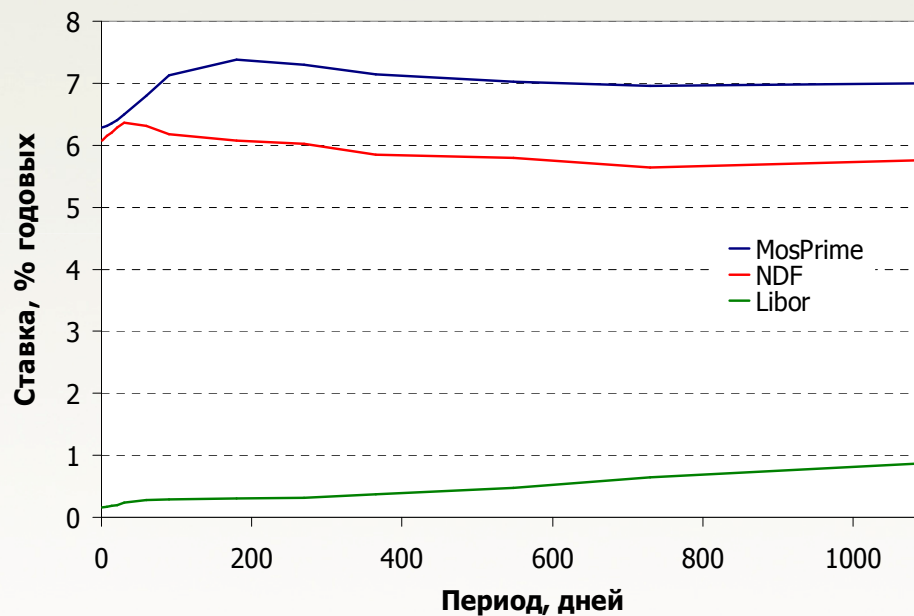
**Платина, долл.**



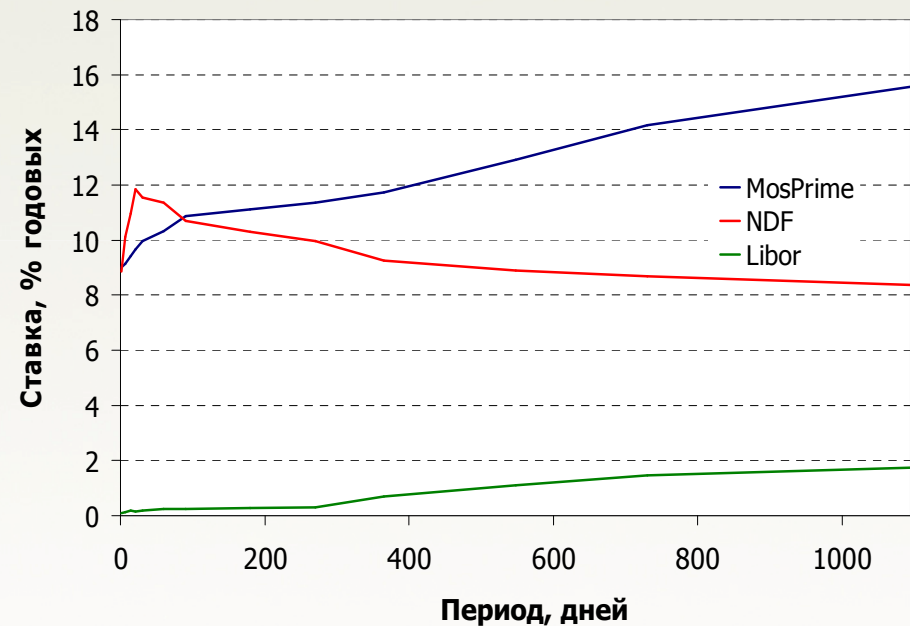
# ФАКТОРЫ РИСКА ПОРТФЕЛЯ ВНЕБИРЖЕВЫХ ПФИ (3)

- Кривые процентных ставок (МОСПРАЙМ, NDF, LIBOR)

Кривые доходности на 16.04.2013

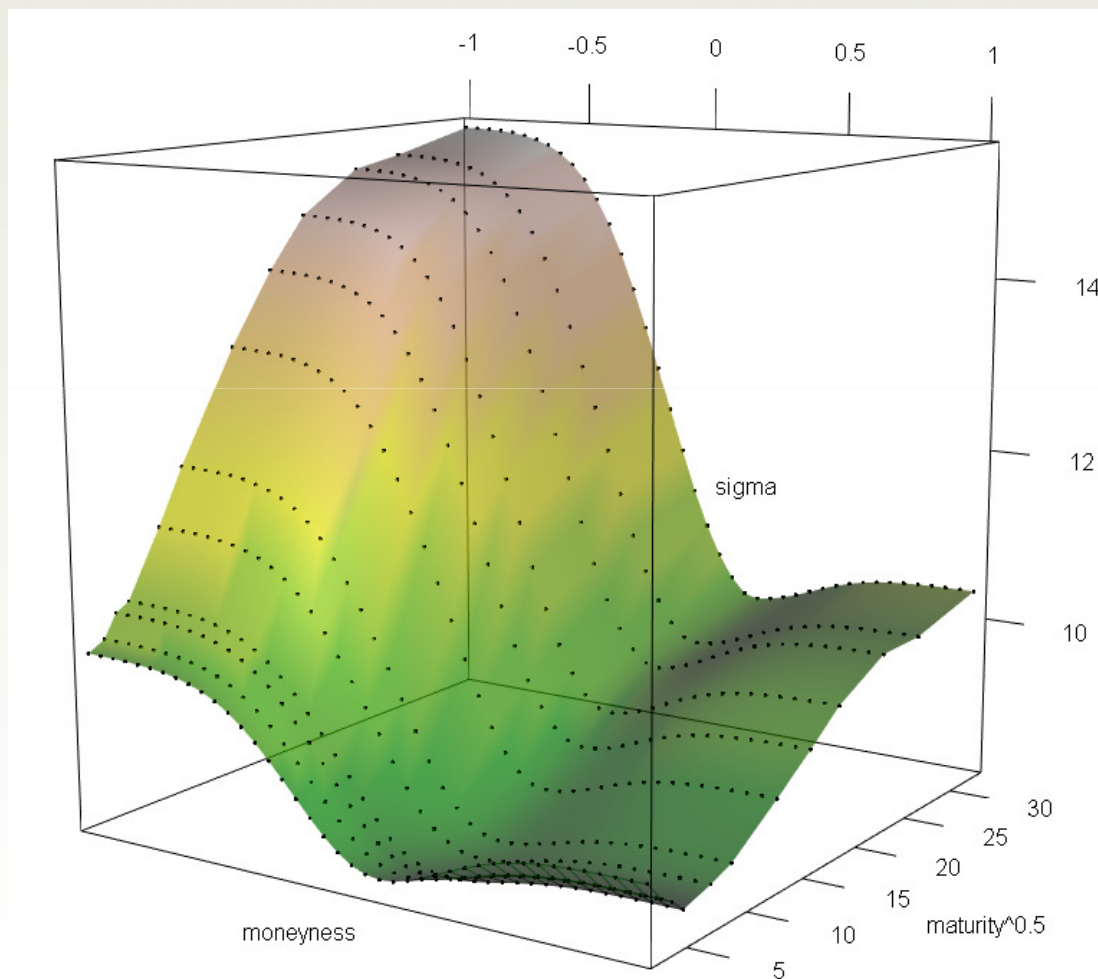


Кривые доходности на 30.10.2014

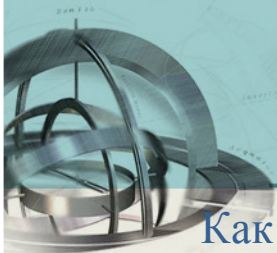


# ФАКТОРЫ РИСКА ПОРТФЕЛЯ ВНЕБИРЖЕВЫХ ПФИ (4)

- Поверхности волатильности опционов (пример поверхности доллар-евро)



$$\text{moneyness} = \frac{\ln \frac{S}{K}}{\sigma \sqrt{T}}$$



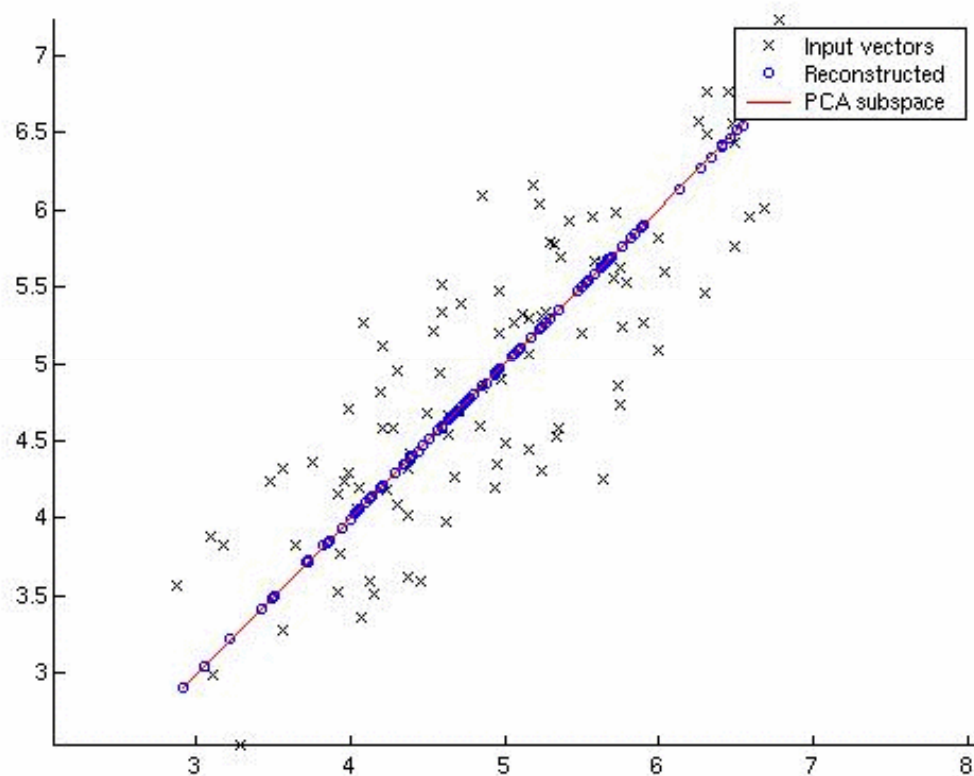
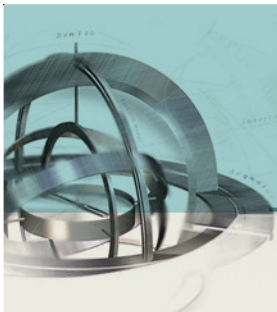
## РАЗМЕРНОСТЬ СЛУЧАЙНОГО ПРОЦЕССА ФАКТОРОВ РИСКА И СПОСОБ ЕЕ СОКРАЩЕНИЯ

Как показывают исследования, приемлемую для риск-менеджмента точность расчета опционов удается получить, представляя поверхность волатильности матрицей, содержащей  $12 \times 41 = 492$  элемента. (Строки матрицы соответствуют рассматриваемым срокам до экспирации опционов, столбцы матрицы – различным значениям «денежности» опционов. Для представления кривых доходности оказалось достаточным использовать по 12 точек на каждую кривую. Таким образом, совокупная размерность рассматриваемого случайного процесса для  $n$  базовых активов равняется  $492 \times n + 12 \times 4 + n = 493 \times n + 48$ . Адекватное историческим данным моделирование процесса такой размерности не представляется возможным.

В работе для сокращения размерности данных применялся **метод главных компонент**. Метод главных компонент (англ. *principal component analysis, PCA*) — один из основных способов уменьшить размерность данных, потеряв наименьшее количество информации. Вместо случайного процесса большой размерности получается всего несколько главных компонент, связанных с исходными данными линейными соотношениями. Главные компоненты выбираются таким образом, чтобы они отражали максимальную долю и изменчивости исходного процесса. Изобретён Карлом Пирсоном в 1901 году. Применяется во многих областях, в том числе, в эконометрике, биоинформатике, обработке изображений, для сжатия данных, в общественных науках.

Использовалась процедура метода главных компонент, реализованная в пакете R ([www.r-project.org](http://www.r-project.org)).

# МЕТОД ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ



При  $n = 6$  размерность процесса  $493 \times 6 + 48 = 3006$

Иерархический подход:

20 главных компонент (97%)

10 главных компонент,  
 $6 \times 4 \times 12 + 6 \times 6$

10 главных компонент,  
 $6 \times 4 \times 12 + 6 \times 6$

$492 + 21 \times 2 \times 12 + 41$

...

Поверхность  
волатильности

Кривые  
доходности

Курсы  
активов

МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ.  
МОДЕЛЬ ARMA-GARCH С  
ОСТАТКАМИ, РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПО ЗАКОНУ  
ДЖОНСОНА

$$X_t = c + \sum_{i=1}^p \alpha_i X_{t-i} + \sum_{j=1}^q \beta_j \varepsilon_{t-j} + \varepsilon_t$$

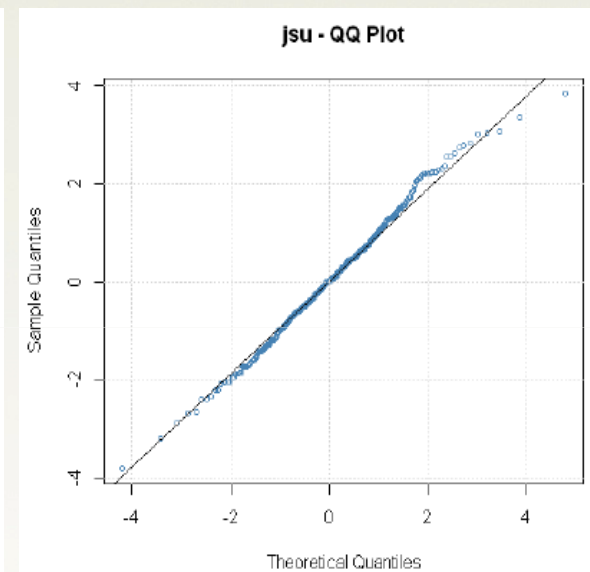
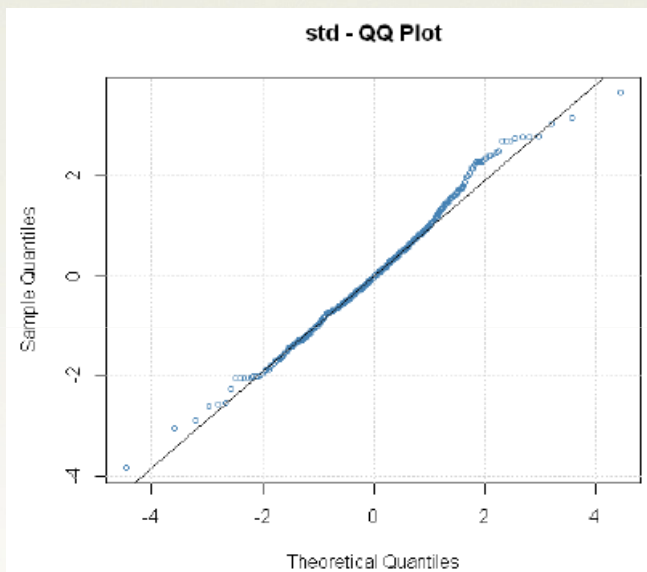
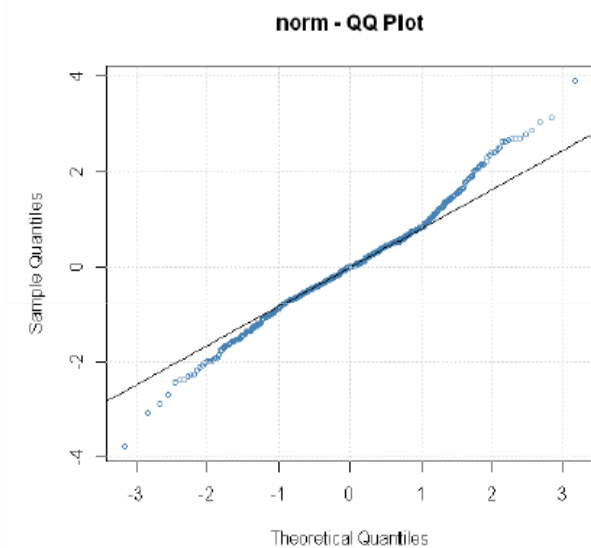
$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^{\phi} \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^{\varphi} \beta_i \sigma_{t-i}^2$$

Инновации  $\varepsilon_t$  подчиняются распределению Джонсона, которое имеет тяжелые хвосты и задается формулами:

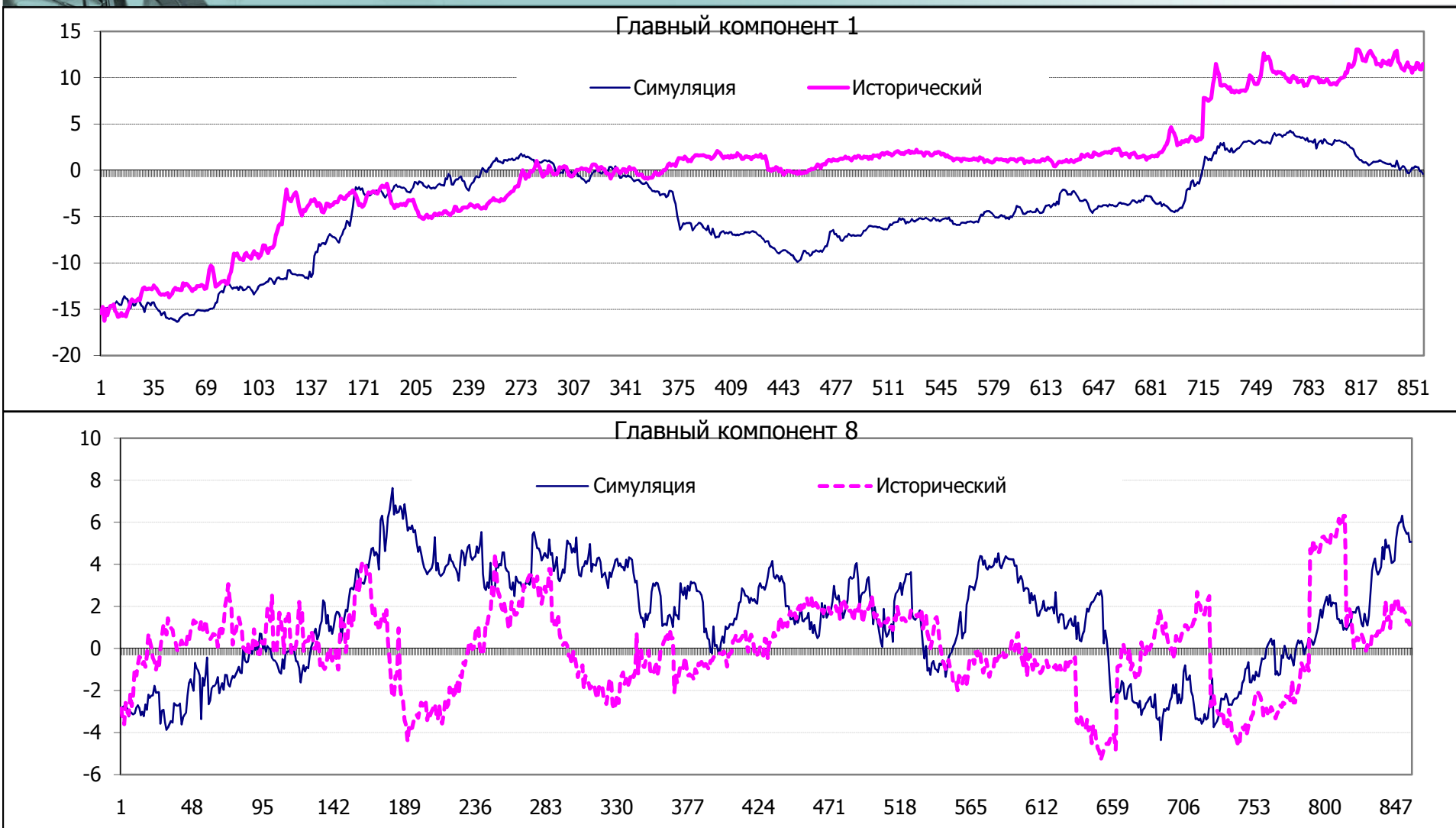
$$f_Y(y | \mu, \sigma, \nu, \tau) = \frac{\tau}{\sigma} \frac{1}{(r^2 + 1)^{\frac{1}{2}}} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{1}{2} z^2\right]$$

$$z = \nu + \tau \sinh^{-1}(r) , \quad r = (y - \mu) / \sigma$$

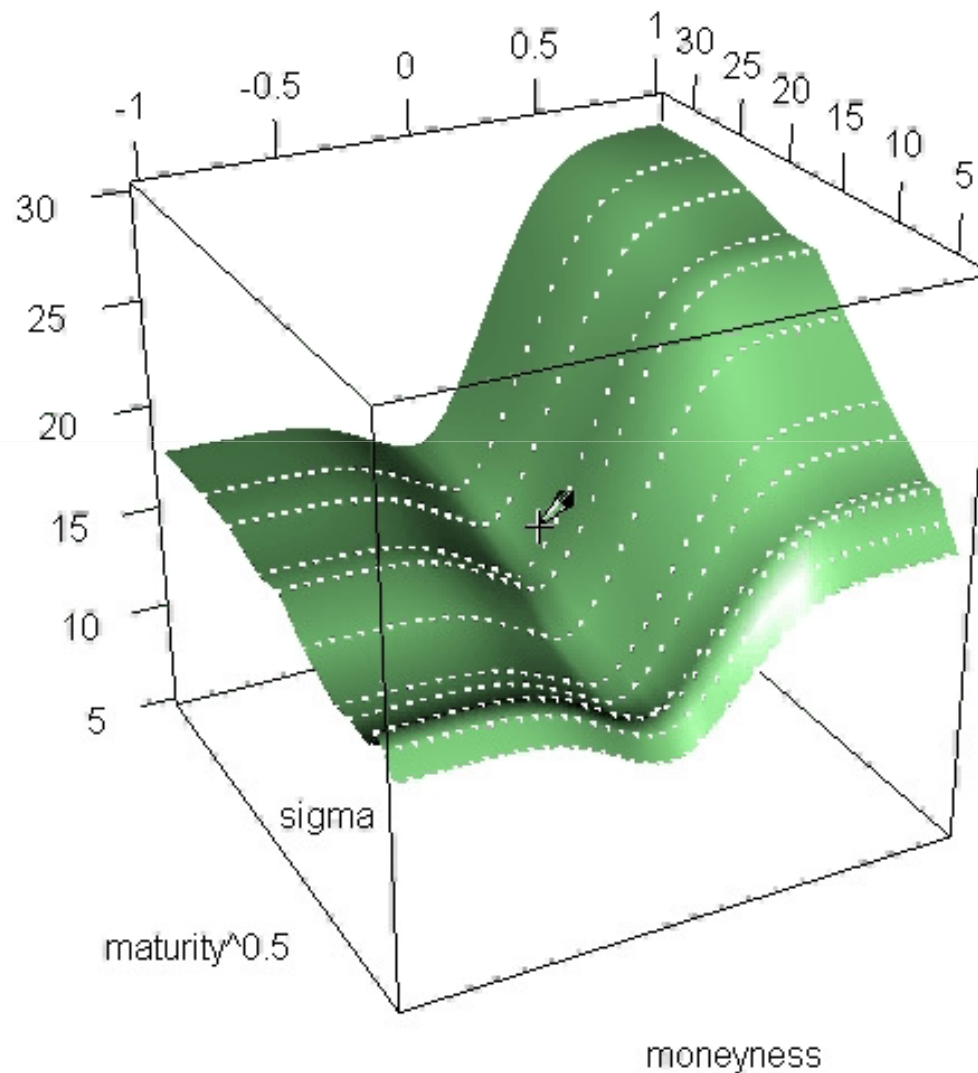
# СРАВНЕНИЕ КВАНТИЛЕЙ ЭМПИРИЧЕСКОГО И ТЕОРЕТИЧЕСКОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЙ ОСТАТКОВ

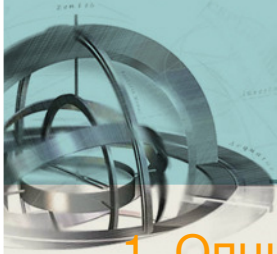


# ГЛАВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ И ИХ МОДЕЛИРОВАНИЕ



# МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ВОЛАТИЛЬНОСТИ





# ПРИМЕРЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОРТФЕЛЯ

1. Опцион пут: страйк 48,5; номинал 10 млн. евро; дата погашения 16.12.2014

2. Валютно-процентные свопы:

- 25 млн. евро; ставка в евро 0,3%; ставка рублевая 6,5%; курс 45,095; дата погашения 16.12.2014;

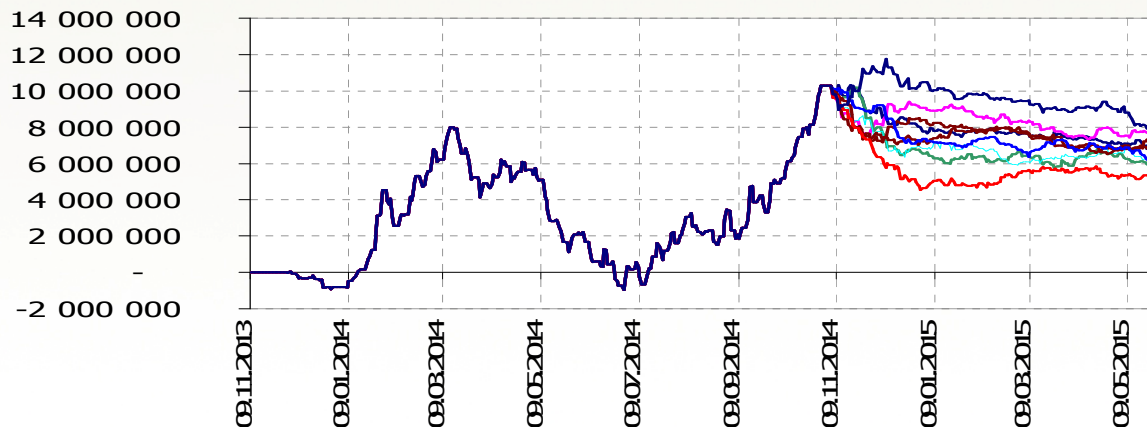
- 25 млн. евро; ставка в евро 0,25%; ставка рублевая 6,4%; курс 44,994; дата погашения 30.12.2014;

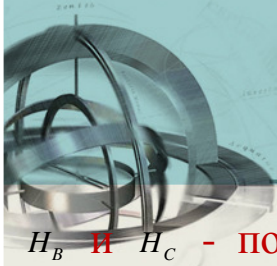
3. Валютные свопы:

- 30 млн. долл.; ставка в долл. 0,1%; ставка рублевая 6,2812%; курс 1 - 33,175; курс 2 - 34,1975; дата погашения 02.06.2014;

- 30 млн. долл.; ставка в долл. 0,5%; ставка рублевая 9,1423%; курс 1 - 35,06; курс 2 - 38,09; дата погашения 04.06.2015;

**NPV будущих платежей портфеля**





# ОЦЕНКА КРЕДИТНОГО РИСКА ПОРТФЕЛЯ ПФИ

$H_B$  и  $H_C$  - пороговые уровни для Банка и контрагента (клиента) соответственно, определенные Генеральным соглашением;  $M_0$  - сумма маржи, уплаченной Банку данным клиентом (контрагентом) с момента первой сделки до текущей даты (отрицательна, если Банк больше выплатил контрагенту (клиенту), чем от него получил).

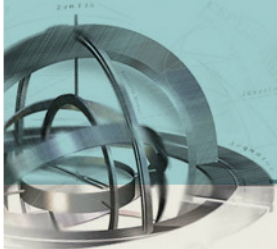
Сумма к выплате в любой момент времени в общем случае может быть рассчитана на основе следующих соотношений:

$$M = \begin{cases} \left[ \frac{(\text{ROUND}(NPVFT) - M_0 - H_C)}{MTA} \right] \cdot MTA, & \text{если } \text{ROUND}(NPVFT) - M_0 - H_C \geq 0 \\ \left[ \frac{(\text{ROUND}(NPVFT) - M_0 + H_B)}{MTA} \right] \cdot MTA, & \text{если } \text{ROUND}(NPVFT) - M_0 + H_B < 0 \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

Величина использования лимита на  $i$ -го клиента (контрагента) в некоторый момент времени рассчитывается как

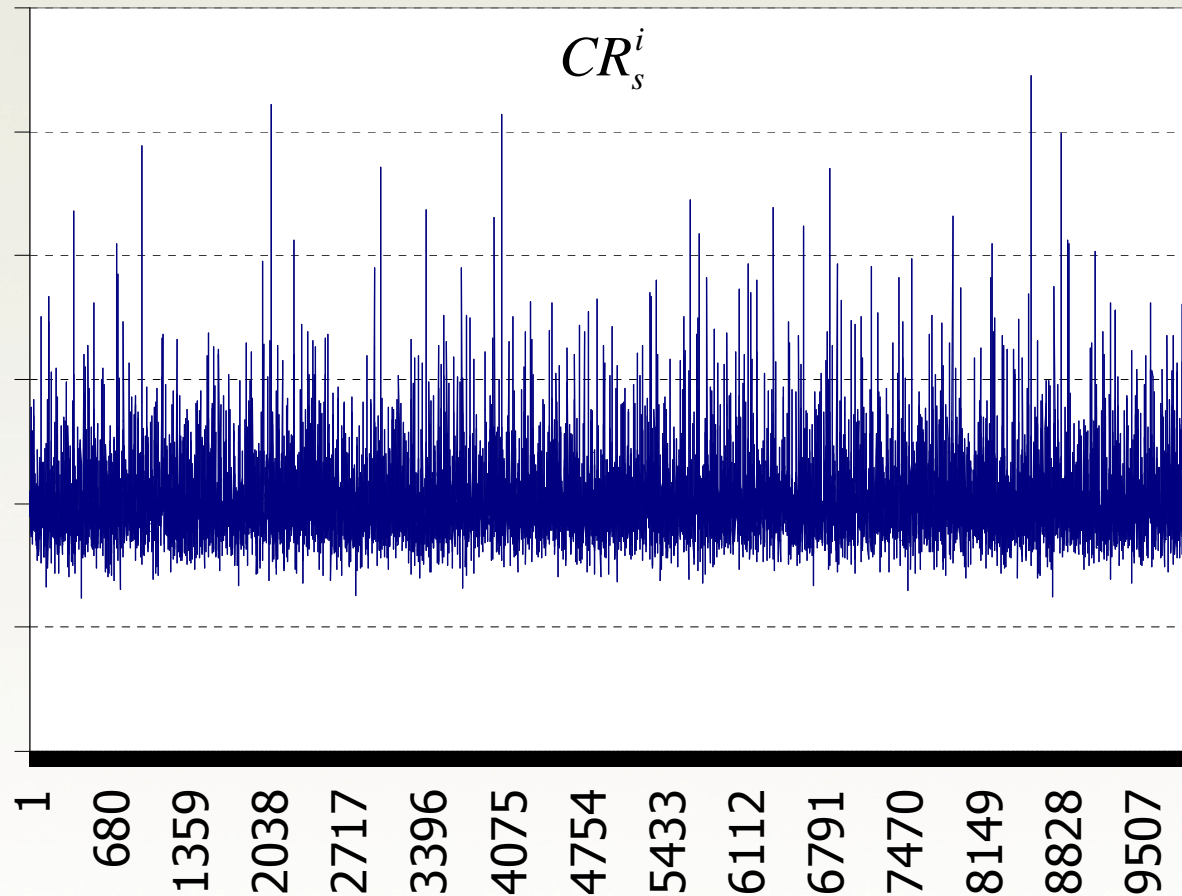
$$CR^i = \sup \{ x \in R : G_{CR_s^i}(x) \leq \alpha \},$$
$$CR_s^i = \max_{t \in T} \left( \sum_{d \in D^i} NPVFT_{st}^d - M_{st}^i \right),$$

где  $s$  – множество возможных сценариев изменения факторов риска;  $T$  – упорядоченное множество дат рабочих дней от даты проведения расчетов до наиболее поздней из дат окончания сделок с контрагентом (клиентом);  $D^i$  – множество действующих внебиржевых кредитов, заключенных с  $i$ -ым клиентом (контрагентом).

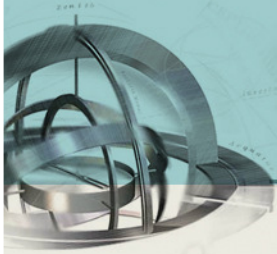


# ПРИМЕР ОЦЕНКИ КРЕДИТНОГО РИСКА

14 000 000  
13 000 000  
12 000 000  
11 000 000  
10 000 000  
9 000 000  
8 000 000



VaR 99% = 11 318 852 евро



# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- ❑ На основе метода главных компонент разработан подход к моделированию большого числа взаимосвязанных факторов риска: цен базовых активов опционов, кросс-курсов валют, поверхностей волатильности опционов, кривых процентных ставок
- ❑ Полученные в результате главные компоненты случайного процесса могут быть адекватно представлены одномерными ARMA-NGARCH моделями с остатками, распределенными по закону Джонсона
- ❑ После калибровки рассмотренных моделей кредитный риск портфеля внебиржевых ПФИ может быть рассчитан при помощи метода Монте-Карло. Время расчетов для 10000 сценариев составляет порядка нескольких минут на компьютере процессор Pentium® 2 ядра , частота ядра 2,4 ГГц, ОЗУ 4 ГБ
- ❑ Мониторинг кредитного риска, связанного с каждым из контрагентов (клиентов) банка позволяет управлять его величиной и предотвратить нарушение соответствующего лимита
- ❑ Представленный подход позволяет также оценивать рыночный риск и риск ликвидности портфеля ПФИ, связанный с временным отвлечением средств при уплате вариационной маржи