

# Оценка рыночных рисков банка на базе системы Интерфакс-ЭФИР

## Особенности оценки рисков на рынке облигаций

Алексей Владимирович Буздалин

Заместитель генерального директора  
«Интерфакс – Центр Экономического Анализа»,  
К.Э.Н.

интерфакс-ЦЭА  
ЦЕНТР ЭКОНОМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА



Москва, 30.11.2016г.

# План семинара

- Требования регулятора: оценка ожидаемых и непредвиденных потерь
- Стандартизированный подход (Базель 3): коэффициенты риска для сценария несинхронного изменения процентных ставок
- Концепция Value at Risk: оценка рисков при отсутствии биржевых котировок
- Стресс-тестирование: переоценка портфелей на основе анализа чувствительностей
- Реализация ключевых подходов к оценке рыночного риска в программном комплексе «Эфир Add-In».

# Ожидаемые и непредвиденные потери

$EL = E(\text{потери}) = \text{резервы}$

$UL = \text{непредвиденные потери}$

$$CAR = \frac{C - EL}{12.5 UL} \geq 0.08$$

$$12.5 UL = \sum A_i w_i + PP + \dots$$

Для **инвестиционного** портфеля  $EL \neq 0$

$$12.5 UL = \sum A_i w_i$$

Если  $w=100\%$  то  $UL(A)=0.08 A$

Для **торгового** портфеля  $EL = 0$

$$UL = PP / 12.5$$

$$UL = VaR$$

$UL = 3^*$  Средний за 60 дней VaR (99%) на горизонте 10 дней

# Регулятивные документы

Документы, регламентирующие управление рыночными рисками:

1. ПОЛОЖЕНИЕ ЦБ РФ N 511-П «О ПОРЯДКЕ РАСЧЕТА КРЕДИТНЫМИ ОРГАНИЗАЦИЯМИ ВЕЛИЧИНЫ РЫНОЧНОГО РИСКА»  
**(Стандартный подход к оценке РР по Базелю I от 1993г. Обязательно к использованию всеми банками)**
2. ПИСЬМО ЦБ РФ от 29 декабря 2012 г. N 193-Т «О МЕТОДИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЯХ ПО РАЗРАБОТКЕ КРЕДИТНЫМИ ОРГАНИЗАЦИЯМИ ПЛАНОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ФИНАНСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ»  
**(Стресс-тестирование. Настоятельно рекомендуется к использованию всеми банками)**
3. ПИСЬМО ЦБ РФ от 29 июня 2011 г. N 96-Т «О МЕТОДИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЯХ ПО ОРГАНИЗАЦИИ КРЕДИТНЫМИ ОРГАНИЗАЦИЯМИ ВНУТРЕННИХ ПРОЦЕДУР ОЦЕНКИ ДОСТАТОЧНОСТИ КАПИТАЛА»  
**(Идеология VaR по Базелю II. Рекомендуется крупнейшим банкам, но не требуется от остальных. Планируется обязательное использование с 2017г.)**
4. ИНСТРУКЦИЯ N 139-И «ОБ ОБЯЗАТЕЛЬНЫХ НОРМАТИВАХ БАНКОВ»
5. ПОЛОЖЕНИЕ N 283-П «О ПОРЯДКЕ ФОРМИРОВАНИЯ КРЕДИТНЫМИ ОРГАНИЗАЦИЯМИ РЕЗЕРВОВ НА ВОЗМОЖНЫЕ ПОТЕРИ»

# Степень влияние роста ставок определяется дюрацией портфеля

$$P = \sum_{t=1}^T \frac{CF_t}{(1+r)^t}$$

$$D = \sum_{t=1}^T t \cdot \frac{\frac{CF_t}{(1+r)^t}}{P}$$

$$\frac{dP}{dr} = \frac{-1 \cdot CF_1}{(1+r)^2} + \frac{-2 \cdot CF_2}{(1+r)^3} + \dots + \frac{-T \cdot CF_T}{(1+r)^{T+1}}$$

$$\frac{dP}{dr} = -\frac{1}{(1+r)} \left[ \frac{CF_1}{(1+r)} + \frac{2 \cdot CF_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{T \cdot CF_n}{(1+r)^T} \right]$$

$$\frac{dP}{dr} \frac{1}{P} = -\frac{1}{1+r} \sum_{t=1}^T t \cdot \frac{\frac{CF_t}{(1+r)^t}}{P} = -\frac{D}{1+r}$$

$$\frac{dP}{P} = -\frac{D}{1+r} \cdot dr$$

$$\frac{\Delta P}{P} \cong -\frac{D}{1+r} \cdot \Delta r$$

# Стандартизированный подход (Базель 3)

# Основы метода

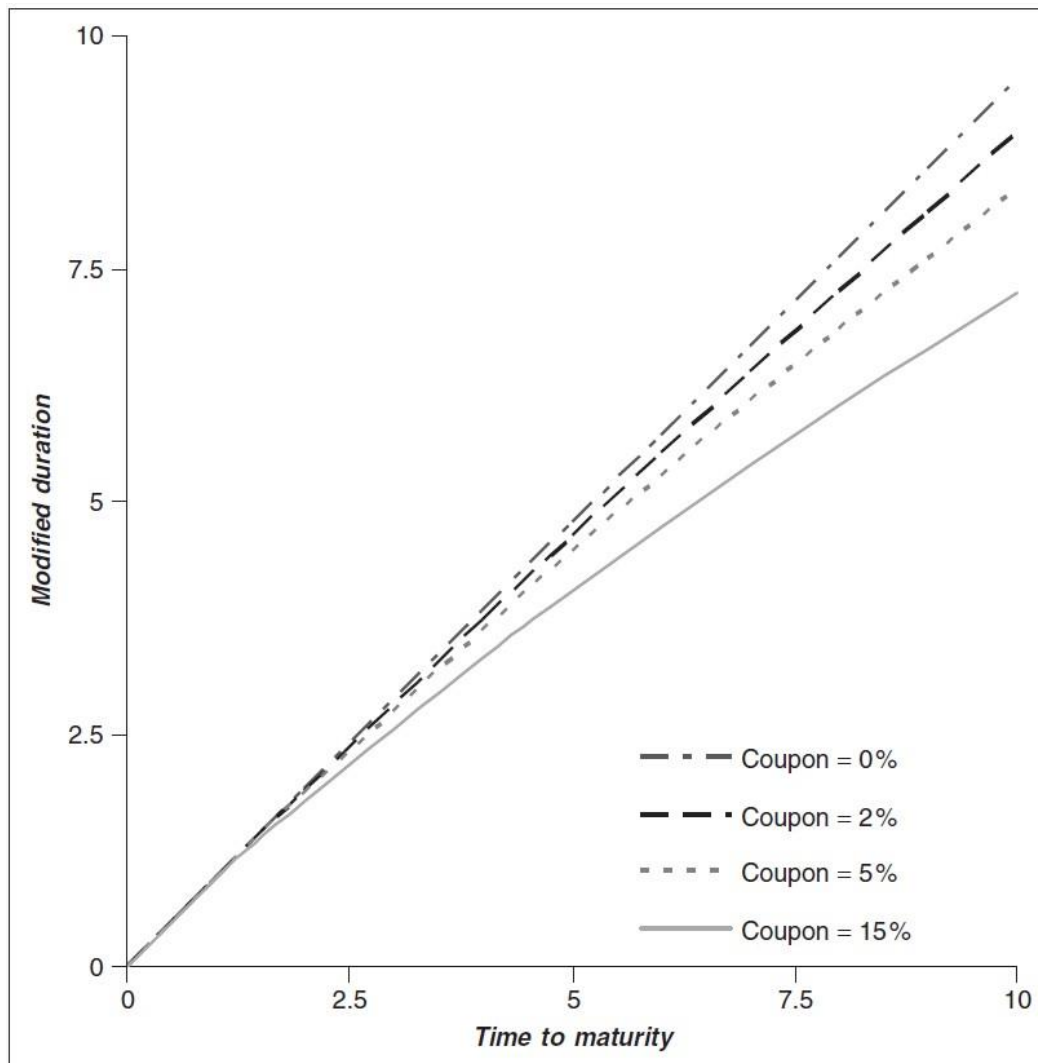
- Необходимость учитывать произвольные изменения процентных ставок
- Рассмотрение cash-flow банка как набора бескупонных облигаций
- Оценка кривой процентных ставок
- Разумная группировка операций по срочности (среднее между тотальным учетом отдельных операций и Гар анализом)

# Метод интервалов дюрации

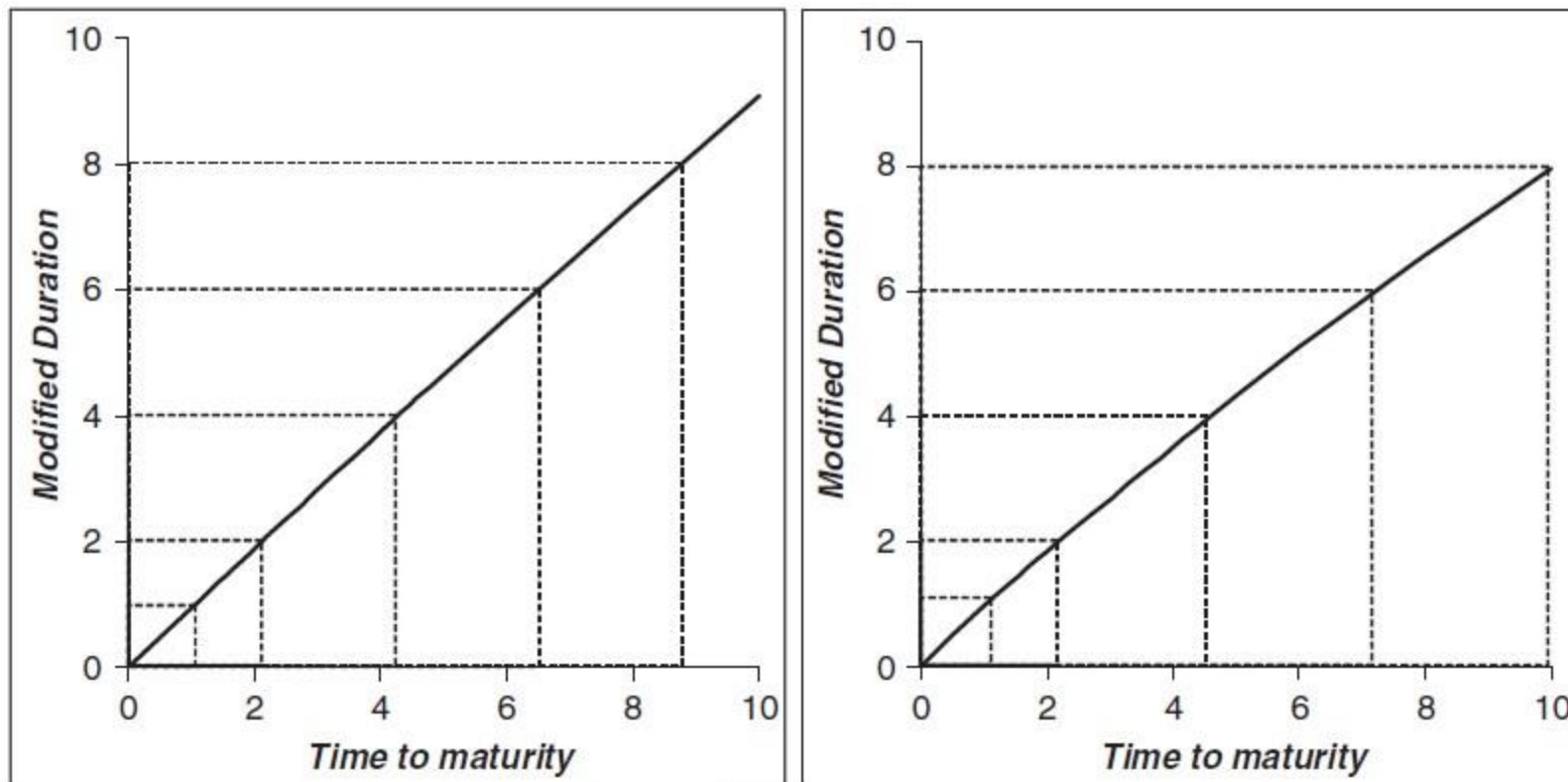
- Эвристическая идея: сгруппировать все операции банка в зависимости от остаточной их срочности. Проблема: подверженность процентному риску зависит не столько от остаточной срочности операции, сколько от структуры cash flows.
- Идея: на основе дюрации можно достаточно точно оценивать влияние изменений процентных ставок, поэтому надо группировать операции в зависимости от дюрации. Например, все операции с дюрацией до 6 месяцев отнести к периоду 3 месяца; все операции с дюрацией от 6 до 18 месяцев отнести к 1 году и т.д.
- Проблема: большинство банковских операций (особенно традиционные клиентские операции) не предполагают расчета дюраций, их нет в АБС.



# Метод модифицированной остаточной срочности операций



- Метод позволяет пренебречь структурой cash flows, основываясь на остаточной срочности операции
- Рекомендуется Базельским Комитетом
- Существуют простые зависимости между остаточной срочностью операций и модифицированной дюрацией.



**Figure 3.2** Modified duration intervals derived from residual life for a low coupon (left panel) and high coupon (right panel) bond

- Выбираем две кривые – с наименьшим и наибольшим купоном.
- Выбираем разбивку оси дюрации: до 1 года, 1-2 года, 2-4 года и т.д.
- Для каждого интервала берем среднюю точку: 6 месяцев, 18 месяцев и т.д.
- Для каждой операции определяем доходность (высокая или низкая) и относим ее к соответствующему интервалу модифицированной дюрации.

# Метод Базельского Комитета

**Table 3.1** Factors for calculating the Basel Committee Indicator

<i>Residual Life Bracket (i)</i>		<i>Average modified duration (MD<sub>i</sub>)</i>	<i>Change in Yield (Δr<sub>i</sub>)</i>	<i>Risk Coefficient (MD<sub>i</sub>·Δr<sub>i</sub>)</i>
<i>Coupon &lt; 3 %</i>	<i>Coupon ≥ 3 %</i>			
Up to 1 month	Up to 1 month	0.00	1.00 %	0.00 %
1–3 months	1–3 months	0.20	1.00 %	0.20 %
3–6 months	3–6 months	0.40	1.00 %	0.40 %
6–12 months	6–12 months	0.70	1.00 %	0.70 %
1.0–1.9 years	1–2 years	1.40	0.90 %	1.25 %
1.9–2.8 years	2–3 years	2.20	0.80 %	1.75 %
2.8–3.6 years	3–4 years	3.00	0.75 %	2.25 %
3.6–4.3 years	4–5 years	3.65	0.75 %	2.75 %
4.3–5.7 years	5–7 years	4.65	0.70 %	3.25 %
5.7–7.3 years	7–10 years	5.80	0.65 %	3.75 %
7.3–9.3 years	10–15 years	7.50	0.60 %	4.50 %
9.3–10.6 years	15–20 years	8.75	0.60 %	5.25 %
10.6–12 years	Over 20 years	10.00	0.60 %	6.00 %
12–20 years	–	13.50	0.60 %	8.00 %
Over 20 years	–	21.00	0.60 %	12.50 %

- Рекомендован к использованию банками в январе 1996 г.
- Группировка операций основана на остаточном сроке или сроке до переоценки актива / пассива
- Предполагается, что чем больше дюрация, тем меньше волатильность процентной ставки

$$\Delta NP_i \cong -NP_i \cdot MD_i \cdot \Delta r_i$$

Чистая позиция операций из *i*-ого интервала срочности (активы- пассивы)

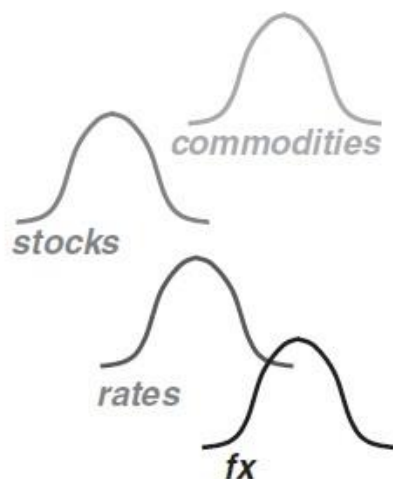
# Концепция Value at Risk

# Современные подходы к оценке рыночных рисков и VaR

- Методы позволяют оценивать, сравнивать и агрегировать риски для различных финансовых инструментов
- Впервые появились в американских банках в конце 80х годов, а потом распространились по всему миру
- Основной модель “value at risk” (VaR)
- VaR – Максимальная величина потерь  $L$  на заданном временном горизонте с определенным доверительным уровнем  $c$
- Данная мера позволяет быстро сравнивать и агрегировать риски разных инструментов и подразделений

$$prob(L > VaR) = 1 - c$$

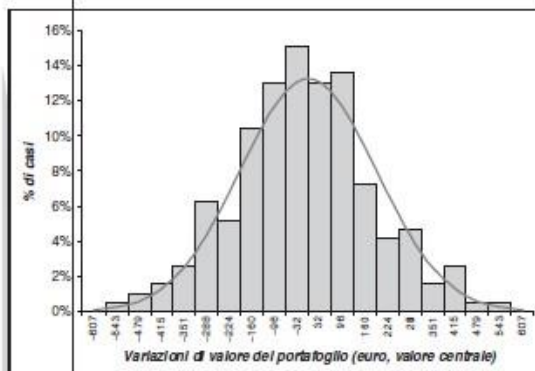
# Идеология VaR моделей



## 1. Risk factors:

Must be defined and their distribution must be represented.

E.g. Theoretical (eg. normal), Empirical (historical) or limited to a set of stress scenarios



## 2. Portfolio:

### 2.1 Map to factors

E.g. Linear approximation, Delta/gamma, full valuation

### 2.2 Mark to market

E.g. Montecarlo simulation, Parametric approach (delta/normal), Historical simulation

## 3. Risk measures:

### 3.1 Definition

E.g. Standard deviation, Value at Risk, Expected Shortfall

### 3.2 Decomposition

E.g. Marginal VaR, Incremental VaR



# Причины популярности ковариационно-корреляционного подхода

- Простота
- Историческая первоисходность
- Базовый подход в методологии *RiskMetrics*, лежащей в основе многих программных продуктов

## Недостатки

- Неадекватность гипотез о распределении факторов риска
- Низкая точность линейной зависимости стоимости инструментов от факторов риска

# Простейший пример

Date	$R_t$ $\ln(P_t/P_{t-1})$	Date	$R_t$ $\ln(P_t/P_{t-1})$	Date	$R_t$ $\ln(P_t/P_{t-1})$	Date	$R_t$ $\ln(P_t/P_{t-1})$
1-Jun-98	0.01 %	6-Jul-98	0.47 %	10-Aug-98	-0.58 %	14-Sep-98	2.03 %
2-Jun-98	0.21 %	7-Jul-98	-0.23 %	11-Aug-98	-1.32 %	15-Sep-98	0.77 %
3-Jun-98	-0.96 %	8-Jul-98	1.01 %	12-Aug-98	1.42 %	16-Sep-98	0.75 %
4-Jun-98	1.11 %	9-Jul-98	-0.67 %	13-Aug-98	-0.86 %	17-Sep-98	-2.58 %
5-Jun-98	1.72 %	10-Jul-98	0.50 %	14-Aug-98	-1.14 %	18-Sep-98	0.12 %
8-Jun-98	0.17 %	13-Jul-98	0.07 %	17-Aug-98	1.95 %	21-Sep-98	0.37 %
9-Jun-98	0.24 %	14-Jul-98	1.06 %	18-Aug-98	1.60 %	22-Sep-98	0.56 %
10-Jun-98	-0.55 %	15-Jul-98	-0.24 %	19-Aug-98	-0.29 %	23-Sep-98	3.48 %
11-Jun-98	-1.60 %	16-Jul-98	0.78 %	20-Aug-98	-0.59 %	24-Sep-98	-2.22 %
12-Jun-98	0.39 %	17-Jul-98	0.23 %	21-Aug-98	-0.95 %	25-Sep-98	0.19 %
15-Jun-98	-2.01 %	20-Jul-98	-0.22 %	24-Aug-98	0.64 %	28-Sep-98	0.38 %
16-Jun-98	0.98 %	21-Jul-98	-1.62 %	25-Aug-98	0.43 %	29-Sep-98	0.03 %
17-Jun-98	1.78 %	22-Jul-98	-0.09 %	26-Aug-98	-0.80 %	30-Sep-98	-3.10 %
18-Jun-98	-0.07 %	23-Jul-98	-2.11 %	27-Aug-98	-3.91 %	1-ott-98	-3.06 %
19-Jun-98	-0.52 %	24-Jul-98	0.09 %	28-Aug-98	-1.49 %	2-ott-98	1.63 %
22-Jun-98	0.24 %	27-Jul-98	0.57 %	31-Aug-98	-7.04 %	5-ott-98	-1.41 %
23-Jun-98	1.46 %	28-Jul-98	-1.50 %	1-Sep-98	3.79 %	6-ott-98	-0.40 %
24-Jun-98	1.19 %	29-Jul-98	-0.45 %	2-Sep-98	-0.38 %	7-ott-98	-1.42 %
25-Jun-98	-0.32 %	30-Jul-98	1.56 %	3-Sep-98	-0.83 %	8-ott-98	-1.16 %
26-Jun-98	0.35 %	31-Jul-98	-1.97 %	4-Sep-98	-0.86 %	9-ott-98	2.57 %
29-Jun-98	0.47 %	3-Aug-98	-0.74 %	7-Sep-98	2.51 %	12-ott-98	1.34 %
30-Jun-98	-0.41 %	4-Aug-98	-3.69 %	8-Sep-98	2.45 %	13-ott-98	-0.29 %
1-Jul-98	1.29 %	5-Aug-98	0.86 %	9-Sep-98	-1.70 %	14-ott-98	1.07 %
2-Jul-98	-0.19 %	6-Aug-98	0.76 %	10-Sep-98	-2.62 %	15-ott-98	4.09 %
3-Jul-98	0.47 %	7-Aug-98	-0.02 %	11-Sep-98	2.90 %	16-ott-98	0.85 %

$$R_t = \ln \left( \frac{S_t}{S_{t-1}} \right) \approx \frac{\Delta S_t}{S_{t-1}}$$

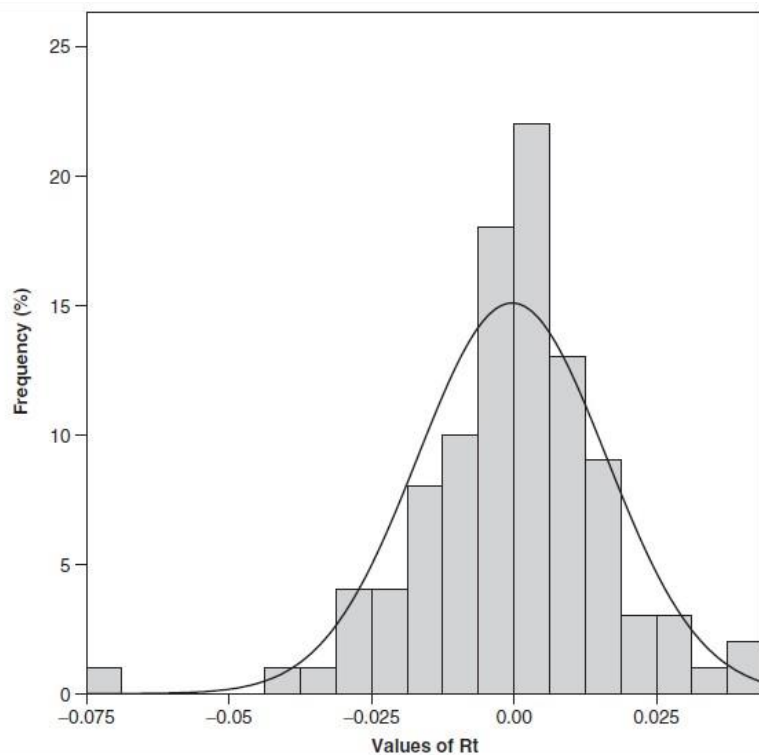
Логарифмическая дневная  
доходность фондового  
индекса



Mean	-0.03 %
Standard deviation	1.65 %
Skewness	-0.69
Kurtosis	2.87
Number of days on which $ASS(R_t) > Std. Dev.$	23
Number of days on which $R_t < -(Std. Dev..)$	12
Max	4.09 %
Min	-7.04 %

Ассиметрия

Экссесс



- 23 раза доходность превышала стандартное отклонение (опасно для короткой позиции)
- 12 раз доходность была меньше чем минус стандартное отклонение (опасно для длинной позиции)
- 31 августа 1998г убытки в 4 раза превысили стандартное отклонение
- Распределение похоже на нормальное
- Исходные цены имеют логнормальное распределение

# Нормальное распределение

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} e^{-\left(\frac{x-\mu}{2\sigma}\right)^2}$$

Среднее

Ст. отклонение

$$F(u; \mu, \sigma) \equiv \int_{-\infty}^u f(x) dx = \int_{-\infty}^u \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} e^{-\left(\frac{x-\mu}{2\sigma}\right)^2} dx$$

Функция  
распределения

$$F(u; \mu, \sigma) = F\left(\frac{u-\mu}{\sigma}; 0, 1\right) = F * \left(\frac{u-\mu}{\sigma}\right) = F * (\alpha)$$

$$\alpha = \frac{u-\mu}{\sigma}$$

Функция стандартного нормального  
распределения

Probability Level	$\alpha = \frac{x - \mu}{\sigma}$
99.99 %	3.719
99.98 %	3.500
99.97 %	3.432
99.87 %	3.000
99.90 %	3.090
99.50 %	2.576
99.38 %	2.500
99.00 %	2.326
98.00 %	2.054
97.72 %	2.000
97.50 %	1.960
97.00 %	1.881
96.00 %	1.751
95.00 %	1.645
93.32 %	1.500
84.13 %	1.000

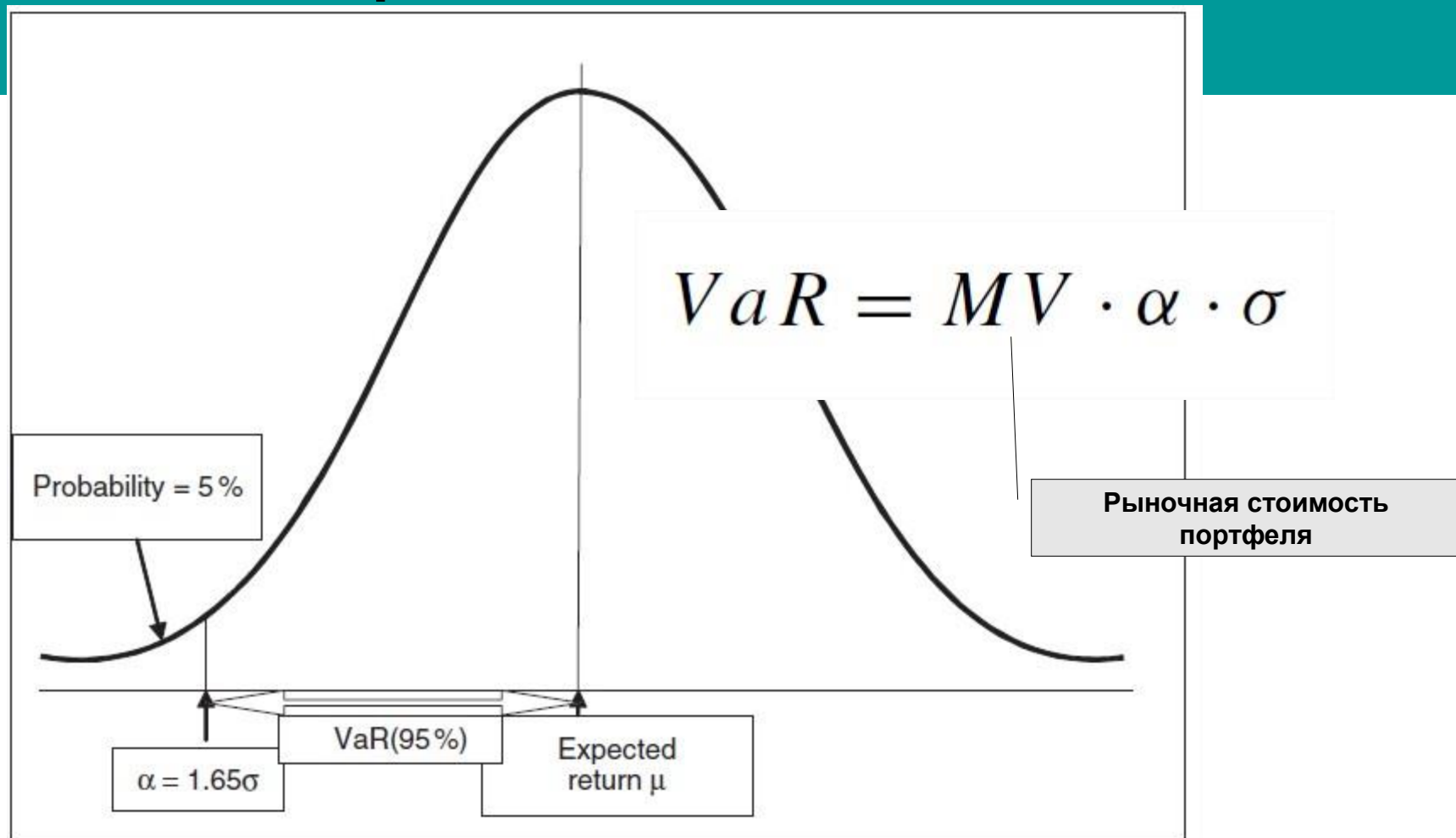
- Функция распределения нормального закона определяется всего одним параметром  $\alpha$

$$u = \mu + \alpha \cdot \sigma$$

Квантиль  
распределения

- При длинной позиции обычно обращают внимание на точность аппроксимации левого хвоста распределения
- Для увеличения точности оценок могут использовать разные значения оценок  $\mu$  и  $\sigma$  для длинных и коротких позиций
- Часто предполагают, что  $\mu=0$  (короткий временной горизонт, риски выше чем ожидаемая доходность)
- $u = \alpha \cdot \sigma$

# Нормальный VaR



- Для оценки VaR необходимо:
- Рыночная стоимость портфеля ( $MV$ )
- Волатильность ( $\sigma$ )
- Доверительный уровень ( $\alpha = 2$  для доверительного уровня 97.7%)

# Выбор доверительного уровня по кредитному рейтингу

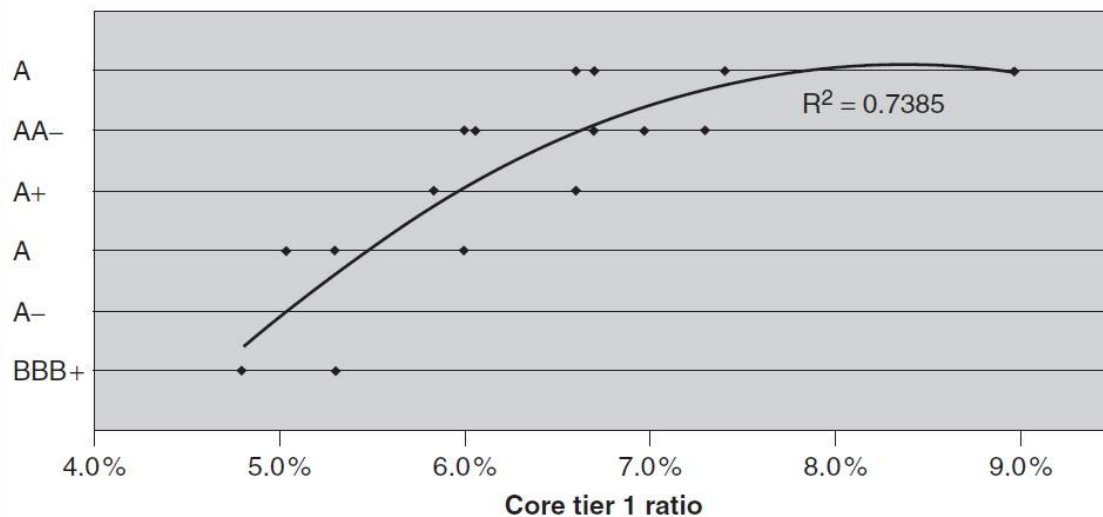
<i>Moody's Rating Class</i>	<i>1-Year Probability of Insolvency</i>	<i>Confidence Level</i>
<i>Aaa</i>	0.001 %	99.999 %
<i>Aa1</i>	0.01 %	99.99 %
<i>Aa2</i>	0.02 %	99.98 %
<i>Aa3</i>	0.03 %	99.97 %
<i>A1</i>	0.05 %	99.95 %
<i>A2</i>	0.06 %	99.94 %
<i>A3</i>	0.09 %	99.91 %
<i>Baa1</i>	0.13 %	99.87 %
<i>Baa2</i>	0.16 %	99.84 %
<i>Baa3</i>	0.70 %	99.30 %
<i>Ba1</i>	1.25 %	98.75 %
<i>Ba2</i>	1.79 %	98.21 %
<i>Ba3</i>	3.96 %	96.04 %
<i>B1</i>	6.14 %	93.86 %
<i>B2</i>	8.31 %	91.69 %
<i>B3</i>	15.08 %	84.92 %

- Доверительный уровень напрямую связан со склонностью к риску инвестора
- Чем выше доверительный уровень, тем меньше склонность к риску
- Качество активов определяет кредитный рейтинг банка
- Акционеры банка как правило являются его основными кредиторами
- (1-Вероятность дефолта) = доверительный уровень VaR модели

# Выбор доверительного уровня на основе достаточности капитала 1-го уровня

Large European Banking Groups

	Tier 1 Ratio	S&P Rating
UBS	9.00 %	AA
Lloyds TSB	7.40 %	AA
Abbey National	6.70 %	AA
Société Generale	6.60 %	AA
Deutsche Bank	7.30 %	AA-
BNP Paribas	7.00 %	AA-
Unicredito	6.10 %	AA-
BBVA	6.00 %	AA-
San Paolo IMI	6.60 %	A+
Credit Suisse Group	5.80 %	A+
Credit Lyonnais	6.00 %	A
Commerzbank	6.00 %	A
Banca Intesa	5.30 %	A
Monte dei Paschi	5.00 %	A
Santander	5.00 %	A
Capitalia (*)	5.30 %	BBB+
BNL	4.80 %	BBB+



- Капитал банка должен покрывать риски
- Акционеры могут влиять на величину достаточности капитала
- Существует связь между кредитными рейтингами и достаточностью капитала 1-го уровня

# Выбор временного горизонта

Чем больше временной горизонт, тем больше VaR

## Три фактора:

- Ликвидность финансовых инструментов (на выбранном временном горизонте должна существовать возможность закрыть позицию)
- Размер открываемых позиций (чем больше размер позиции, тем больше времени требуется на ее закрытие)
- Индивидуальные предпочтения относительно срока открываемых позиций (чем больше срок инвестирования, тем больше временной горизонт для модели VaR)

# Модель VaR для больших временных горизонтов

- Выбор большого горизонта затрудняет поиск исходных данных для оценки волатильности
- Приходится использовать предположение о связи волатильностей на большом и малом временном горизонтах
- Базельский комитет рекомендует использовать данный подход для расчета VaR на горизонте 10ти рабочих дней (2 недели).
- Если дневные доходности  $R_t$  независимые случайные величины имеют одинаковые математические ожидания и дисперсии, то

Доходность на горизонте T

$$R_T = \sum_{t=1}^T R_t$$

Волатильность на горизонте T

$$\sigma_T = \sigma_D \sqrt{T}$$

$$T \cdot \bar{r}$$

Доходность на горизонте T



# Проблема автокорреляции

**Table 5.5** A Test of the Hypothesis of Serial Independence of Returns (1/1/1995–31/12/1996)

	Daily Volatility	Weekly Volatility	Monthly Volatility
		<i>MIB 30</i>	
ACTUAL	1.02 %	2.64 %	6.01 %
ESTIMATED	–	2.28 %	4.78 %
ERROR	–	0.37 %	1.24 %
		<i>S&amp;P 500</i>	
ACTUAL	0.63 %	1.40 %	2.40 %
ESTIMATED	–	1.40 %	2.94 %
ERROR	–	0.00 %	–0.54 %
		<i>CAC 40</i>	
ACTUAL	0.96 %	2.07 %	4.00 %
ESTIMATED	–	2.14 %	4.49 %
ERROR	–	–0.07 %	–0.50 %
		<i>Nikkei</i>	
ACTUAL	1.23 %	2.68 %	6.30 %
ESTIMATED	–	2.75 %	5.76 %
ERROR	–	–0.07 %	0.54 %
		<i>FTSE 100</i>	
ACTUAL	0.61 %	1.52 %	5.16 %
ESTIMATED	–	1.35 %	2.84 %
ERROR	–	0.16 %	2.31 %

- Гипотеза о независимости дневных доходностей часто нарушается
- В кризис обычно за падением следует дальнейшее падение

## Факторы автокорреляции:

- Колебание цен вокруг равновесной цены (отрицательная автокорреляция)
- Разрывы в торгах (положительная корреляция)
- Структурные особенности рынков (например, низкая ликвидность)

Расхождения могут быть разного знака

Месячная волатильность

$$\sigma_T = \sigma_D \sqrt{22}$$

# Чувствительность стоимости позиции к рыночному фактору

Кoeff чувствительности к рыночному фактору

$$VaR = MV \cdot \delta \cdot \alpha \cdot \sigma$$

- Если стоимость единицы позиции не эквивалентна стоимости рыночного фактора, то необходимо использовать коэффициенты чувствительности (предполагается линейная зависимость)

## Пример

- Позиция - T-bonds, номиналом 1 млн евро
- Текущая цена 105
- Доверительный уровень 99% ( $\alpha = 2.326$ )
- Стандартное отклонение дневной доходности T-bonds 0,15%
- Дюрация 7 лет

$$\Delta MV \cong -MV \cdot MD \cdot \Delta r$$

$$VaR = MV \cdot MD \cdot \alpha \cdot \sigma$$

$$VaR = 1,050,000 \cdot 7 \cdot 0.15\% \cdot 2.326 = 25,644.15$$

Получили количественную оценку потенциальных потерь, а не просто коэффициент чувствительности к фактору риска

# VaR портфеля

- Оценка VaR портфеля требует учета корреляций между рыночными факторами
- Предположим, что каждая  $i$ -ая позиция связана с  $i$ -ым рыночным фактором

Лог доходность

Рыночный фактор (приращение логарифмов значений на заданном временном горизонте)

$$\Delta MV \%_i = \delta_i \cdot R_i,$$

Коэффициент чувствительности

В предположении линейной аппроксимации

$$\sigma_{\Delta MV_i} = \delta_i \sigma_i$$

Корреляция =1

$$\sigma_{\Delta MV_i}^2 = \delta_i^2 \sigma_i^2$$

$$\sigma_{\Delta MV_i}^2 = \sigma_{\Delta MV_i, \Delta MV_i}^2 = \rho_{i,i} \delta_i^2 \sigma_i^2$$

Ковариация

$$\sigma_{\Delta MV_i, \Delta MV_j}^2 = \rho_{i,j} \sigma_{\Delta MV_i} \sigma_{\Delta MV_j}$$

$$\sigma_{\Delta MV_i, \Delta MV_j}^2 = \rho_{i,j} \delta_i \sigma_i \delta_j \sigma_j$$

Изменение стоимости  
портфеля

$$\Delta MV_P = \sum_{i=1}^N MV_i \cdot \Delta MV_i$$

Изменение i-ой позиции в  
портфеле (%)

Размер i-ой позиции в  
портфеле

$$\sigma_{\Delta MV_P}^2 = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N MV_i \cdot MV_j \cdot \sigma_{\Delta MV_i, \Delta MV_j}^2$$

$$\sigma_{\Delta MV_P}^2 = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N MV_i MV_j \rho_{i,j} \delta_i \sigma_i \delta_j \sigma_j$$

$$\sigma_{\Delta MV_P} = \sqrt{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N MV_i MV_j \rho_{i,j} \delta_i \sigma_i \delta_j \sigma_j}$$

VaR портфеля

$$VaR_P = \alpha \cdot \sigma_{\Delta MV_P}$$

Используется то, что сумма нормальных сл  
вел тоже норм сл величина

$$VaR_P = \alpha \cdot \sigma_{\Delta MV_P} = \sqrt{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \alpha^2 MV_i MV_j \rho_{i,j} \delta_i \sigma_i \delta_j \sigma_j} =$$

$$= \sqrt{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N (MV_i \delta_i \alpha \sigma_i)(MV_j \delta_j \alpha \sigma_j) \rho_{i,j}} = \sqrt{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N VaR_i VaR_j \rho_{i,j}}$$

Если все корреляции =1

$$VaR_P = \sqrt{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N VaR_i VaR_j \cdot 1} = \sum_{i=1}^N VaR_i$$

Если корреляции <=1

$$VaR_P \leq \sum_{i=1}^N VaR_i$$

Принцип диверсификации

# Матричная запись портфельного VaR

$$\mathbf{v} = \begin{bmatrix} VaR_1 \\ VaR_2 \\ \dots \\ VaR_N \end{bmatrix}$$

Вектор VaR отдельных позиций

$$\mathbf{C} = \begin{bmatrix} 1 & \rho_{1,2} & \dots & \rho_{1,N} \\ \rho_{2,1} & 1 & \dots & \rho_{2,N} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \rho_{N,1} & \dots & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

Матрица корреляций между рыночными факторами соответствующий позиций

$$VaR_P = \sqrt{\mathbf{v}' \cdot \mathbf{C} \cdot \mathbf{v}}$$

Транспонированный вектор

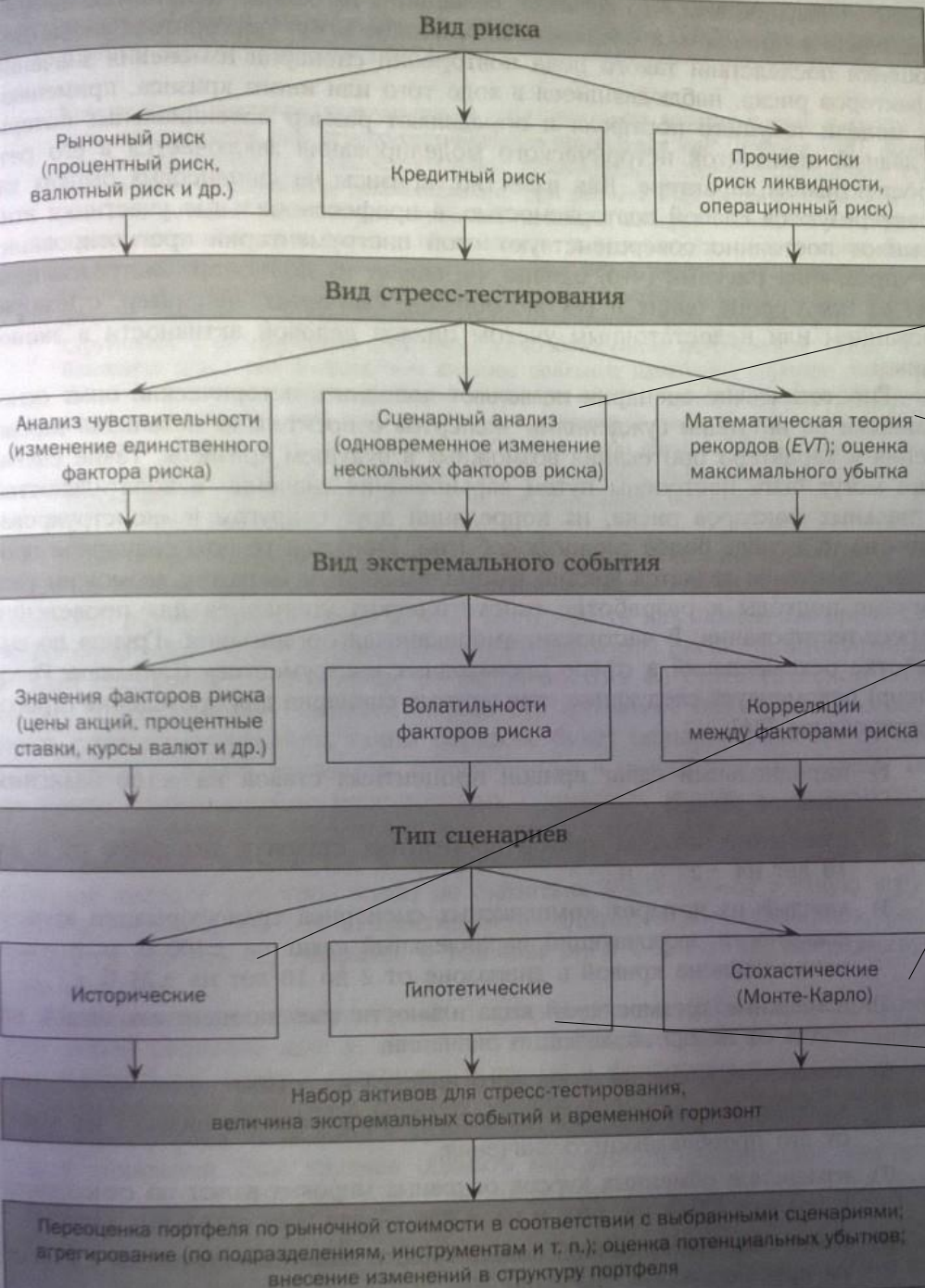
# Стресс-тестирование

# Стресс-тестирование – это простой ответ а простой вопрос

- В отличие от VaR моделей мы анализируем экстремальные, а не стандартные потери
- Экстремальные потери важнее стандартных
- Статистические модели слабо применимы
- Ответ на вопрос «Сколько может быть потеряно?», а не на «Сколько, вероятно, может быть потеряно?»
- Часто стресс-сценарии привязываются к макроэкономическим факторам



# Алгоритм стресс-тестирования



**Выбор факторов риска. Одновременно может проверяться устойчивость к нескольким категориям риска**

**Ищутся сценарии, приводящие к максимальным убыткам**

**Изучаются распределения порядковых статистик (например, max или min вариационного ряда)  
Основная проблема – сложность верификации**

**Реальные сценарии, но сценарии кризисов редко повторяются**

**Если гипотетический сценарий предполагает использование нескольких факторов риска, то их значения могут выбираться методом Монте-Карло  
Выбор сценариев основывается на использовании функции правдоподобия**

**Использование экспертного подхода. Например, на основе методов анализа иерархий (Т. Саати)**

## 5 шагов стресс-тестирования

1. Определение портфеля активов, подлежащих стресс-тестированию
- 2. Определение временного горизонта стресса** (в зависимости от ликвидности финансовых инструментов – обычно 1-2 месяца )
3. Формулировка сценариев
4. Расчет потерь при реализации сценариев
5. Анализ результатов и выработка профилактических мероприятий

# ЦБ РФ формулирует основные стресс-сценарии

ПИСЬМО N 193-Т  
от 29 декабря 2012 г.

В частности, предлагается рассматривать сценарии, предполагающие существенное замедление российской экономики, значительное снижение цены на нефть и другие статьи российского экспорта, рост процентных ставок и падение фондовых индексов. В качестве примера могут быть использованы следующие сценарные параметры с временным горизонтом стресса в **один год**:

- темп прироста ВВП - от 0 до -1,5 процента;
- снижение фондовых индексов - 30 - 50 процентов;
- рост процентных ставок по государственным ценным бумагам (параллельный сдвиг кривой доходности) - 200 - 350 базисных пунктов;
- рост процентных ставок по корпоративным ценным бумагам (параллельный сдвиг кривой доходности) - 500 - 1000 базисных пунктов;
- темп прироста стоимости бивалютной корзины - 20 - 30 процентов.

## Основные вопросы:

1. Насколько эти сценарии реалистичны?
2. Как часто они реализуются?
3. Каковы потери банков в случае реализации стресс-сценариев?

# Добавим в сценарии четкость

## Умеренный сценарий

- снижение фондовых индексов – 30%;
- рост процентных ставок по государственным ценным бумагам (параллельный сдвиг кривой доходности) - 200 базисных пунктов;
- рост процентных ставок по корпоративным ценным бумагам (параллельный сдвиг кривой доходности) - 500 базисных пунктов;
- темп прироста стоимости бивалютной корзины - 20 %.

## Консервативный сценарий

- снижение фондовых индексов – 50%;
- рост процентных ставок по государственным ценным бумагам (параллельный сдвиг кривой доходности) - 350 базисных пунктов;
- рост процентных ставок по корпоративным ценным бумагам (параллельный сдвиг кривой доходности) - 1000 базисных пунктов;
- темп прироста стоимости бивалютной корзины - 30 %.

# Госбумаги сопоставимы по процентному риску с корпоративными облигациями

## Обесценение портфелей облигаций

	Корпоративные облигации	Евробонды	Гособлигации
Модифицированная дюрация	0.99	3.07	3.66
<b>Умеренный сценарий</b>	<b>4.9%</b>	<b>-4.7%</b>	<b>7.3%</b>
процентный риск		15.3%	
валютный риск		-20.0%	
<b>Консервативный сценарий</b>	<b>9.9%</b>	<b>0.7%</b>	<b>12.8%</b>
процентный риск		30.7%	
валютный риск		-30.0%	

1. Гособлигации за счет высокой дюрации самый высокорискованный инструмент в портфелях банков
2. Евробонды за счет хеджирования валютным риском в кризисных сценариях могут показать положительную переоценку
3. Обесценение российских корпоративных облигаций примерно равно изменению ставок



Оценка рыночных рисков банков на базе  
информационной системы ЭФИР.  
EFIR Risk Add-In

[WWW.IDEAL](http://WWW.IDEAL)

Если размер вашего торгового портфеля  
**> 54 млн руб,**  
то приобретение EFIR Risk Add-In будет  
**рентабельным!**

## Алексей БУЗДАЛИН

Заместитель генерального директора | Интерфакс ЦЭА|  
Россия, 127006, Москва, 1-я Тверская-Ямская, д. 2 |

Тел.: (+7 495) 647 88 50, (+7 499) 250 38 69, 250 92 81 (доб. 4064)

Моб.: (+7 985) 991 22 38

Факс: (+7 499) 256 25 20

E-mail: [Buzdalin@interfax.ru](mailto:Buzdalin@interfax.ru)

