

Оценка рыночного риска и концепция Value-at-Risk в российских условиях

*Олег Самохвалов
Начальник Казначейства
Автобанк, Москва
email: sam@avtobank.ru
т. (095) 723 7627*



Структура семинара

- ❶ Система управления рисками
- ❷ Оценка рыночного риска и показатель VaR
- ❸ Методы оценки рыночного риска
- ❹ Специфика российских рынков
- ❺ Возможные подходы к расчету VaR в российских условиях

Рыночный риск

- *Финансовый риск* – неопределенность результатов инвестиционной или торговой деятельности, возможность потерь
- *Рыночный риск* – неопределенность будущих изменений рыночных факторов
- *Систематическая природа* рыночного риска

Зачем банку риск-менеджмент?

- Повышение финансовой устойчивости
- Совершенствование механизмов управления



*Система управления
рисками*



Задачи управления рисками

- Выявление источников риска
- **Оценка риска**
- Мониторинг и контроль риска
- Управление риском

VaR: сумма потенциальных потерь

- *СПП*: величина максимально возможных убытков портфеля финансовых инструментов, рассчитанная для заданного доверительного интервала и временного периода

$$\Pr[\Delta V(\Delta P, \Delta t) < VaR] = q\%$$

- *СПП*:
 - оценка риска
 - способ рассуждения о риске

Оценка риска в системе управления банком

Стратегическое
планирование
и контроль

Управление активами
и пассивами

Соответствие
требованиям надзорных
органов

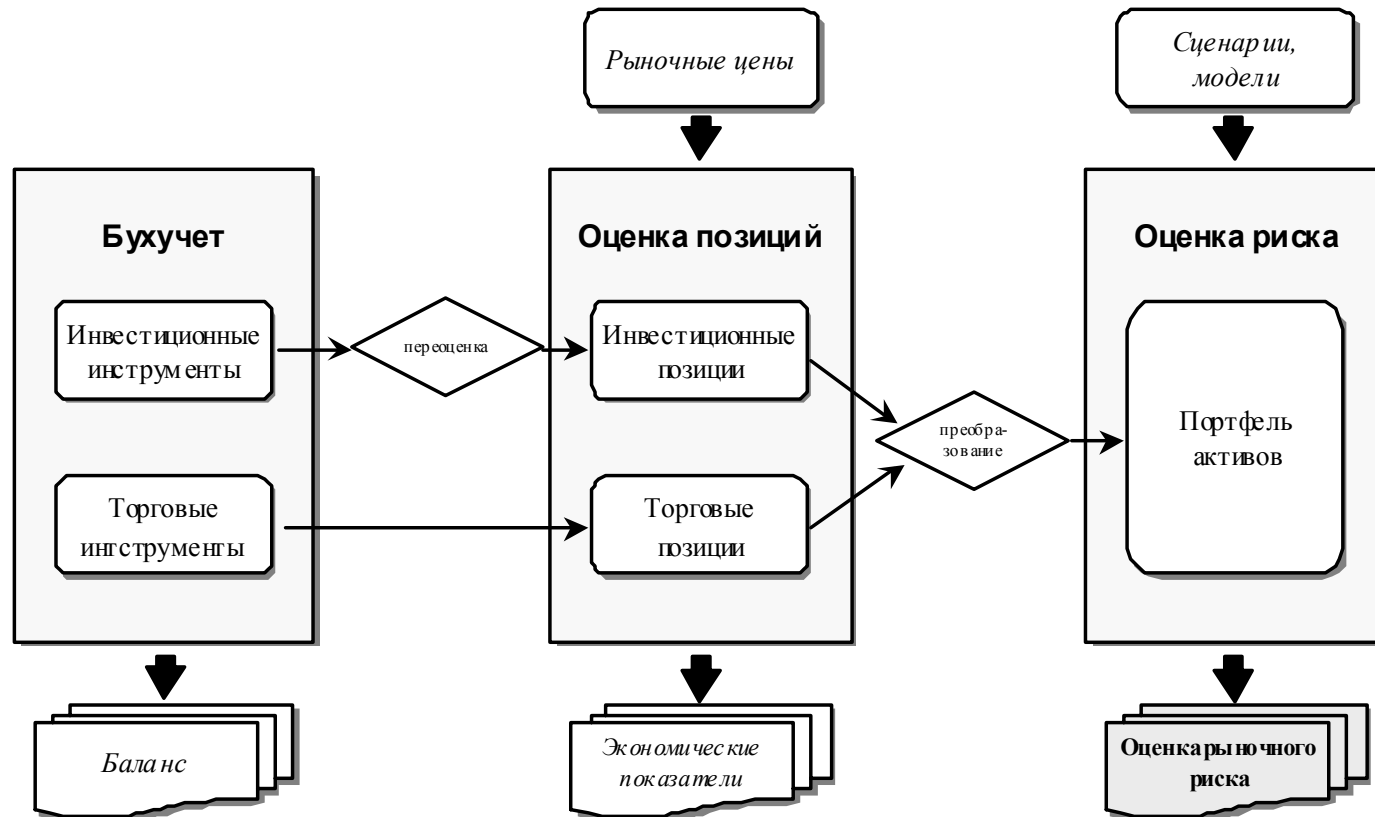
Инвестиционные и
торговые операции

- **Стратегический уровень**
 - стратегия управления рисками
 - консолидация факторов риска
 - оценка достаточности капитала
 - оценка эффективности операций
 - глобальное управление ресурсами
 - оценка риска новых продуктов и рынков
 - контроль достаточности резервов
- **Операционный уровень**
 - оценка и контроль риска позиций
 - ограничение риска, установка лимитов
 - хеджирование позиций

Оценка риска

Общая схема процесса оценки рыночного риска

Источник: RiskMetrics (r)



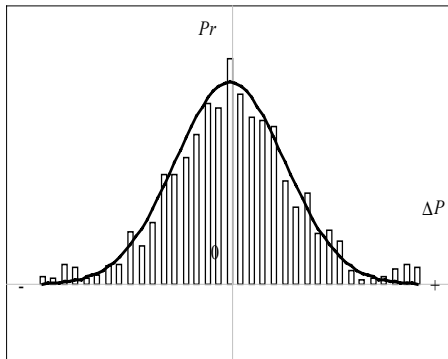
Оценка риска

Методы оценки рыночного риска - I

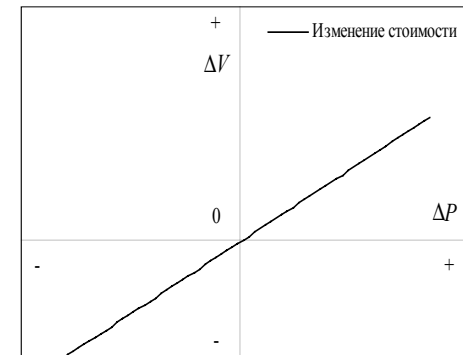
- Имитационные
- Регулятивные
- Вероятностно-статистические

Общая схема расчета VaR

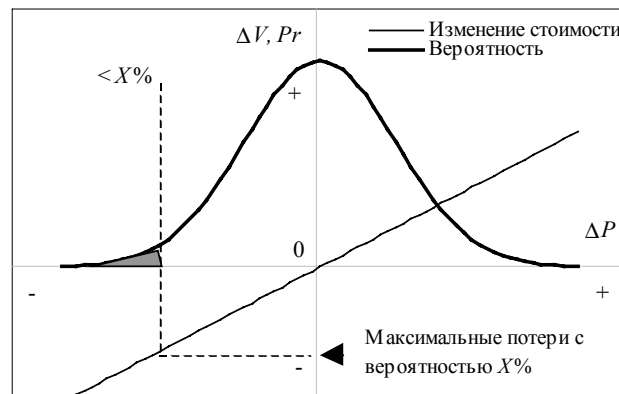
1. Модель эволюции цен



2. Чувствительность портфеля



3. Расчет VaR



Методы - I

Имитационные методы

- Историческое моделирование (*historical simulation*)
 - моделирование изменения стоимости текущего портфеля в течение нескольких предшествующих лет
 - поведение рынков в будущем не будет (существенно) отличаться от их поведения в ретроспективный период
 - *Достоинства*: нет модельного риска
 - *Недостатки*: структурная неустойчивость

Регулятивные методы

- Базельский Комитет: *Amendment to the Capital Accord to Incorporate Market Risks (1996-1997)*
 - Метод оценки рыночного риска
 - Требование к достаточности капитала
 - Стандарты разработки и использования собственных моделей оценки риска кредитных организаций

Регулятивные методы: Базельский Комитет

- **Оценка риска: стандартный подход**
 - процентный и фондовый риск по торговым позициям, валютный и товарный риск по всем позициям
 - Специальный и общий риск
 - Оценка поведения портфеля самой неоптимальной структуры в наиболее неблагоприятных условиях (западных) рынков
 - *Достоинства*: простота
 - *Недостатки*: произвольность и статичность параметров

Регулятивные методы: Базельский Комитет

- **Требования к собственным моделям банков**
 - качественные стандарты
 - учет отдельных факторов риска
 - количественные стандарты
 - stress-testing
 - утверждение местными надзорными органами
- *Банк России: Положение о порядке расчета размера рыночных рисков (№89-П от 24.09.1999)*

Вероятностные методы

- Построение вероятностных моделей эволюции цен
- Нормальная модель: $r \sim N(0, \sigma)$
$$VaR_{t+\Delta t} = V_t u_q \sigma \sqrt{\Delta t}$$
 - *Достоинства*: простота
 - *Недостатки*: не учитывает свойств финансовых рынков (тяжелые хвосты, кластерность)
 - *Альтернативы*: условные и безусловные модели

Безусловные вероятностные модели

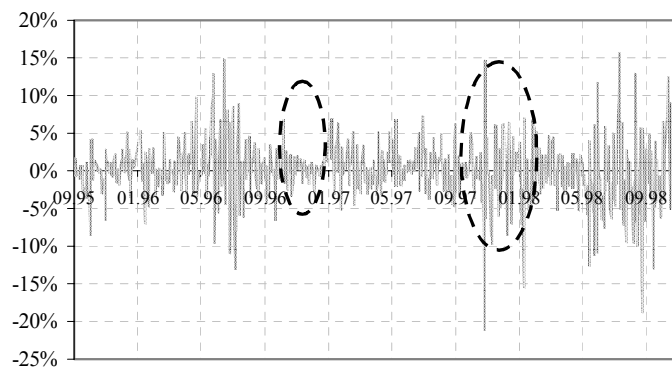
- Безгранично делимые и устойчивые распределения
- Нормальная модель
- Паретовские распределения
 - *Достоинства*: сохранение характера процесса
 - *Недостатки*: несколько явных форм, слишком тяжелые хвосты
- Развитие - теория экстремальных значений

Условные вероятностные модели

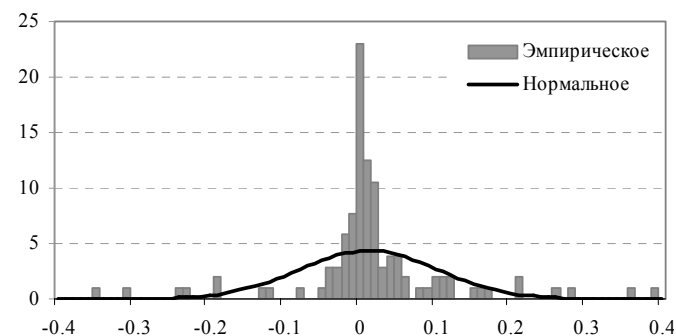
- Условно-нормальные модели
- *RiskMetrics*:
$$r_t \sim N(0, \sigma_t)$$
$$\sigma_t^2 = \alpha \sigma_{t-1}^2 + (1 - \alpha) r_{t-1}^2$$
$$VaR_{t+\Delta t} = V_t u_q \sqrt{w \Sigma w^T} \sqrt{\Delta t}$$
- Методы адаптивного прогнозирования:
сглаживание, модели условной неоднородности
- *Достоинства*: простота, позволяют описать некоторые свойства финансовых рынков
- *Недостатки*: модельный риск

Особенности российских рынков

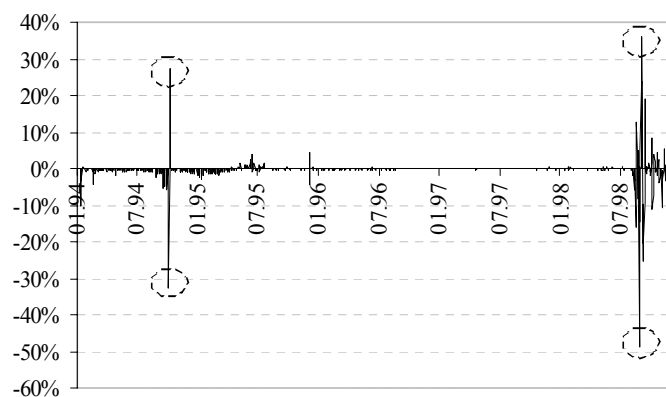
Кластерность волатильности (индекс РТС, 95-99)



Тяжелые хвосты распределений (курс рубля, 98-99)



Кризисные изменения курса рубля (1994-1999)



Особенности российских рынков

- Значительные ценовые колебания
- Кризисные явления
- Изменения режимов функционирования рынка

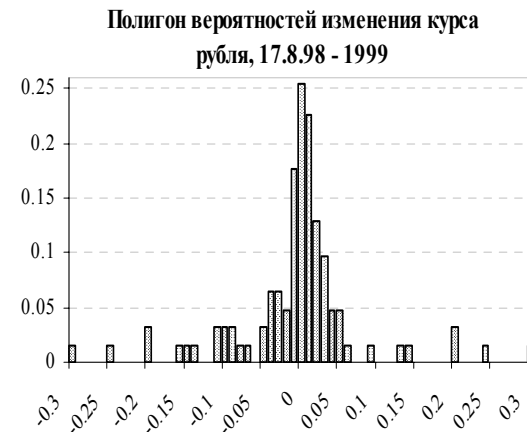
Регулируемый рынок



Нормальный рынок



Нестабильный рынок



Тестирование некоторых методов

- Биномиальный критерий:
 - ожидаемая частота ошибок модели q
 - фактическая частота ошибок модели $q^* = x / T$
 - модель корректна, если $q^* < q$ (ошибка первого рода $\alpha_0 < \varepsilon$)
- Результаты тестирования некоторых методов: q^* , α_0

Метод	Ожидаемая частота ошибок, q	Курс рубля (1.94-1.99)		Курс рубля (17.8.98-1.99)		Индекс РТС (1995-1999)		ГКО 3м (1.96-8.98)	
		q^*	(α_0)	q^*	(α_0)	q^*	(α_0)	q^*	(α_0)
Регулятивный метод	1%	0.9%	(69.6%)	13.6%	(0.0%)	0.3%	(99.7%)	21.4%	(0.0%)
Гауссовская модель	5%	2.8%	(100%)	21.4%	(0.0%)	6.7%	(1.9%)	7.2%	(4.2%)
RiskMetrics	5%	10.1%	(0.0%)	8.7%	(7.3%)	5.8%	(15.9%)	7.8%	(1.5%)
GARCH	5%	4.8%	(67.7%)	14.5%	(0.0%)	5.2%	(41.9%)	4.9%	(55.9%)
Историческое моделирование	5%	3.8%	(99.2%)	37.9%	(0.0%)	7.6%	(0.1%)	7.0%	(6.7%)

Методы оценки рыночного риска - II

- Эконометрические модели и анализ сценариев (*CorporateMetrics (r)*)
- Теория экстремальных значений (*EVT*)
- Сложные вероятностные модели
 - смешанные модели
 - estimating functions theory

Extreme Value theory

- Оценка экстремальных квантилей
- Моделирование хвостов распределений отдельно от остальной выборки
- *Pot*-модели: параметрические и полупараметрические методы (GEV, HS, Hill)
- *Достоинства*: анализ экстремальных изменений цен
- *Недостатки*: сложность оценки параметров, невозможность распространения на многомерный случай (портфель)

Монте Карло

- *Формирование модели процесса* - определение вида модели ценовой динамики и значений параметров
- *Генерирование сценариев* – на модели генерируется множество сценариев состояния процесса
- *Оценка риска* - нахождение квантили требуемого уровня значимости полученного распределения прироста портфеля
- *Достоинства*: позволяет оценивать риск нелинейных позиций и использовать сложные модели цен
- *Недостатки*: модельный риск, вычислительные сложности

Смешанная модель эволюции цен

- Регулярные и экстремальные (кризисные) ценовые колебания
- Р. Мертон: “диффузия со скачками”

$$r_t = \ln(P_t / P_{t-1}) = \xi_t + \xi_t^e$$

Смешанная модель эволюции цен

- *Регулярные ценовые колебания: модель условной неоднородности EGARCH(1,1)*
 - кластерность волатильности, автокорреляция волатильности высших порядков, тяжелые хвосты

$$\xi_t = \mu + \sigma_t \varepsilon_t$$

$$\ln \sigma_t^2 = \alpha + \beta \ln \sigma_{t-1}^2 + \varphi \left| \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} \right| + \delta \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}}$$

- *Экстремальные колебания: пуассоновский процесс*
 - “слишком тяжелые хвосты”

$$\xi_t^e = \sum_{k=1}^{n_t} J_k$$

$$J_k \sim N(\theta, \gamma^2), \quad n_t \sim P(\lambda)$$

Смешанная модель эволюции цен

- *Общая модель*

$$r_t = \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right) = \mu + \sigma_t \varepsilon_t + \sum_{k=1}^{n_t} J_k$$

$$\ln \sigma_t^2 = \alpha + \beta \ln \sigma_{t-1}^2 + \varphi \left| \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} \right| + \delta \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}}$$

$$\varepsilon_t | F_{t-1} \sim N(0,1)$$

$$J_k | F_{t-1} \sim N(\theta, \gamma^2)$$

$$n_t | F_{t-1} \sim P(\lambda)$$

$$\lambda, \gamma > 0$$

Смешанная модель эволюции цен

- Упрощенная модель

- бернуллиевская аппроксимация пуассоновского процесса: возможность только одного скачка в течение одного периода

$$r_t = (1 - \eta_t) \xi_t + \eta_t (\xi_t + J_t)$$

$$\ln \sigma_t^2 = \alpha + \beta \ln \sigma_{t-1}^2 + \varphi \left| \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} \right| + \delta \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}}$$

$$\Pr(\eta_t = 1) = p$$

$$\xi_t | \mathcal{F}_{t-1} \sim N(\mu, \sigma_t^2)$$

$$J_t \sim N(\theta, \gamma^2)$$

$$\gamma > 0, 0 \leq p \leq 1$$

Оценка риска

- Для случая одного актива

$$f(r_t | \mathcal{F}_{t-1}) = (1-p) \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_t} \exp\left(-\frac{(r_t - \mu)^2}{2\sigma_t^2}\right) + p \frac{1}{\sqrt{2\pi(\sigma_t^2 + \gamma^2)}} \exp\left(-\frac{(r_t - \mu - \theta)^2}{2(\sigma_t^2 + \gamma^2)}\right)$$

$$VaR_{t+1} = -V_t u_q$$

Оценка риска

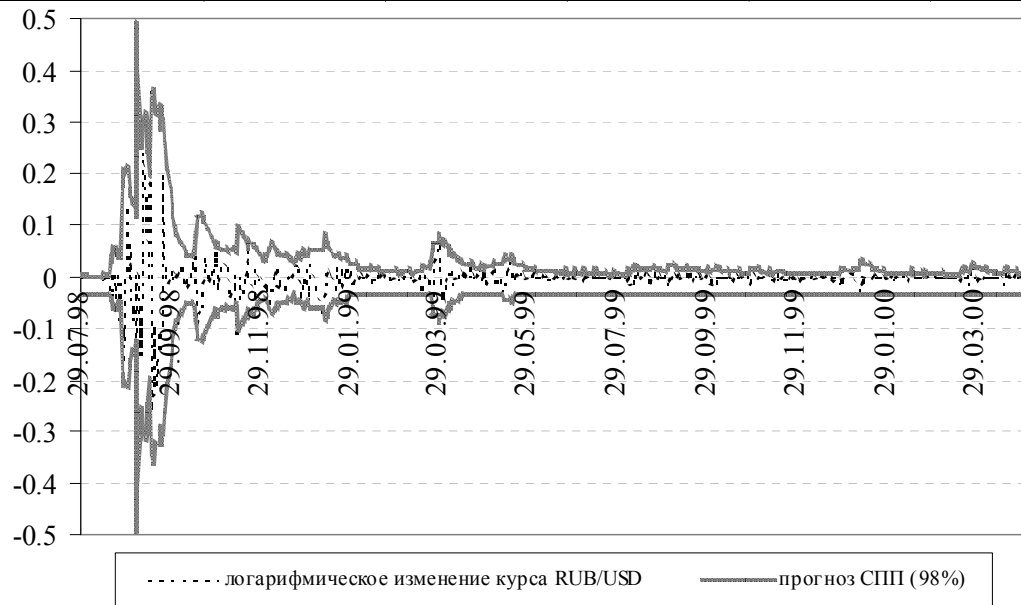
- Для портфеля из нескольких активов
 - модель чувствительности портфеля

$$i_t = \sum_{k=1}^N w_k r_{k,t} = \sum_{k=1}^N w_{k,t} \left[(1 - \eta_{k,t}) \xi_{k,t} + \eta_{k,t} (\xi_{k,t} + J_{k,t}) \right]$$

- моделирование возможных изменений стоимости портфеля: Монте-Карло

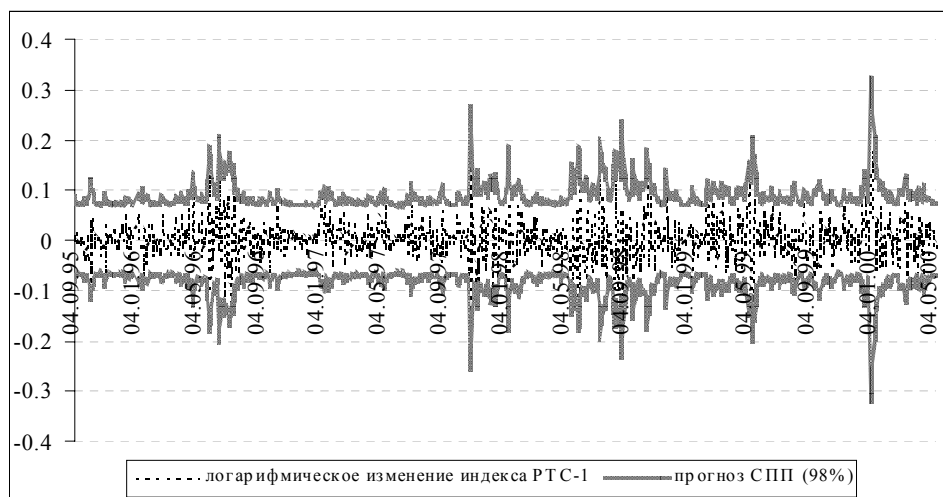
Тестирование метода: USD/RUB

Период	Уровень	Полная форма модели		Условно-нормальная форма		Гауссовско-пуассоновский процесс	
		q^*	α_0	q^*	α_0	q^*	α_0
6.1.1994 – 6.5.2000	98%	1.6%	97.2%	3.4%	0.4%	1.1%	100%
17.8.1998 – 6.5.2000	98%	2.1%	50.8%	3.7%	1.6%	4.5%	0.0%



Тестирование метода: РТС

Инструмент	Полная модель		Условно-нормальная форма		Гауссовско-пуассоновский процесс	
	95%	98%	95%	98%	95%	98%
<i>РТС-1</i>	4.5% (81.7%)	1.8% (71.4%)	5.0% (53.2%)	3.2% (0.5%)	4.2% (100%)	1.8% (71.2%)
“ЕЭС России”	5.5% (24.2%)	2.4% (19.9%)	5.3% (33.2%)	3.3% (0.3%)	6.5% (1.7%)	3.1% (0.9%)
“Сургутнефтегаз”	4.7% (70.0%)	2.3% (26.1%)	9.3% (0.0%)	5.5% (0.0%)	4.5% (79.0%)	2.2% (33.1%)
“ЛУКОЙЛ”	8.1% (0.0%)	4.5% (0.0%)	8.1% (0.0%)	5.9% (0.0%)	7.9% (0.0%)	3.9% (0.0%)



Тестирование метода: другие инструменты

- ГКО/ОФЗ: “рыночный портфель”

Период	Уровень	Условно-нормальная форма	
		q^*	α_0
1996-1998	95%	5.7%	34.8%
	98%	2.2%	47.7%
1999-2000	95%	2.5%	97.8%
	98%	2.1%	50.3%

- XAG/USD

Уровень	Полная модель		Условно-нормальная форма	
	q^*	α_0	q^*	α_0
95%	4.8%	66.8%	6.9%	0.0%
98%	1.9%	59.4%	4.3%	0.0%

VaR: достоинства и недостатки

- Достоинства

- *консолидация информации*
- *сравнительный анализ*
- *элемент культуры риск-менеджмента*
- *процесс оценки риска столь же важен как и результат*

- Недостатки

- *модельный риск (допущения о чувствительности портфеля и свойствах рынков)*
- *не дает абсолютной оценки возможных убытков*
- *“VaR – прогноз непрогнозируемых событий”*

VaR: направления исследований

- Методы и модели оценки риска
- Методы тестирования моделей
- Методы исследования рынков
- Развитие информационных систем