

Моделирование срочной структуры процентных ставок на российском рынке

Постановка задачи

Оценка риска обесценивания стоимости портфеля
рублёвых облигаций на российском рынке:

- ❑ Регулярный риск
- ❑ Индивидуальный риск по инструменту (эмитенту)

Требования к оценке регулярного риска:

- ❖ Оценка временной структуры рынка.
- ❖ Выделение трендов в изменении стоимости портфеля облигаций
- ❖ Объяснение волатильности стоимости портфеля облигаций

Оценка временной структуры.

Выбор базы расчётов.

Выбор модели для оценки временной структуры рынка из критерия объяснения стоимости безрисковых ценных бумаг (ОФЗ)

Пример:

Портфель ОФЗ по данным 2008Q4

По портфелю $\sigma(MV) = 2.12$

Для G-curve: $\sigma(MV-PV) = 1.42$

MV – рыночная стоимость портфеля

PV – дисконтированная стоимость по модели кривой

Доля вариации = $1 - 1.42/2.12 \sim 30\%$

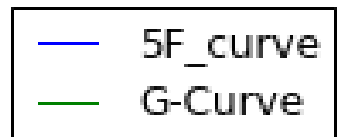
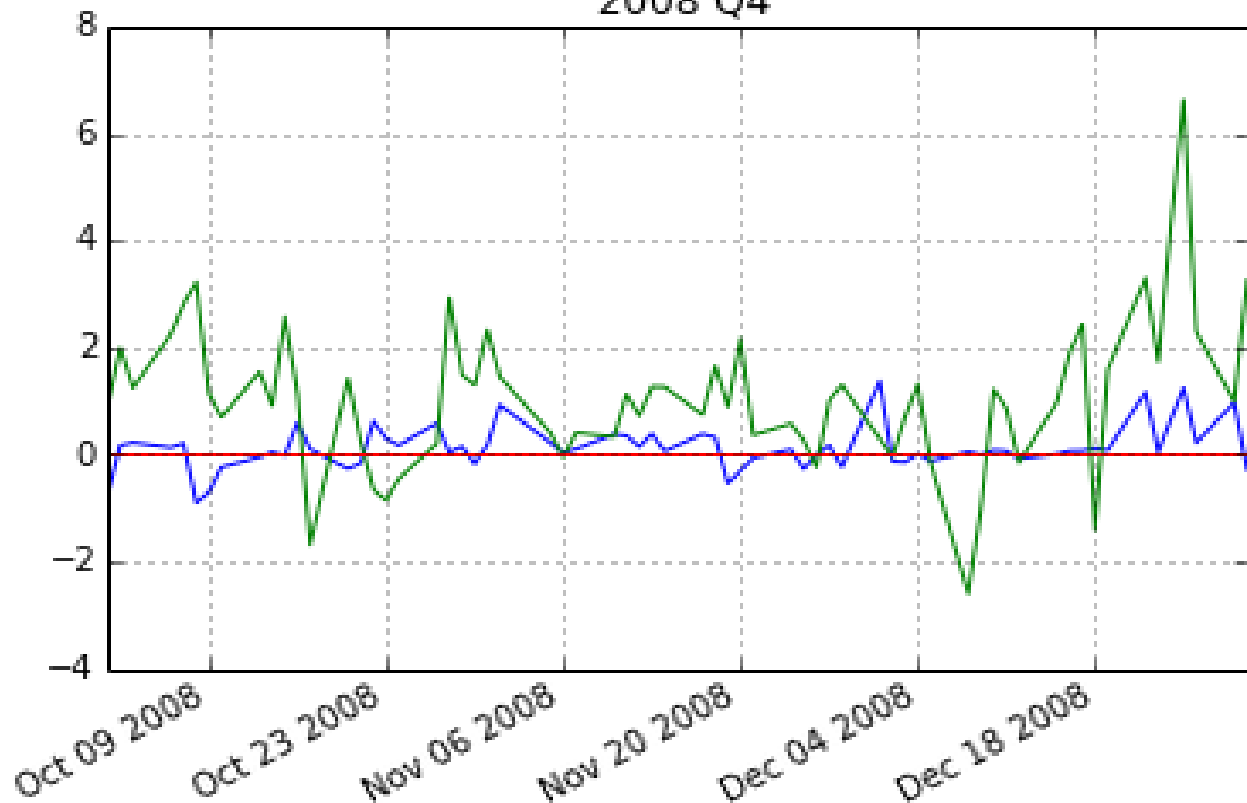
G-Curve, 2008Q4 – 2009Q1

5F-Curve vs. G-Curve, 2008Q4 – 2009Q1

5F-Curve vs. G-Curve, 2012Q4

5F – Curve vs. G-Curve по портф.ОФЗ

Present Value - Market Value
2008 Q4

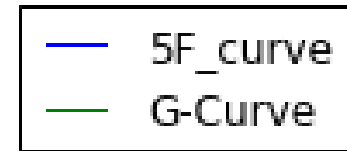
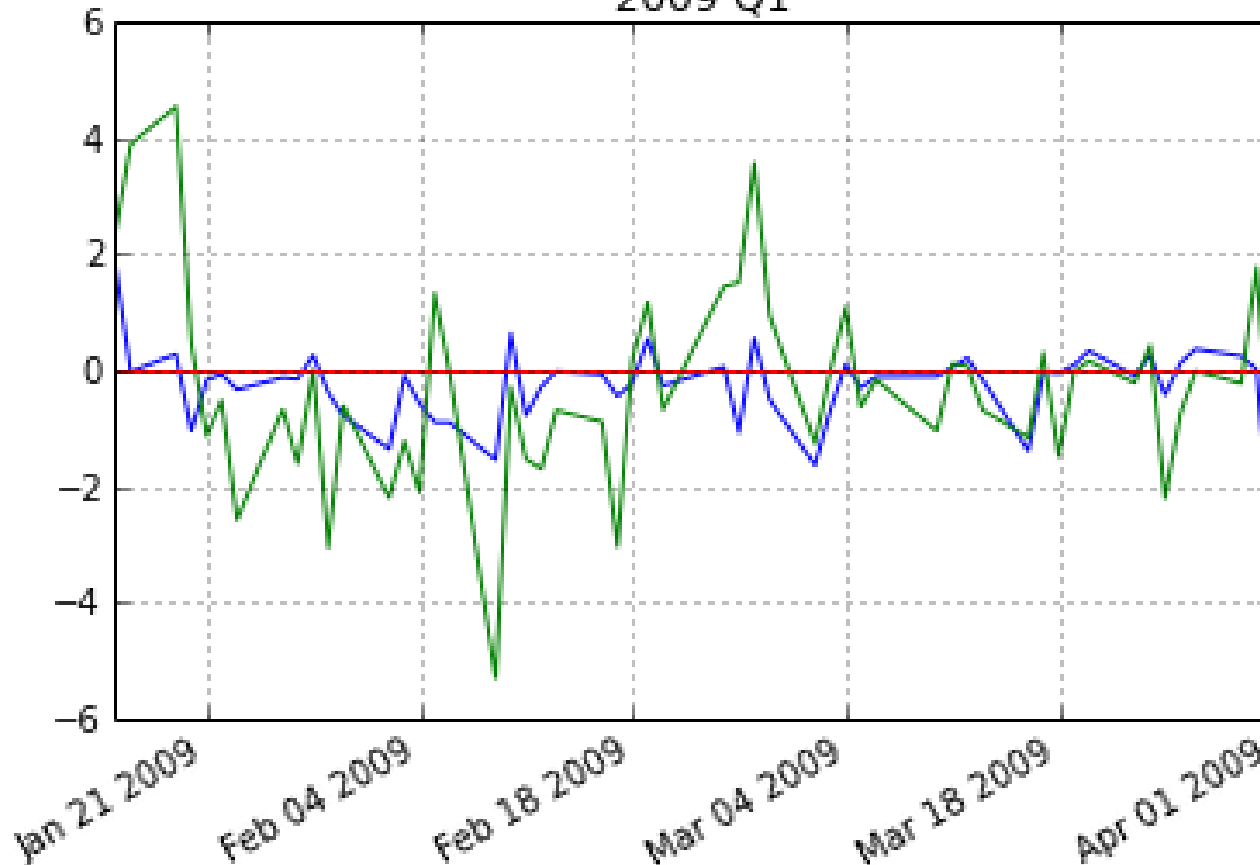


σ (5F-Curve) = 0.42

σ (G-Curve) = 1.42

5F – Curve vs. G-Curve по портф.ОФЗ

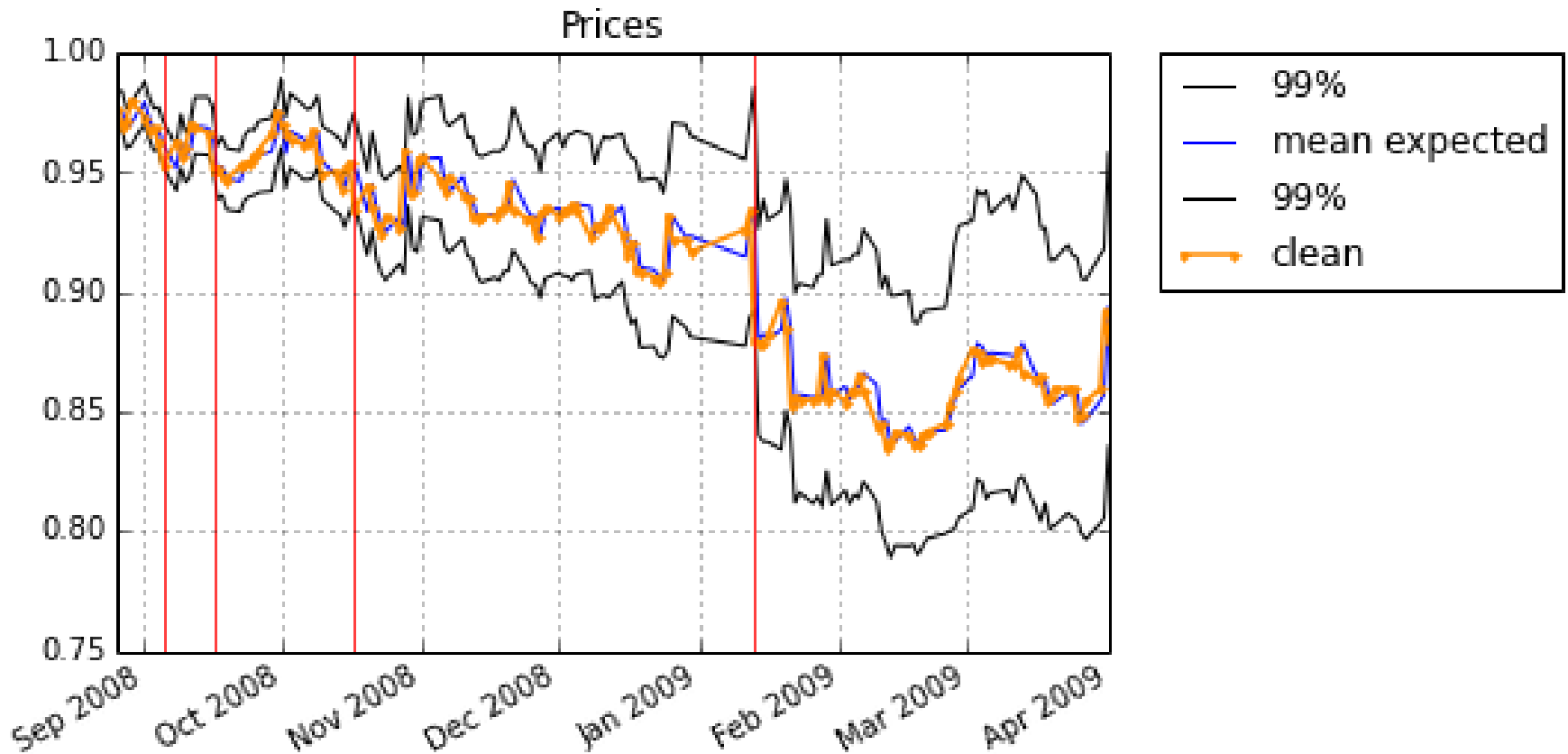
Present Value - Market Value
2009 Q1



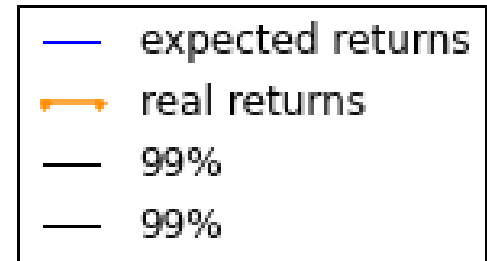
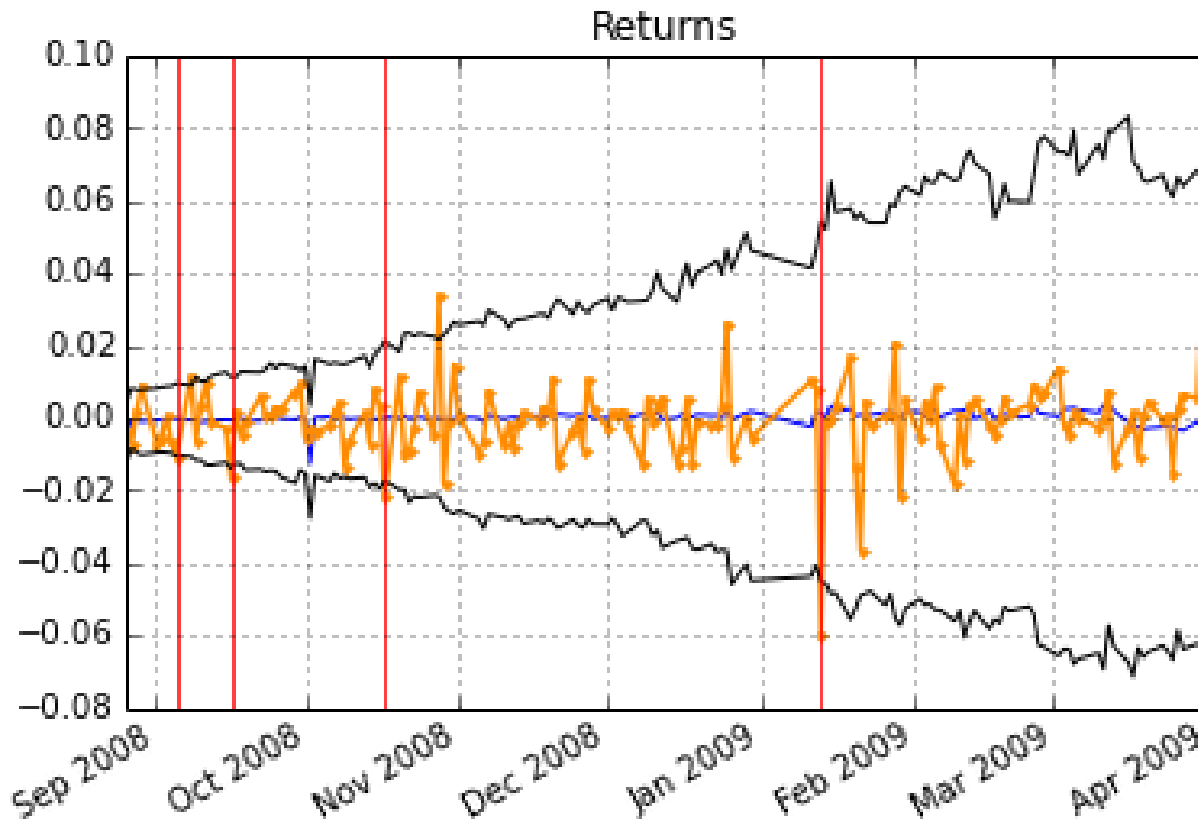
σ (5F-Curve) = 0.65

σ (G-Curve) = 1.68

VaR, 1d по ОФЗ (2008 год)

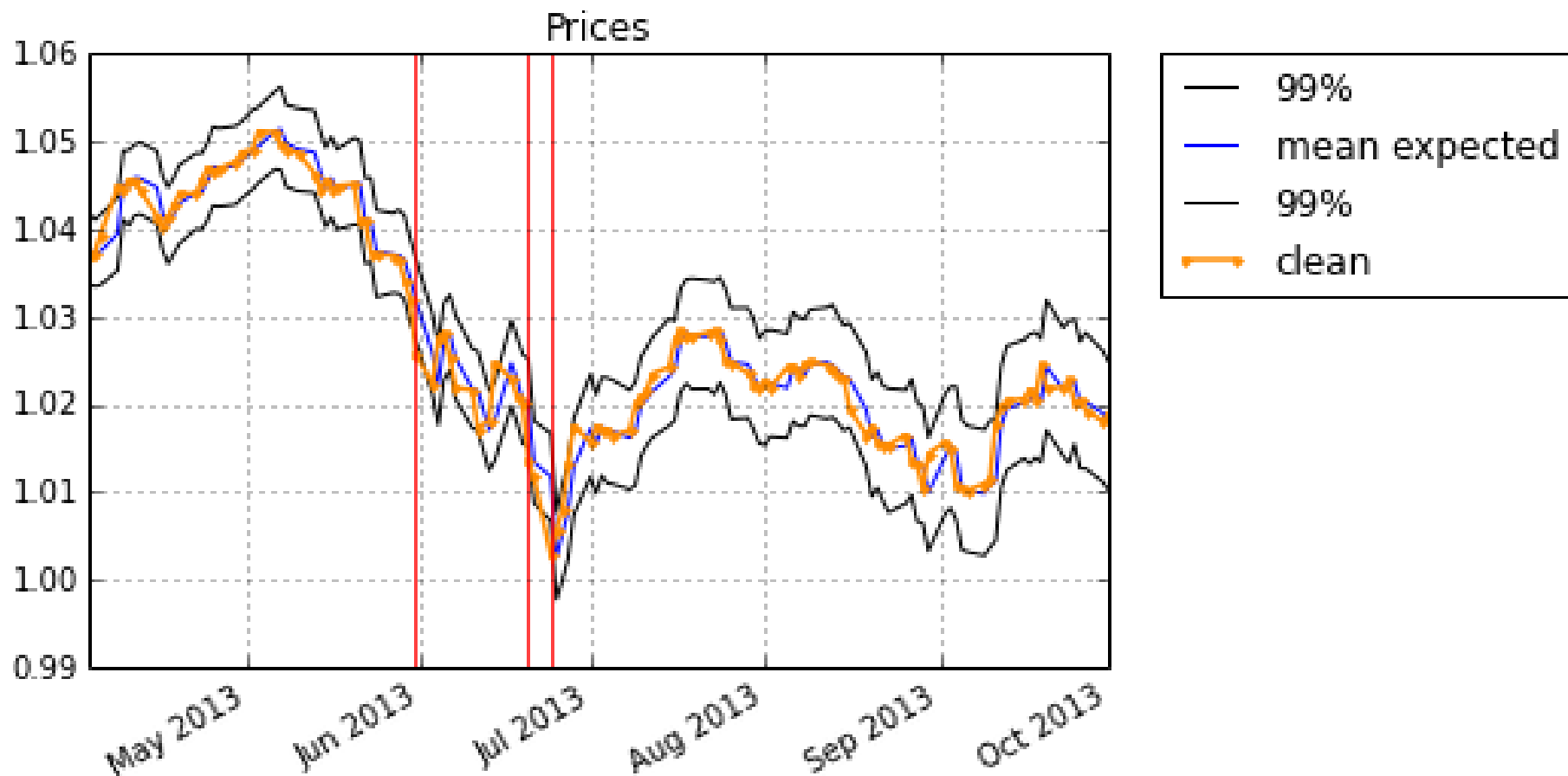


VaR, 1d по ОФЗ (2008 год)

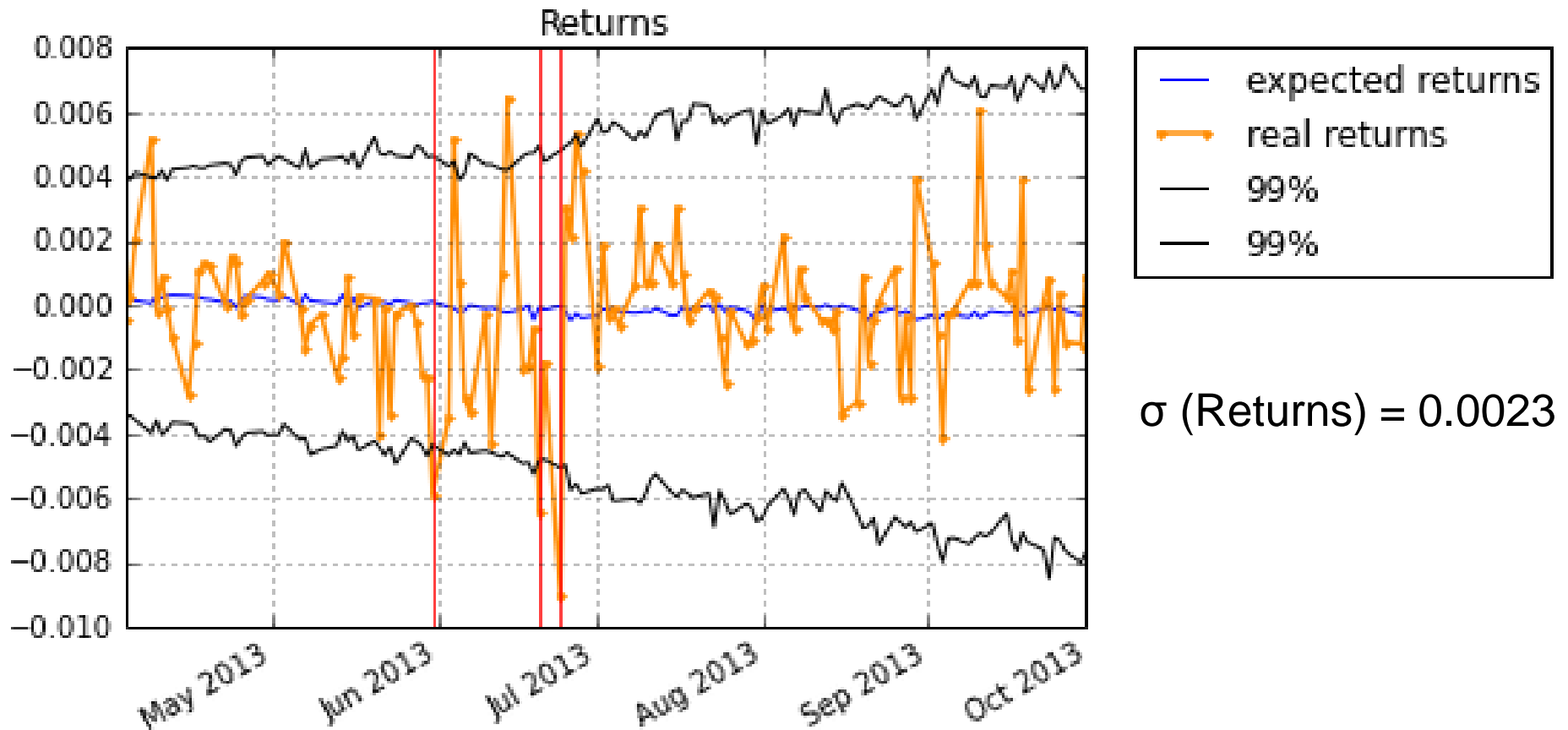


σ (Returns) = 0.0105

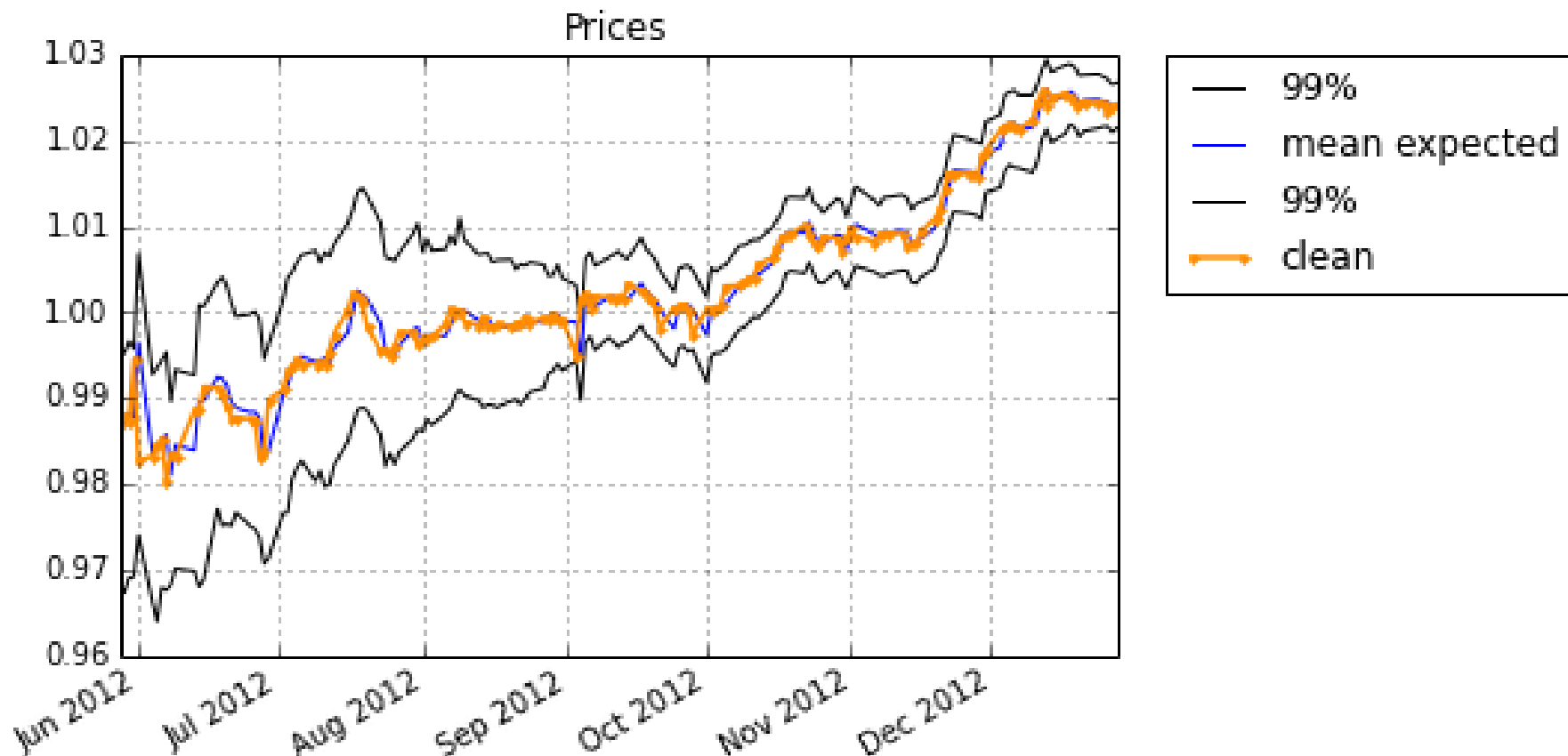
VaR, 1d по ОФЗ (2013 год)



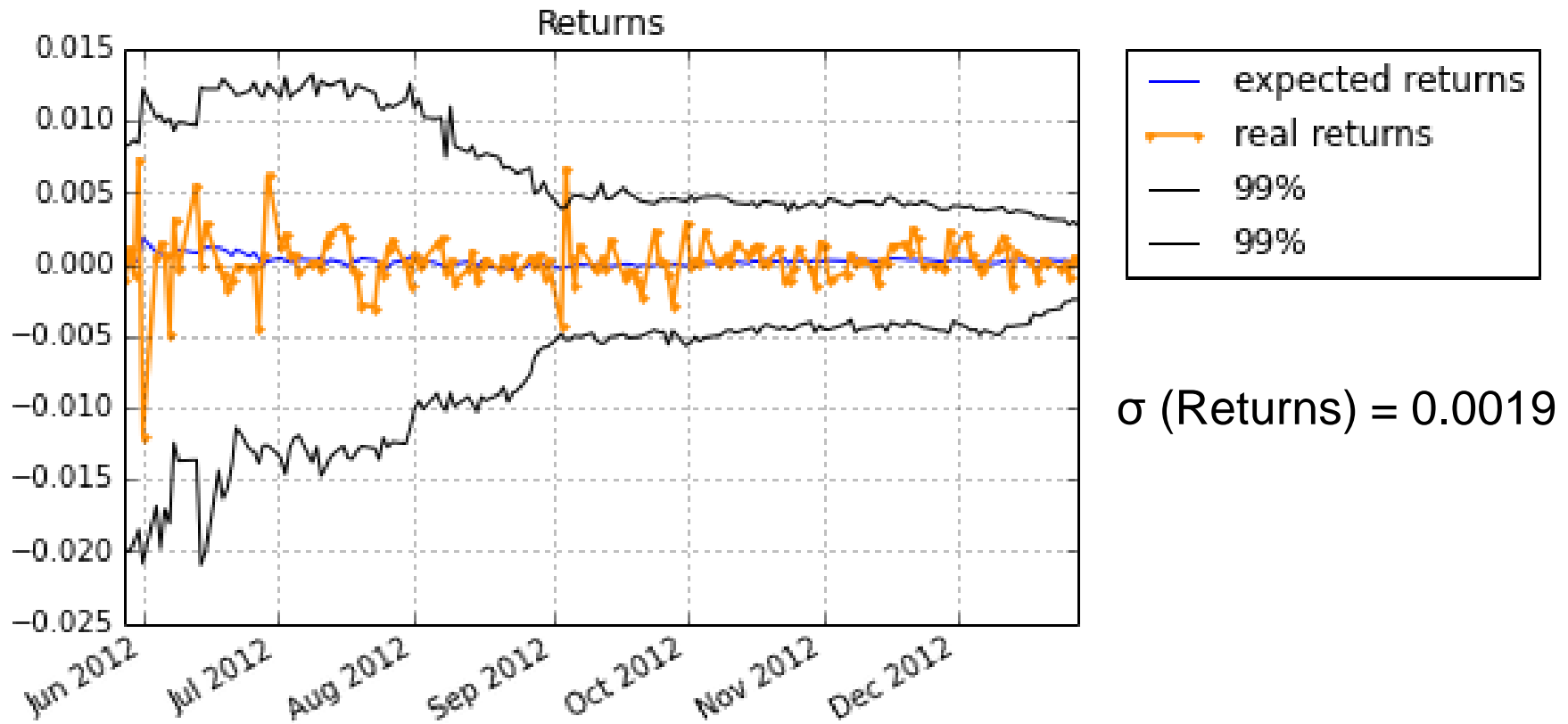
VaR, 1d по ОФЗ (2013 год)



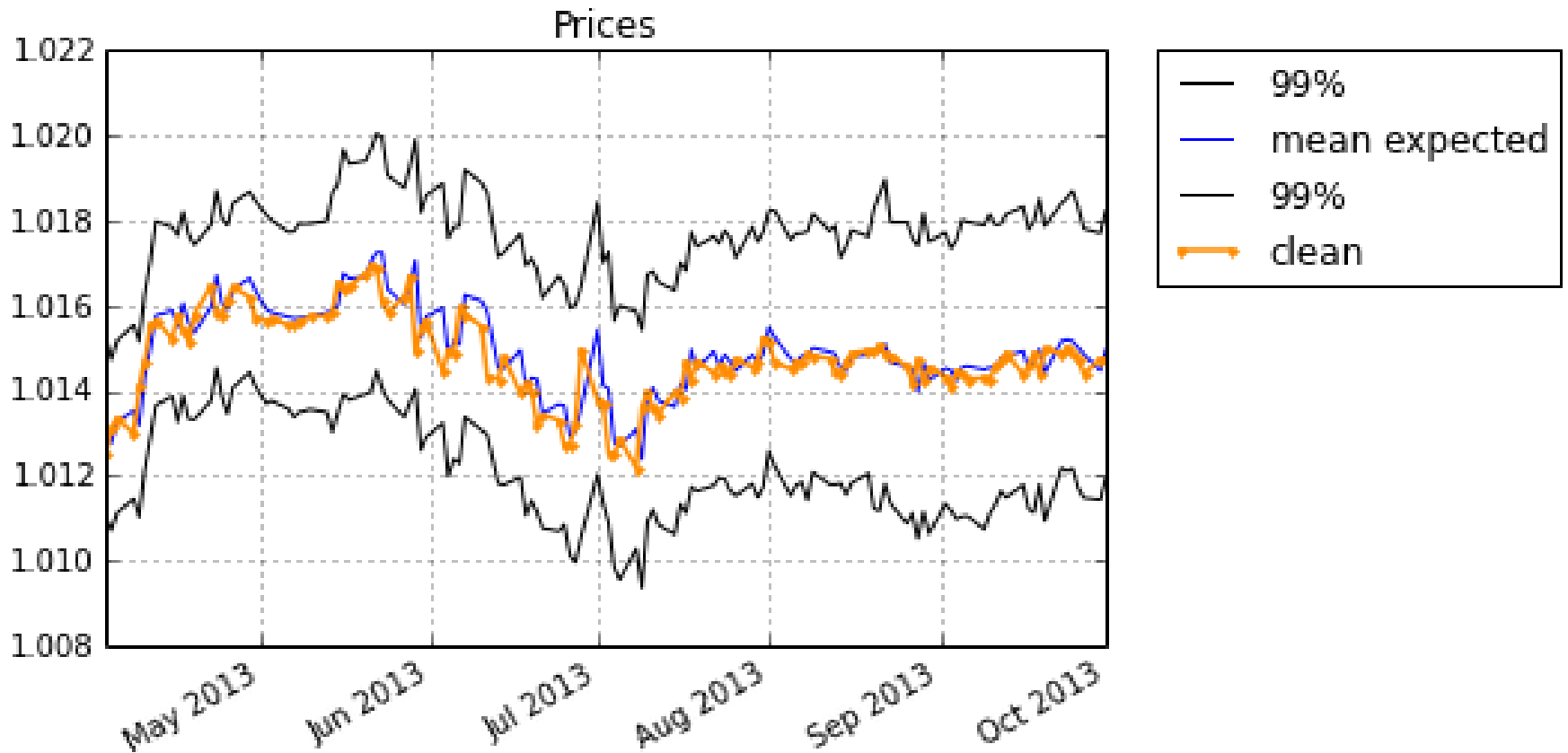
VaR, 1d по ОФЗ (2012 год)



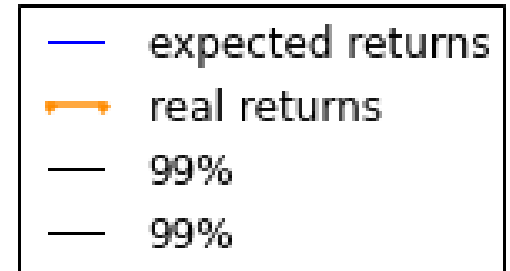
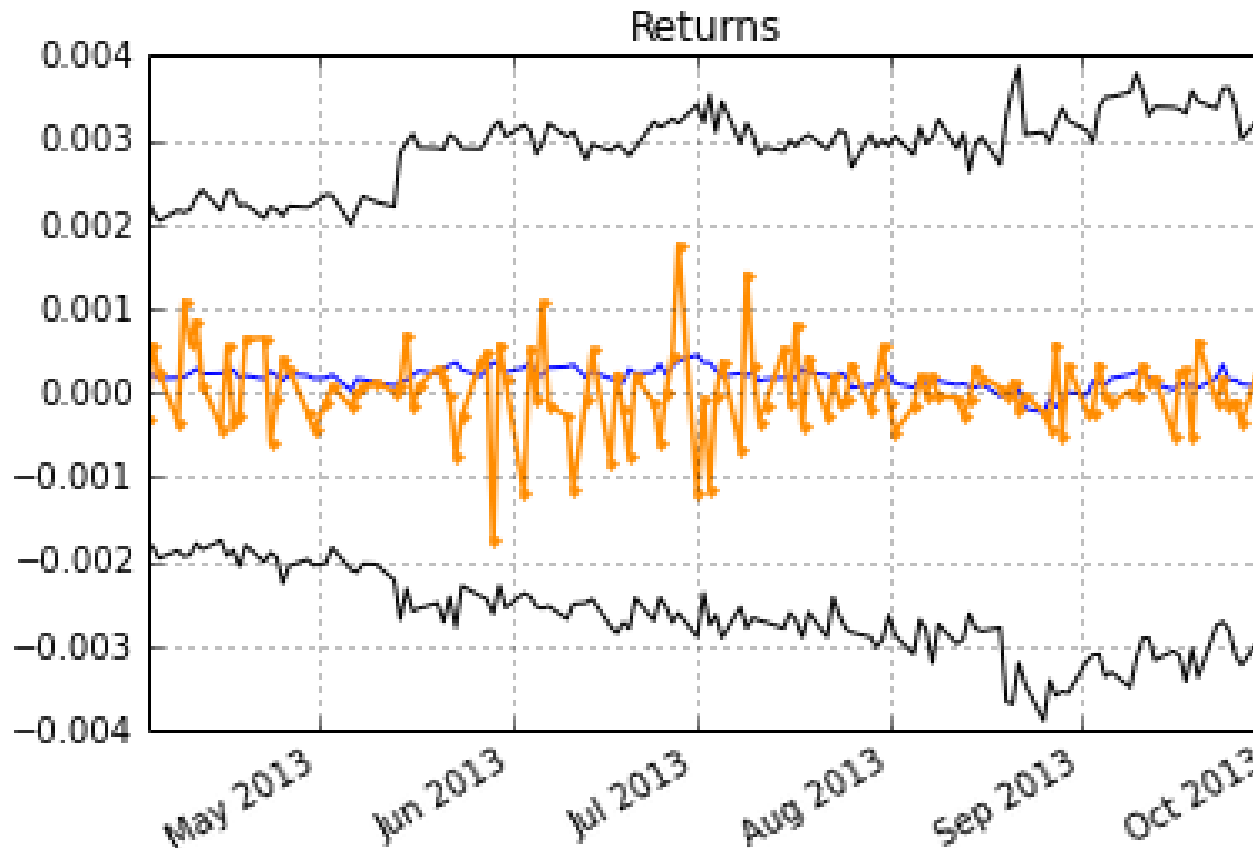
VaR, 1d по ОФЗ (2012 год)



VaR,1d



VaR,1d



σ (Returns) = 0.0005

5F - Curve vs. G-Curve по портф.ОФЗ

Пример:

Портфель ОФЗ

| Вариация | 2008Q4 | 2009Q1 |
|---|--------------|-------------|
| Портфель по рынку | 2,12 | 5,4 |
| Для G-Curve Avg(PV-MV) / σ (PV-MV) * | -0,13 / 1,42 | 0,11 / 1,68 |
| Для 5F-Curve Avg(PV-MV)/ σ (PV-MV) * | -0,1 / 0,42 | 0,06 / 0,65 |

MV – рыночная стоимость портфеля

PV – дисконтированная стоимость по модели кривой

| Доля вариации | 2008Q4 | 2009Q1 |
|---------------|------------|------------|
| G-Curve | 30% | 69% |
| 5F-Curve | 80% | 88% |

5F - Curve vs. G-Curve по портф.ОФЗ

| Средняя невязка | 2008Q4 | 2009Q1 |
|------------------------------------|---------------|---------------|
| Для G-Curve, по доходностям/ценам | 0,073 / 25,99 | 0,055 / 16,05 |
| Для 5F-Curve, по доходностям/ценам | 0,063 / 20,3 | 0,041 / 10,14 |

$$Err = \frac{1}{nDays} \sum_{Days} \sum_{i=1}^{nBonds} |P_i - PV_i^{Curve}|$$

$$Err = \frac{1}{nDays} \sum_{Days} \sum_{i=1}^{nBonds} |YTM_i - Y^{Curve}(dur_i)|$$

Где $Y^{Curve}(x)$ – кривая процентных ставок

dur_i - дюрация облигации i

$nBonds$ – кол-во облигаций,

$nDays$ - кол-во дней

P_i - рыночная цена облигации i ,

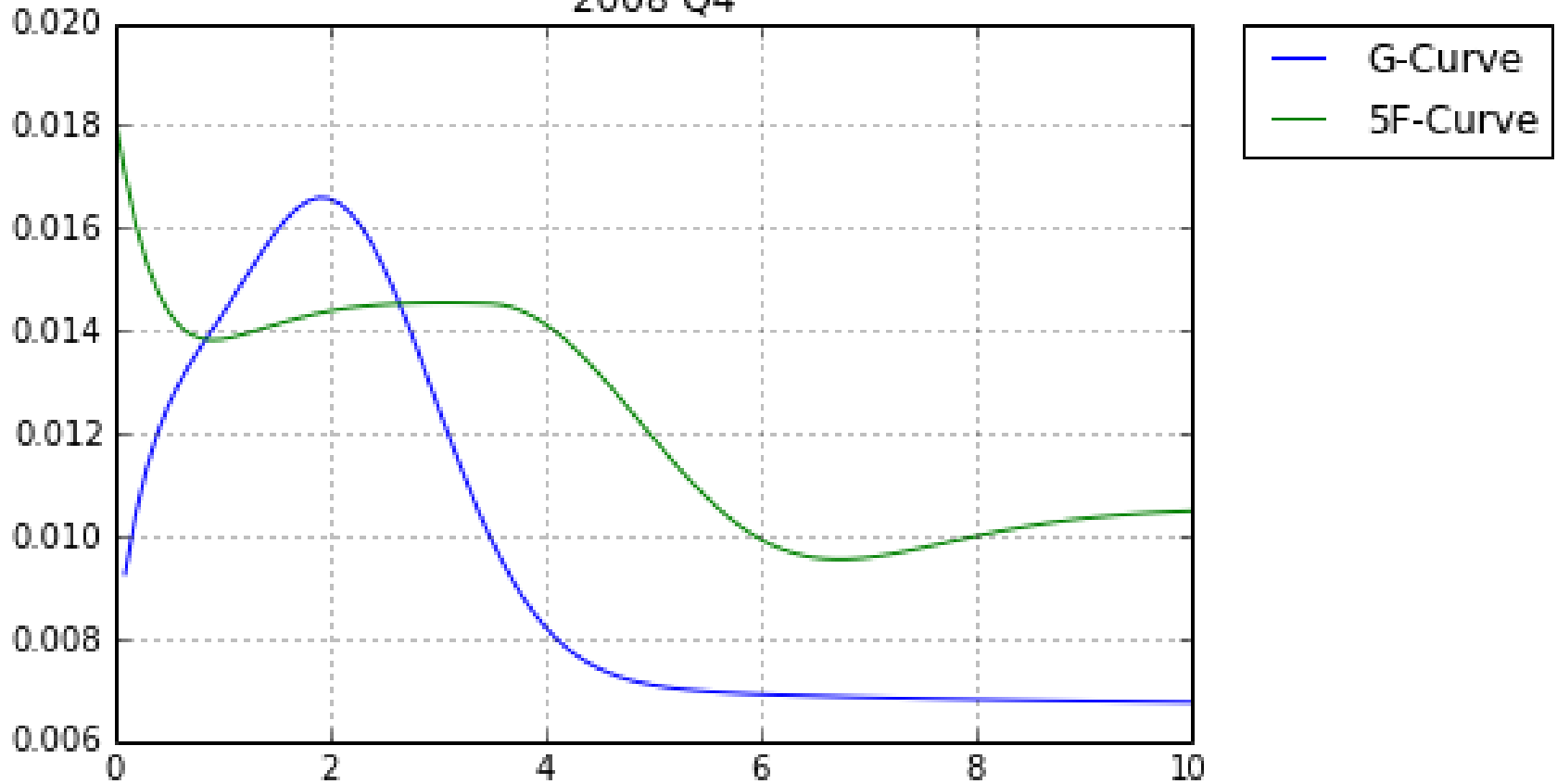
PV_i^{Curve} - приведенная стоимость облигации i по кривой

5F - Curve vs. G-Curve по портф.ОФЗ

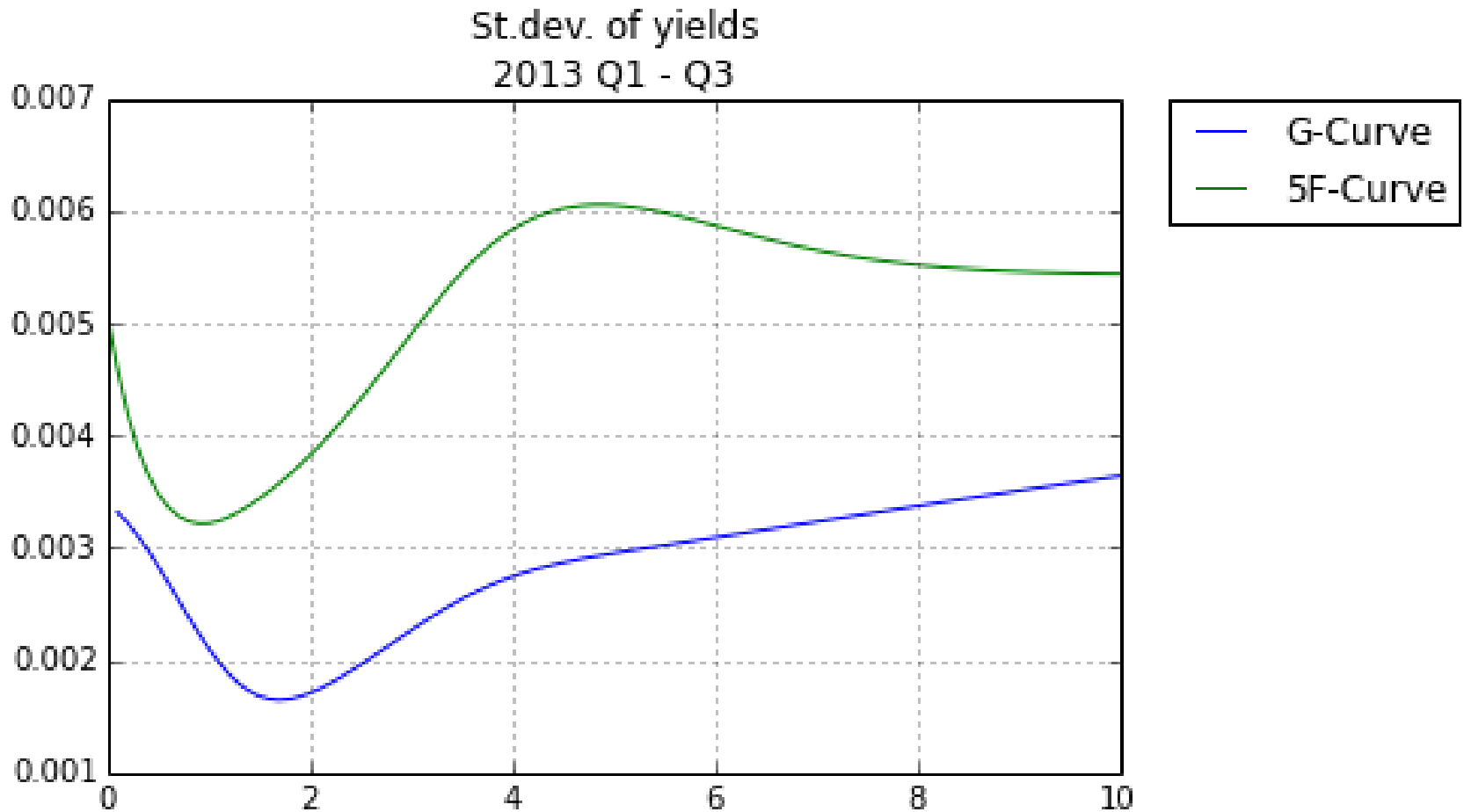
| Средняя невязка | 2012 | 2013 |
|------------------------------------|--------------|--------------|
| Для G-Curve, по доходностям/ценам | 0,016 / 5,90 | 0,018 / 5,36 |
| Для 5F-Curve, по доходностям/ценам | 0,014 / 4,33 | 0,015 / 5,03 |

5F - Curve vs. G-Curve

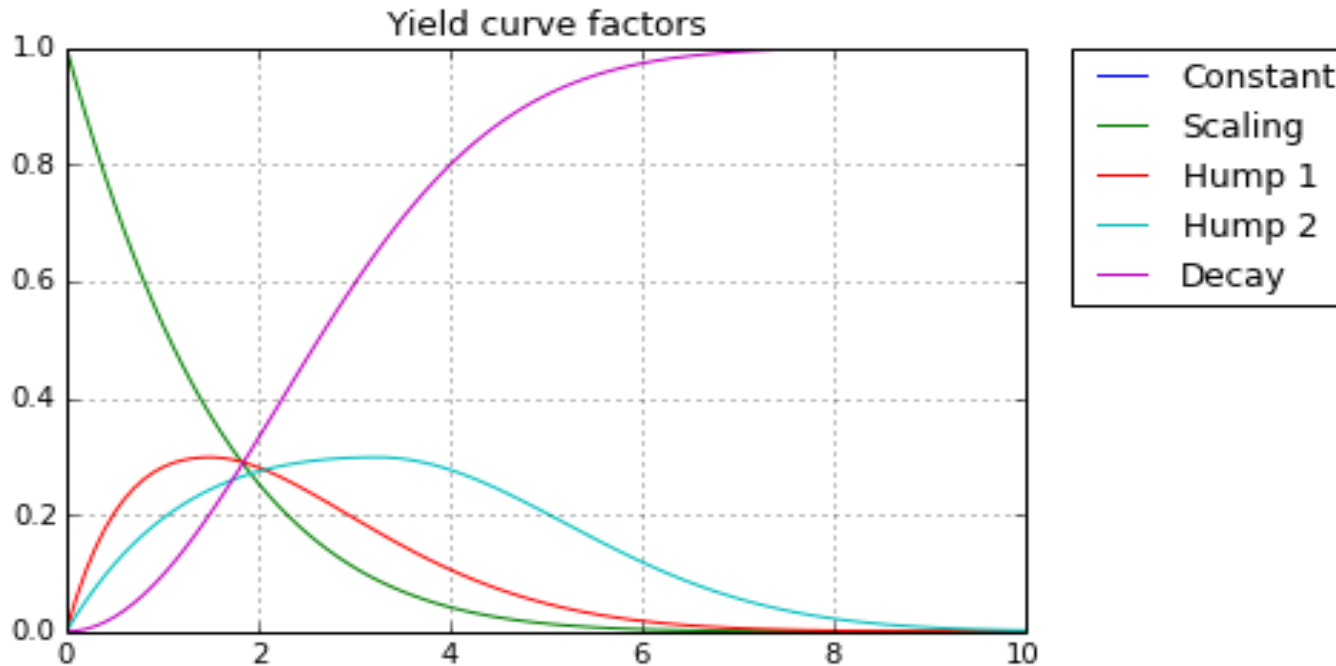
St.dev. of yields
2008 Q4



5F - Curve vs. G-Curve



Параметрическая модель



$$r(t) = \beta_{0t} + \beta_{1t} * f(\text{scaling}) + \beta_{2t} * f(\text{hump1}, \text{scaling}) + \beta_{3t} * f(\text{hump2}, \text{scaling}) + \beta_{4t} * f(\text{decay})$$

Оценивание параметров модели

1. Оценка параметров фильтра Калмана

- Параметры AR(1) – процесса для состояний кривой
- Оценка ковариационной матрицы состояний

2. Ежедневная переоценка состояний при поступлении новой информации

Формирование базы расчета

- Использование процентных ставок для моделирования начального участка кривой
- Отбор базы расчета исходя из относительной ликвидности выпусков

Прогноз доходности облигации

$$YTM_{bond} = r_f + spread_{bond}$$

Независимо прогнозируются:

- Состояния бескупонной кривой доходности
- Спреды облигаций

Прогноз состояний кривой

- Векторная модель авторегрессии скользящего среднего для изменений состояний кривой.

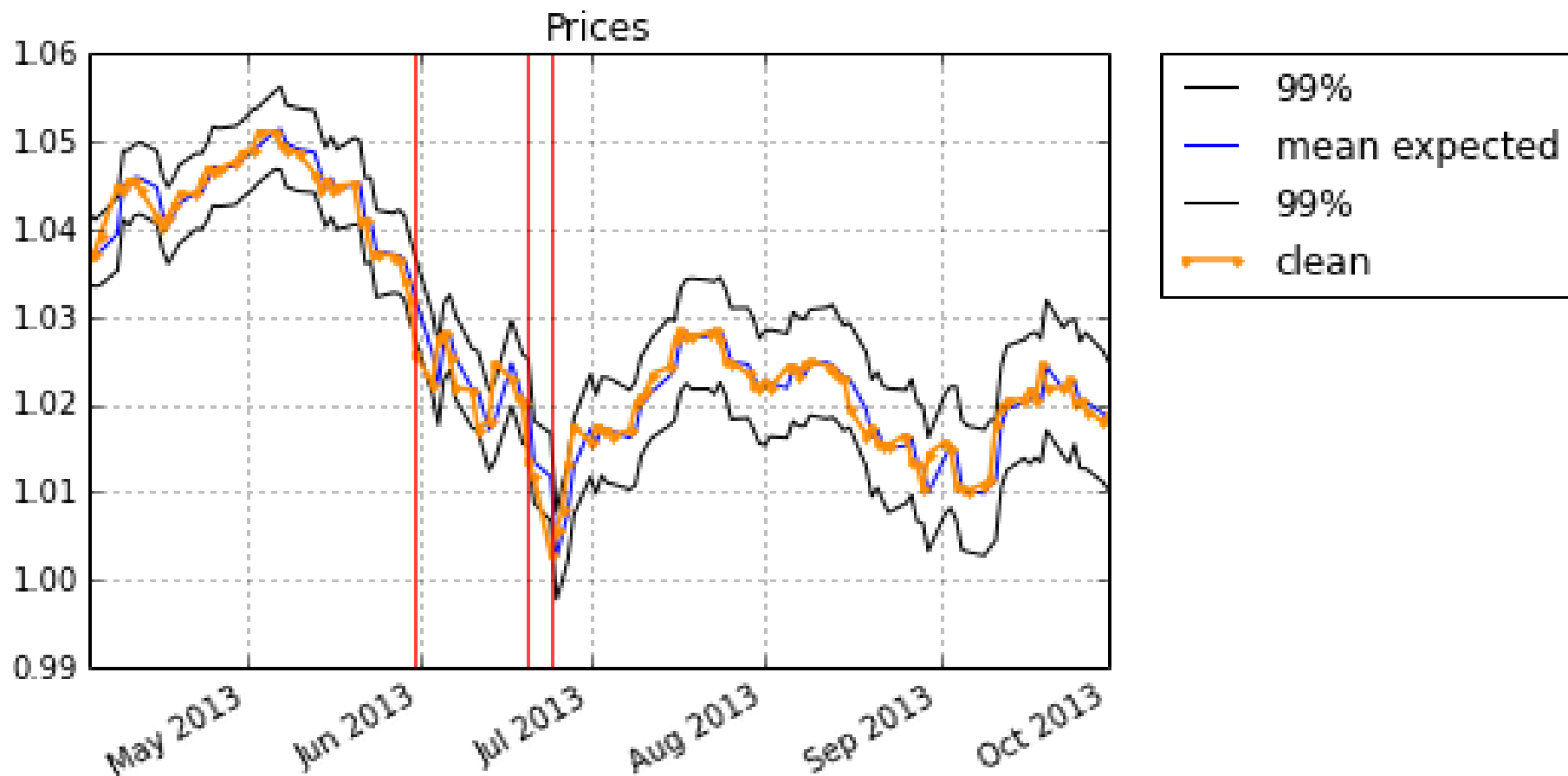
$$y_t = a + \sum_{j=1}^q B_j e_{t-j} + e_t$$

(y – вектор изменений состояний кривой)

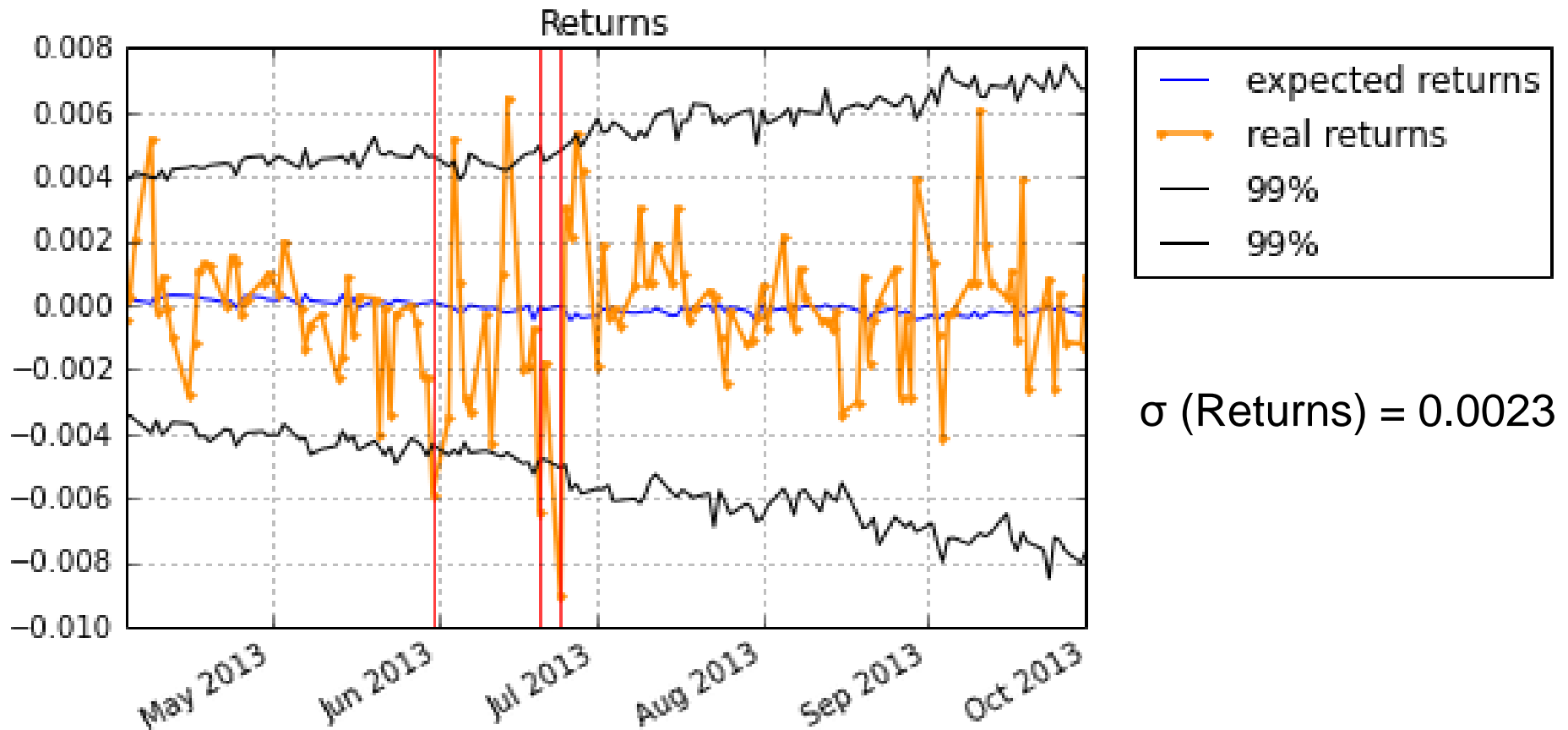
Прогноз спредов

- Оценка распределения для изменений спредов (3-параметрическое распределение)

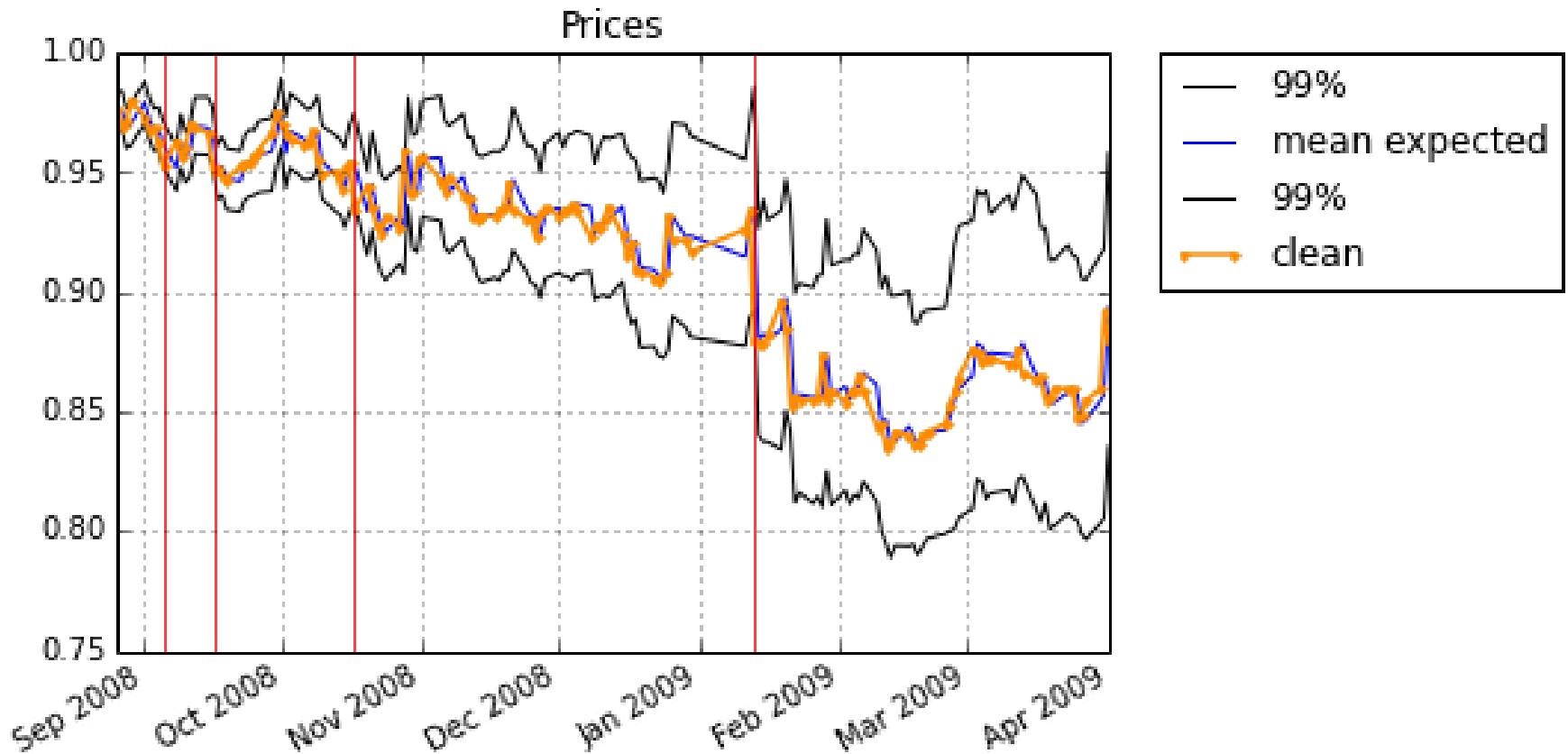
VaR, 1d по ОФЗ (2013 год)



VaR, 1d по ОФЗ (2013 год)



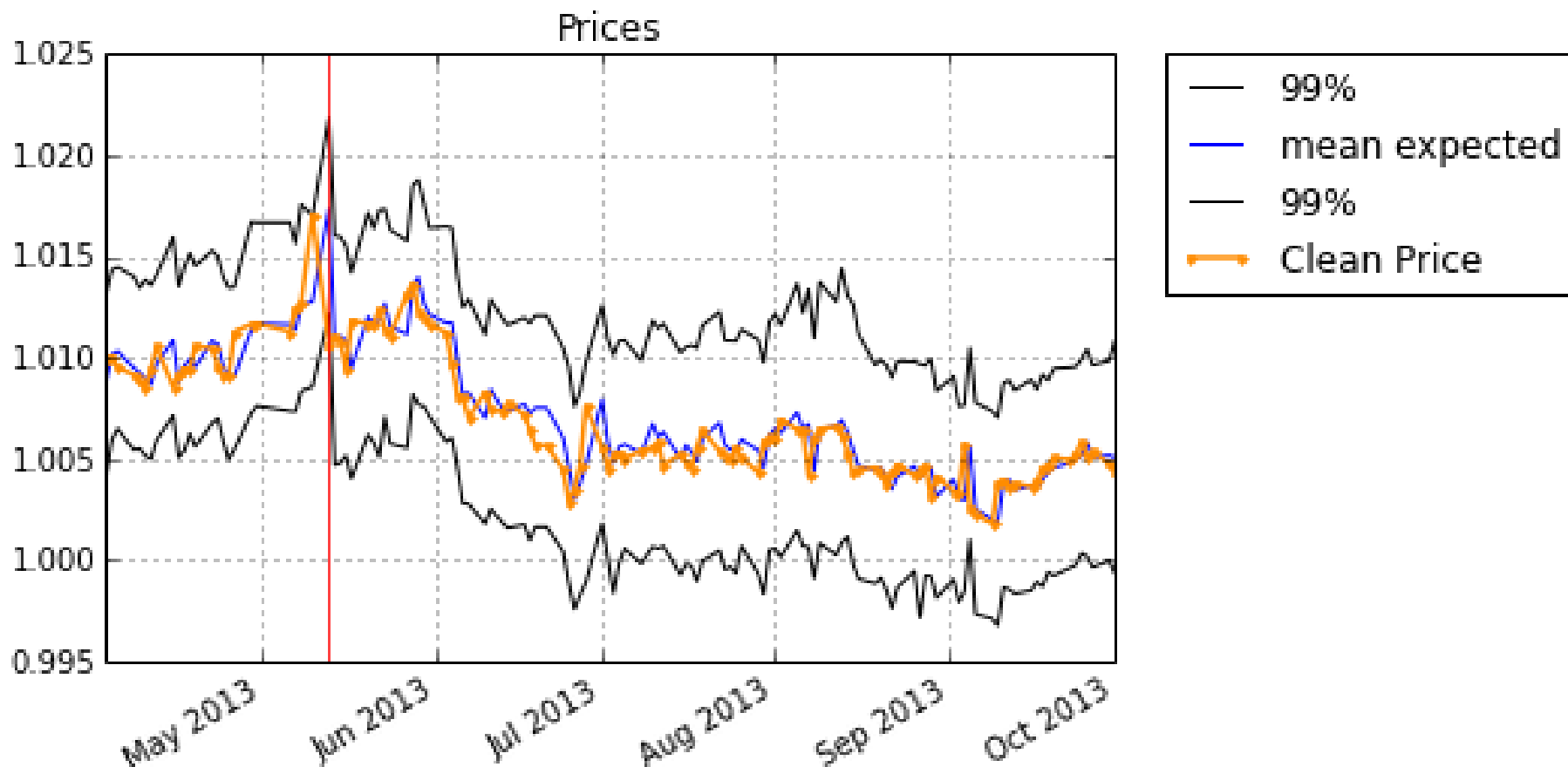
VaR, 1d по ОФЗ (2008 год)



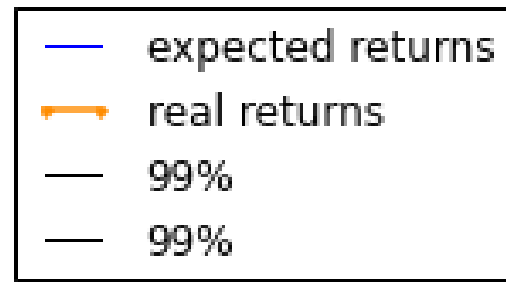
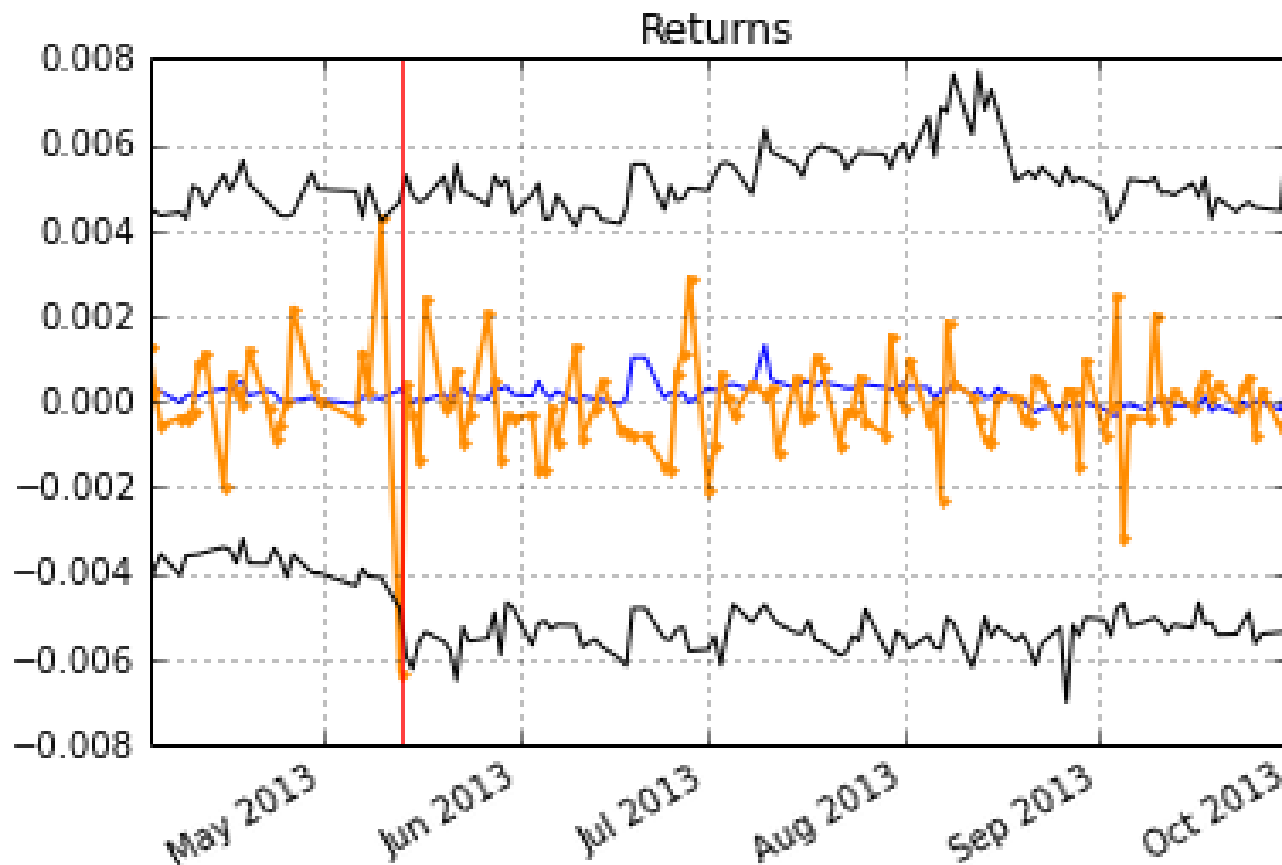
VaR, 1d по ОФЗ (2008 год)



VaR, 1d по субфедеральным обл.

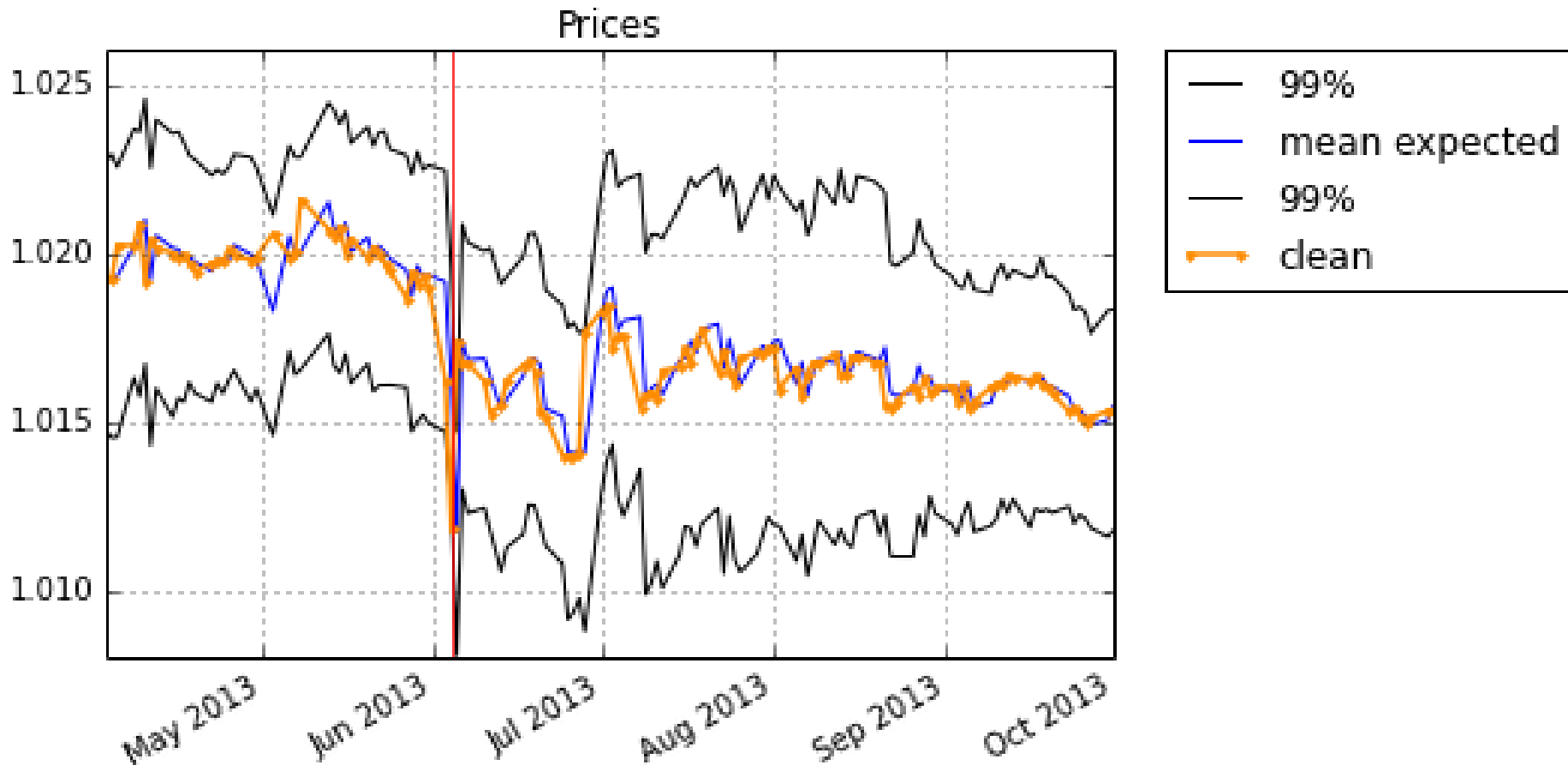


VaR, 1d по субфедеральным обл.

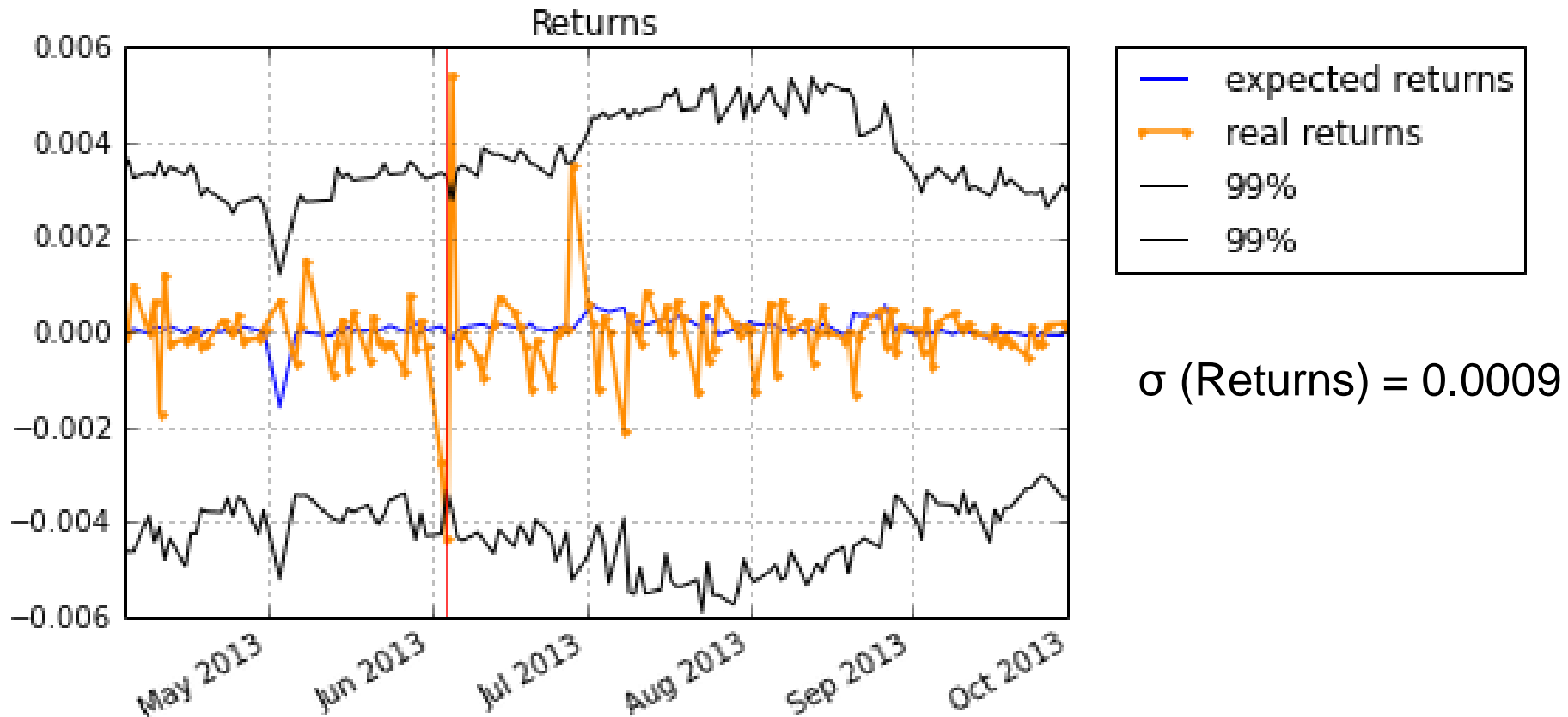


σ (Returns) = 0.0012

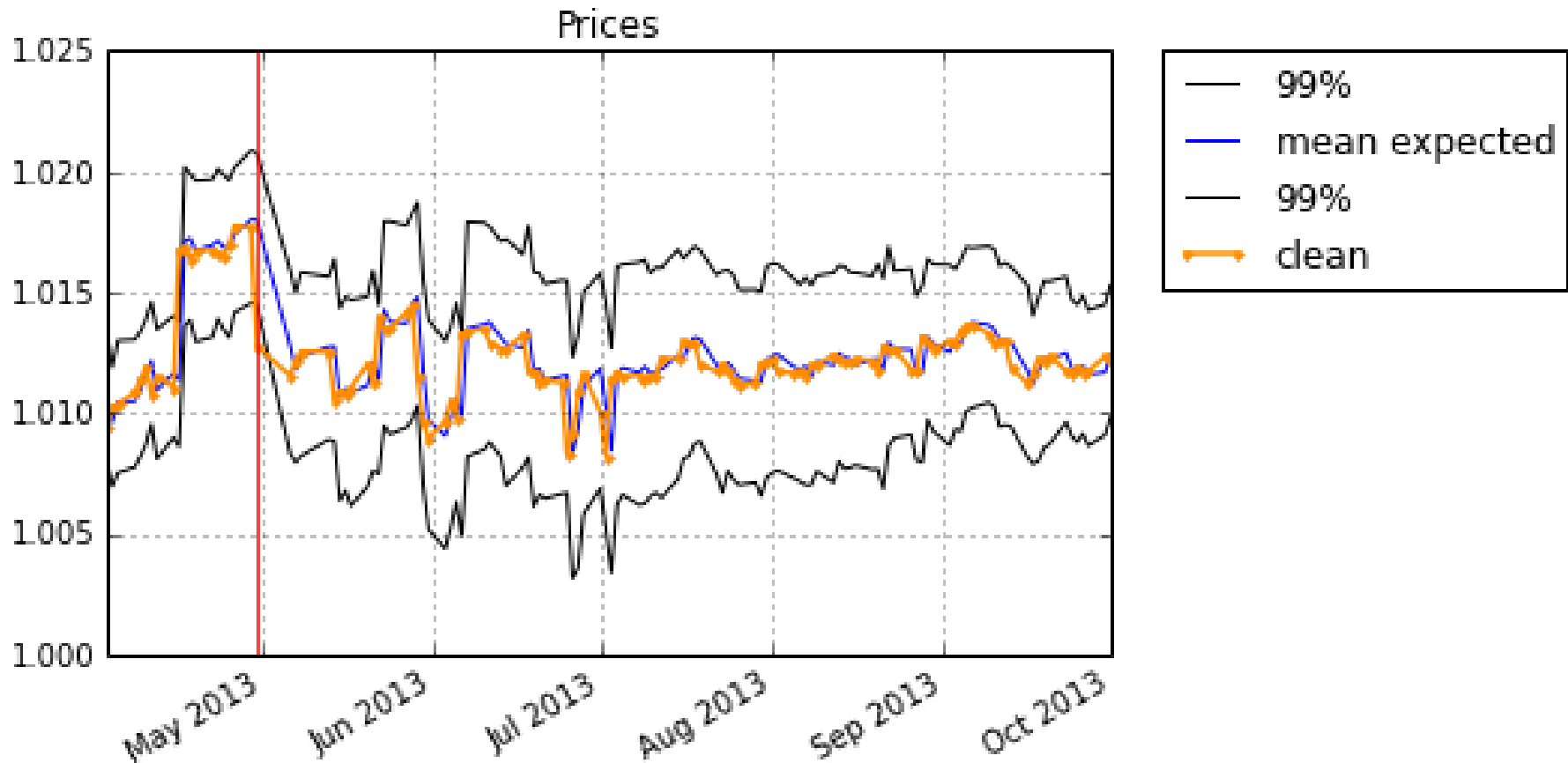
VaR, 1d по 1 эшелону.



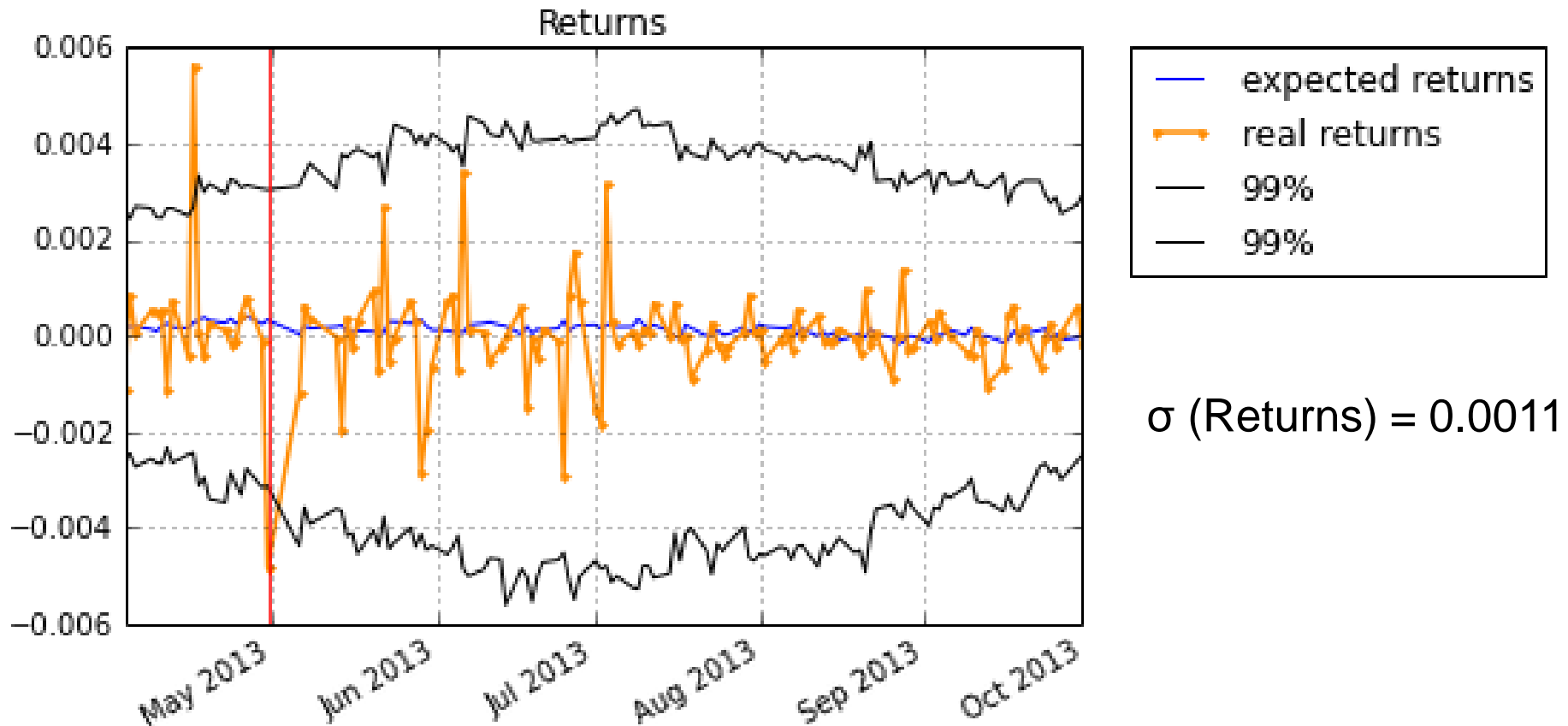
VaR, 1d по 1 эшелону.



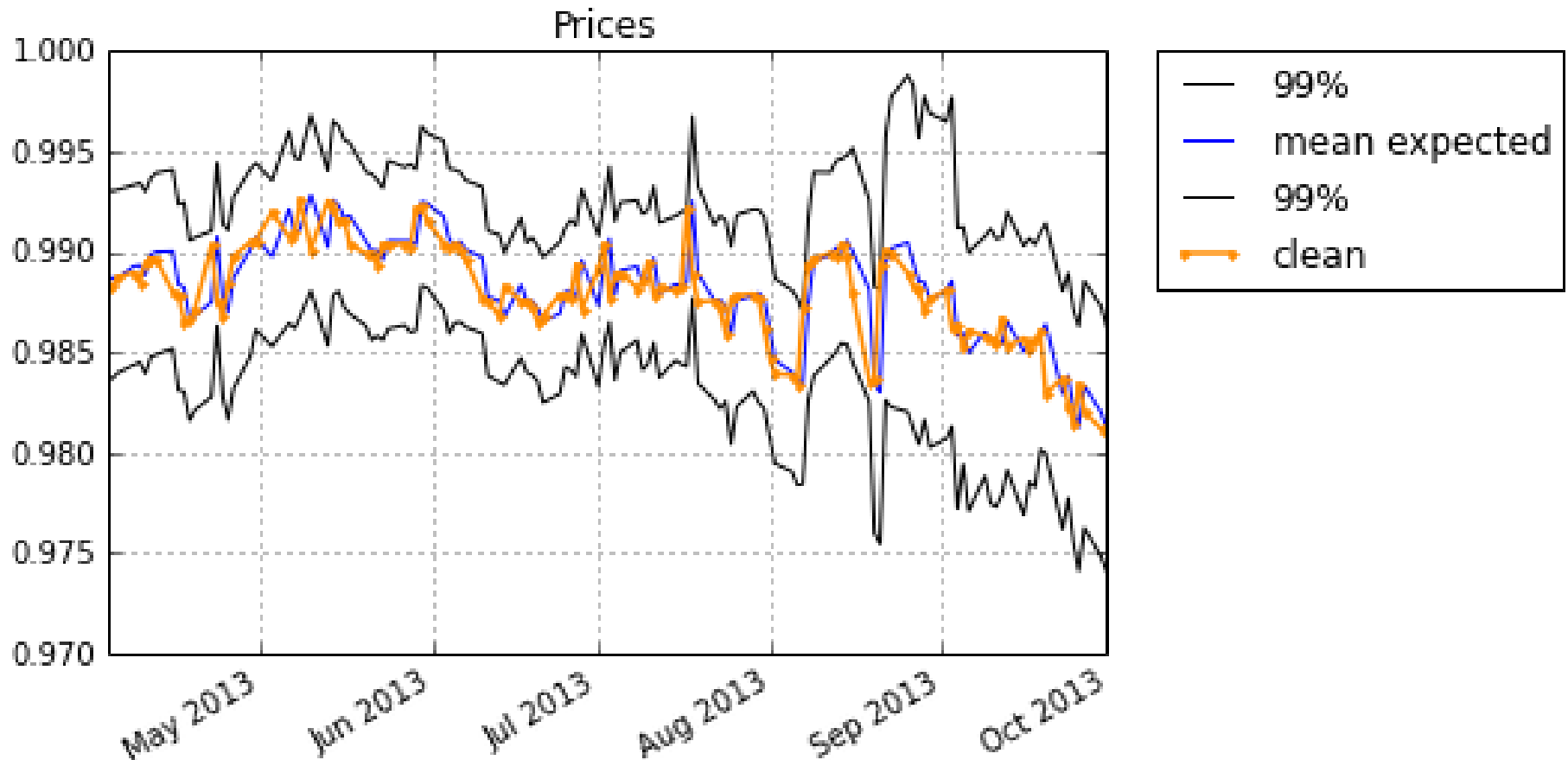
VaR, 1d по 2 эшелону.



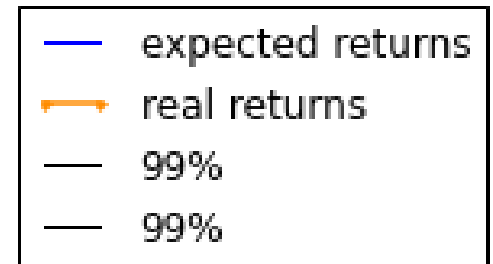
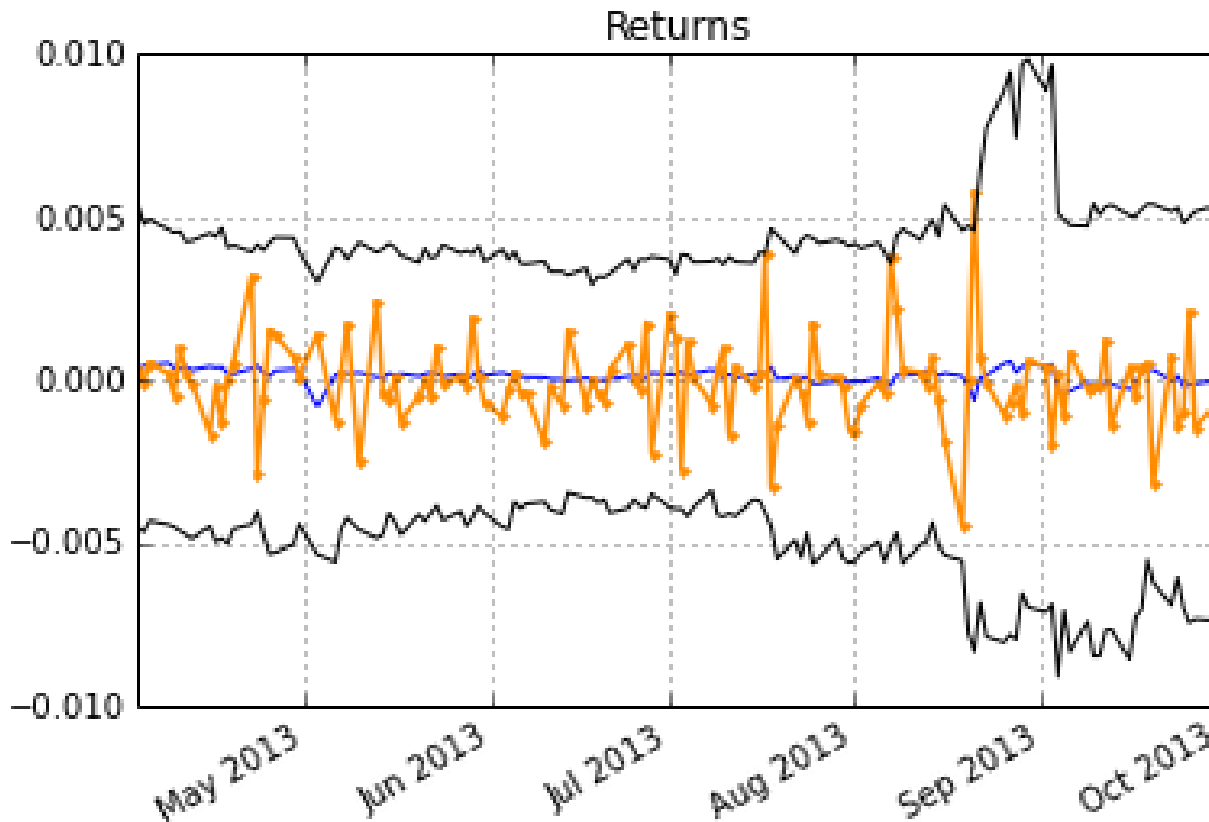
VaR, 1d по 2 эшелону.



VaR, 1d по 3 эшелону.



VaR, 1d по 3 эшелону.



σ (Returns) = 0.0014

Выводы

- ❑ Модель кривой процентных ставок объясняет высокую системную составляющую риска (объясняет большую часть волатильности)
- ❑ Применимость параметрического подхода модели кривой для российского рынка
- ❑ Адекватная оценка в кризис 2008г.

Спасибо за
внимание!