



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Срочная структура кредитных спредов и безрисковые ставки – построение по облигациям и CDS

Марат Курбангалеев
Виктор Лапшин
FERM LAB НИУ ВШЭ

ПЛАН ПРЕЗЕНТАЦИИ

1. Краткая характеристика задачи оценки безрисковой доходности и кредитных спрэдов.
 - Актуальность.
 - Современная практика.
 - Резюме.
2. Методология совместного оценивания безрисковых доходностей и кредитных спрэдов.
 - Основные принципы в основе методологии.
 - Применение методологии к задаче построения безрисковой кривой для зоны евро.
3. Заключение и направления дальнейших исследований.



1. Краткая характеристика задачи

АКТУАЛЬНОСТЬ ЗАДАЧИ

- Оценка срочной структуры безрисковой доходности и оценка кредитных спрэдов – связанные друг с другом задачи.
- Не существует единого общепринятого подхода к построению как кривой безрисковой доходности, так и кредитных спрэдов.
- Безрисковая ставка – теоретическое построение, поэтому на практике используют «ргоху», выбор которых зависит от целей использования безрисковой ставки.

АКТУАЛЬНОСТЬ ЗАДАЧИ

- Мировой финансовый кризис заставил участников и регуляторов финансовых рынков усомниться в существовании *достойного* кандидата на роль безрискового актива. Этой проблеме был посвящен специальный семинар Банка международных расчетов. (<http://www.bis.org/publ/bppdf/bispar72.pdf>)
- Кредитные спрэды существенно зависят от выбора проху безрисковой доходности.
- Кредитные спрэды трудно отделить от других компонент доходности, прежде всего от премии за низкую ликвидность, а также *convenience yield* (для облигаций) и риска контрагента (для производных финансовых инструментов).

ОТ БЕЗРИСКОВОЙ СТАВКИ К КРЕДИТНОМУ СПРЭДУ

- Выбор проху для безрисковых доходностей зависит от целей использования безрисковой кривой.
 - ✓ Доходности облигаций надежных эмитентов (как правило, суверенных) принято использовать для актуарных расчетов, управления портфелем долговых ценных бумаг, назначения дисконта по операциям РЕПО с облигациями и т.д. Например:
 - **Кривая CMT*** ставок по облигациям казначейства США для **долларовых активов**. Основана на сплайновом методе. Хорошие исходные данные: много инструментов разных сроков, постоянное обновление выпусков, высокая ликвидность, прозрачность; НО уже вряд ли безрисковая.
 - **Кривая доходности ECB** по высоконадежным суверенным облигациям стран зоны евро для активов в евро**. Основана на модели Svensson (1994). Критерий отбора облигаций основан на кредитных рейтингах, к которым в настоящее время отношение довольно скептическое.

* <http://www.treasury.gov/resource-center/data-chart-center/interest-rates/Pages/yieldmethod.aspx>

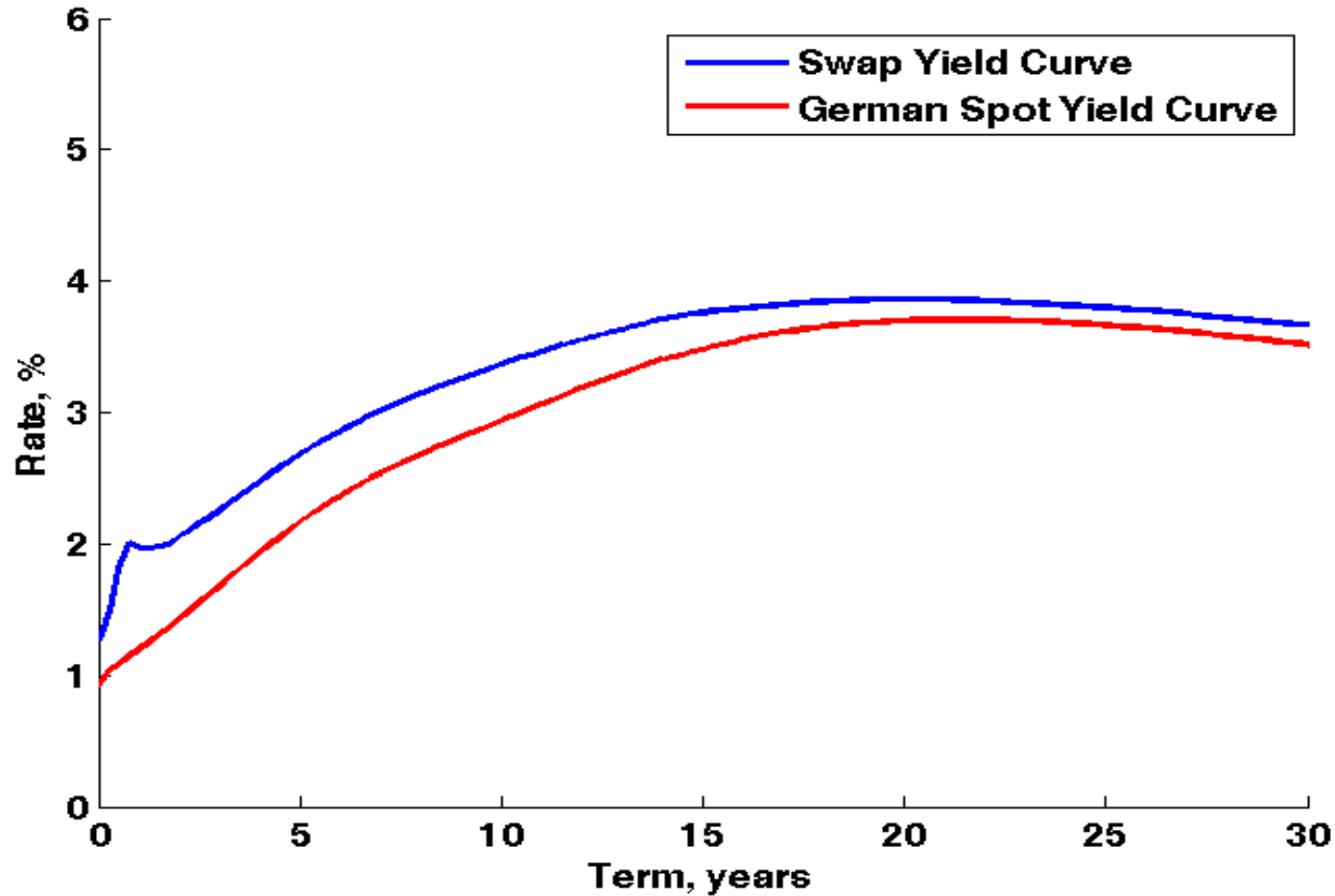
** http://www.ecb.int/stats/money/yc/html/technical_notes.pdf

ОТ БЕЗРИСКОВОЙ СТАВКИ К КРЕДИТНОМУ СПРЭДУ

- Выбор проху для безрисковых доходностей зависит от целей использования безрисковой кривой.
 - ✓ Доходности денежного рынка и производных финансовых инструментов используют для ценообразования производных финансовых инструментов, в особенности для учета эффекта обеспеченности сделок (см. Pallavicini & Brigo, 2013).
 - ✓ Своп-кривая на базе LIBOR (EURIBOR) (**скандал**), подход «OIS discounting», подход «multiple curve».
- **Ставки рынков облигаций и процентных производных инструментов могут существенно различаться. (см. следующий слайд)**



ОТ БЕЗРИСКОВОЙ СТАВКИ К КРЕДИТНОМУ СПРЭДУ



ОТ БЕЗРИСКОВОЙ СТАВКИ К КРЕДИТНОМУ СПРЭДУ

- Если безрисковая доходность задана, как измерить кредитный спрэд?
 - ✓ Спрэды доходностей облигаций – характеристика отдельного инструмента.
 - I-спрэд – разница между доходностью рискованной облигаций и интерполированной доходностью по безрисковым облигациям.
 - Z-спрэд – величина параллельного сдвига безрисковой кривой, обеспечивающая равенство наблюдаемой цены рискованной облигации и приведенной стоимости обещанного потока платежей по ней.

ОТ БЕЗРИСКОВОЙ СТАВКИ К КРЕДИТНОМУ СПРЭДУ

- Если безрисковая доходность задана, как измерить кредитный спрэд?
 - ✓ Спрэд ставки asset swap к ставке денежного рынка: LIBOR, EURIBOR и т.д.
 - ✓ Спрэд CDS (кредитных свопов) часто сам по себе выступает аналогом кредитного спрэда (например, Longstaff et al.(2005)). Спрэд CDS часто некорректно сравнивают со спредами доходностей.
 - ✓ Срочная структура кредитных спрэдов. Может быть получена как разница между рискованной и безрисковой кривыми бескупонных доходностей. Для построения срочной структуры спрэдов требуются активно торгуемые инструменты различной срочности: облигации и/или CDS.

ОТ КРЕДИТНЫХ СПРЭДОВ К БЕЗРИСКОВОЙ СТАВКЕ

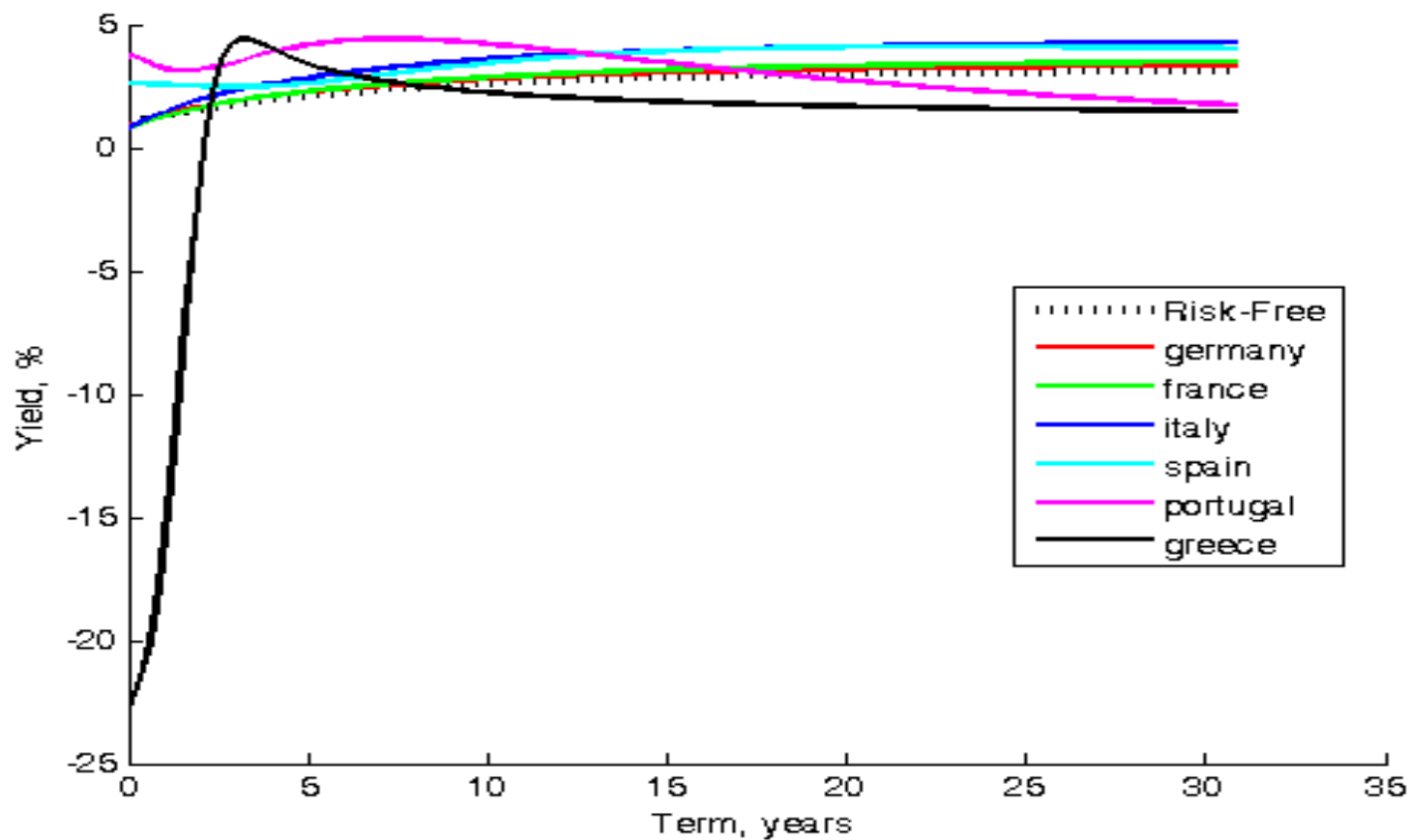
- Методология EFFAS – EBC (Smirnov et al., 2006) решает обратную задачу.
- Предположение о характере срочной структуры спрэдов (постоянный или линейный), которое было стандартом для оценки спреда доходности, используется для того, чтобы найти кривую безрисковой доходности для зоны евро по данным о ценах государственных облигаций стран-членов еврозоны.
- Предполагается, что существует единая кривая безрисковой доходности для зоны евро, из которой индивидуальная кривая любого суверенного эмитента получается либо параллельным сдвигом, либо добавлением некоторой линейной компоненты.
- Методология не зависит от выбора модели кривой доходности.

ОТ КРЕДИТНЫХ СПРЭДОВ К БЕЗРИСКОВОЙ СТАВКЕ

- Ограничения методологии.
 1. С высокой степенью точности можно оценить только форму кривой доходности, оценка уровня кривой требует дополнительного построения модели.
 2. Предположение о линейной срочной структуре кредитного спреда не описывает текущие реалии.
- **Вывод:** требуется дополнительная информация о срочной структуре спредов. Например, информация о CDS различной срочности.
- **НО**, как демонстрируют следующие два слайда, нужно быть осторожным в применении «наивных» подходов.

ОТ КРЕДИТНЫХ СПРЭДОВ К БЕЗРИСКОВОЙ СТАВКЕ

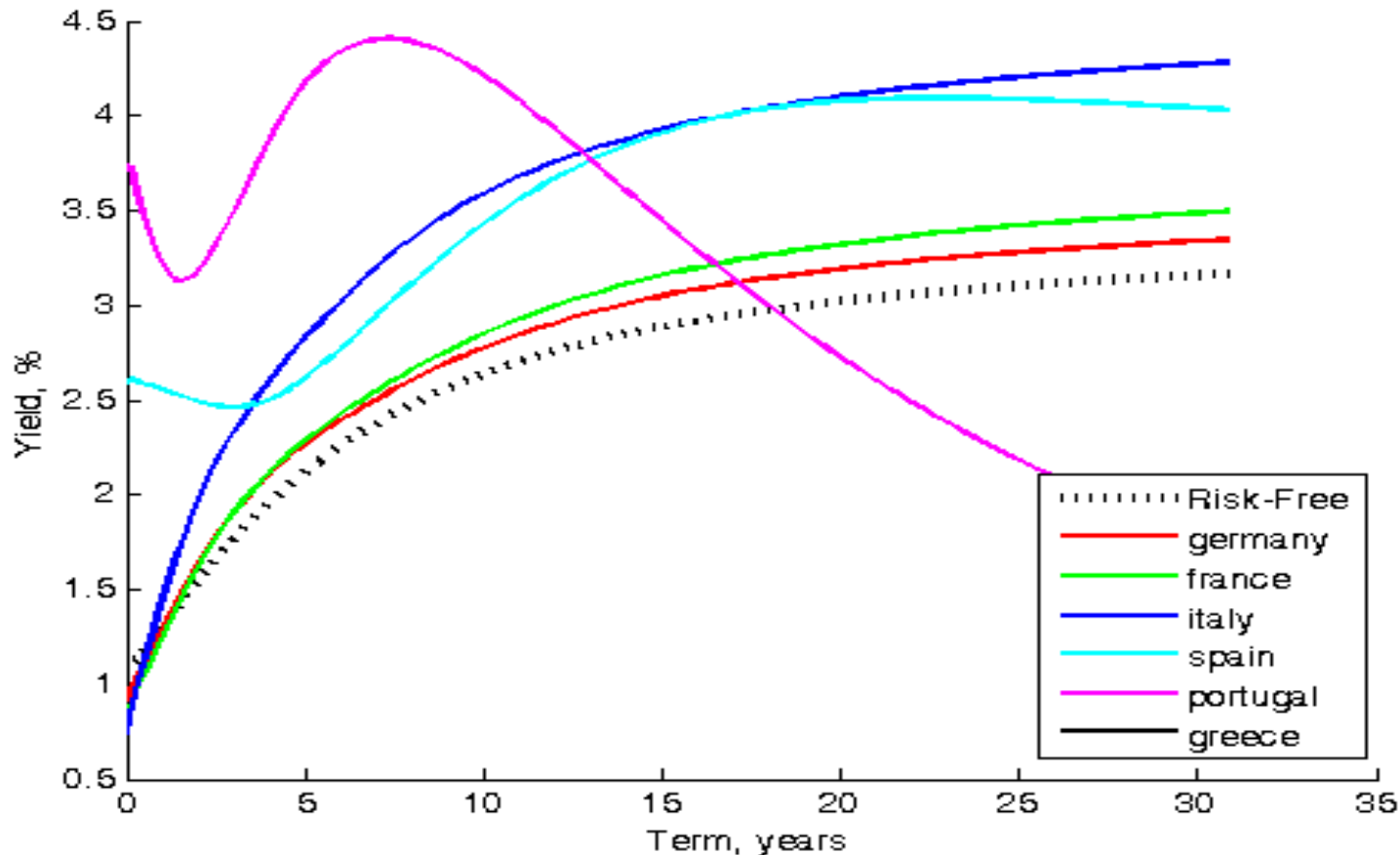
«Наивный» подход: оценка безрисковой кривой путем вычитания срочной структуры CDS спрэдов из срочной структуры доходности облигаций.





ОТ КРЕДИТНЫХ СПРЭДОВ К БЕЗРИСКОВОЙ СТАВКЕ

Без Греции и крупнее. Оценки кривых безрисковой доходности качественно различаются!



1. Для оценки безрисковой кривой для актуарных расчетов стоит использовать информацию о доходностях облигаций. Кривые своп-ставок применяются для ценообразования производных финансовых инструментов. Не стоит смешивать эти доходности.
2. Безрисковых активов не существует – необходимость учитывать информацию о кредитном качестве инструментов для оценки срочной структуры безрисковой доходности.
3. Рыночная информация о кредитном качестве вместо рейтингов.
4. Срочная структура не только безрисковой доходности, но и кредитных спрэдов.
5. Несогласованность результатов «наивных» подходов.



2. Методология совместного оценивания безрисковых доходностей и кредитных спрэдов

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ

- Одновременное оценивание кривой безрисковой доходности и кредитных спрэдов.
- Использование информации о CDS в качестве дополнительной информации о срочной структуре кредитных спрэдов.
- Ценообразование финансовых инструментов в рамках риск-нейтральной парадигмы с помощью моделей сокращенной формы. Внутри класса моделей сокращенной формы методология не зависит от выбора конкретной модели.
- Баланс точности описания рыночных данных и гладкости результирующих кривых.
- Учет погрешности оценки срочной структуры безрисковых доходностей и кредитных спрэдов.

СТОИМОСТЬ ОБЛИГАЦИЙ И CDS

- Стоимость финансового инструмента равна «ожидаемой» дисконтированной стоимости потоков платежей по данному инструменту.
- Стоимость облигации:

$$P_{j,k}^{bond} = \sum_{i=1}^n F_{i,j,k} \cdot D(t_{i,j,k}) Q_k(t_{i,j,k}) + 1 \cdot D(t_{j,k}^*) Q_k(t_{j,k}^*) + \int_0^{t_{j,k}^*} [(1 - LGD) D(\tau)] d(1 - Q_k(\tau))$$

- Стоимость CDS (в терминах up-front премии):

$$P_{j,k}^{CDS} = \int_0^{T_j^*} LGD_k \cdot D(\tau) d(1 - Q_k(\tau)) - S \left[\sum_{i=1}^{N_j} (T_{i-1} - T_i) D(T_i) Q_k(T_i) + \int_0^{T_j^*} (T_{I(\tau)} - \tau) D(\tau) d(1 - Q_k(\tau)) \right]$$

$F_{i,j,k}$ – размер i -ого (т.е. в момент времени t_i) платежа по j -ому инструменту k -ого эмитента; $D(t)$ – функция дисконтирования; $Q_k(t)$ – функция риск-нейтральной вероятности «дожития» (survival probability function); LGD – потери в случае дефолта (предполагаются постоянными); S – размер CDS премии (standard coupon).

МОДЕЛИ СОКРАЩЕННОЙ ФОРМЫ

- Функция дисконтирования (общая для всех эмитентов):

$$D_t(s) = \exp[-s \cdot r_t(s)] = \exp\left[-\int_0^s f_t(\tau) d\tau\right] = E_t^Q\left(\exp\left[-\int_t^{t+s} r_\tau d\tau\right]\right)$$

$r_t(s)$ – безрисковая спот-ставка на срок s ; $f_t(\tau)$ – мгновенная форвардная ставка, стартовая в момент времени τ ; r_τ – будущая мгновенная ставка в момент времени τ .

- Функция вероятности «дожития» (индивидуальная для каждого эмитента):

$$Q_t(s) = \exp[-s \cdot \Lambda_t(s)] = \exp\left[-\int_0^s \lambda_t(\tau) d\tau\right] = E_t^Q\left(\exp\left[-\int_t^{t+s} \lambda_\tau d\tau\right]\right)$$

$\Lambda_t(s)$ – средняя интенсивности дефолта на горизонте s (hazard process); $\lambda_t(\tau)$ – условная относительно текущей информации интенсивность дефолта в момент времени τ (hazard rate or default intensity); λ_τ – будущая интенсивность дефолта в момент времени τ .

- Неизвестные – функции $f_t(\tau)$ и $\lambda_t(\tau)$.

ПРОЦЕДУРА ОЦЕНКИ

- Безрисковая кривая находится из решения следующей задачи минимизации:

$$J^{bond} + \alpha \left\| f^{(n)} \right\|^2 + J^{CDS} + \sum_k \beta_k \left\| \lambda_k^{(n)} \right\|^2 \rightarrow \min_{f(\cdot), \lambda_k(\cdot)}$$

- Ошибка описания наблюдаемых рыночных данных:

$$J^{bond} = \sum_j \left[\frac{1}{a_{j,k} - b_{j,k}} \left(P_{j,k}^{bond} - \frac{a_{j,k} + b_{j,k}}{2} \right) \right]^2 \quad J^{CDS} = \sum_j \left[\frac{1}{A_{j,k} - B_{j,k}} \left(P_{j,k}^{CDS} - \frac{A_{j,k} + B_{j,k}}{2} \right) \right]^2$$

- Компонента «штрафа» за негладкость:

$$\left\| f^{(n)} \right\|^2 = \int_0^{\max t_{j,k}^*} \left[f^{(n)}(\tau) \right]^2 d\tau \quad \left\| \lambda_k^{(n)} \right\|^2 = \int_0^{\max t_{j,k}^*} \left[\lambda_k^{(n)}(\tau) \right]^2 d\tau$$

- Оценивание осуществляется по методу максимального правдоподобия.

ТРЕБОВАНИЯ К ДАННЫМ

1. Однородный состав эмитентов, например:
 - суверенные заемщики в одной валютной зоне;
 - представители одной индустрии и/или одной страны.
2. Однородный состав инструментов:
 - облигации: единая валюта; однородность по старшинству долга; отсутствие встроенных опционов; постоянное наличие котировок, периодическое заключение сделок;
 - CDS: современная конвенция; единая валюта; однородность по старшинству долга; одинаковый набор покрываемых кредитных событий; постоянное наличие котировок; периодическое заключение сделок.
3. Агрегированные данные: отдельные сделки и котировки малоинформативны, поэтому стоит пользоваться средними показателями за период и/или среди участников рынка.

ОЦЕНКА КРИВОЙ БЕЗРИСКОВОЙ ДОХОДНОСТИ ДЛЯ ЗОНЫ ЕВРО

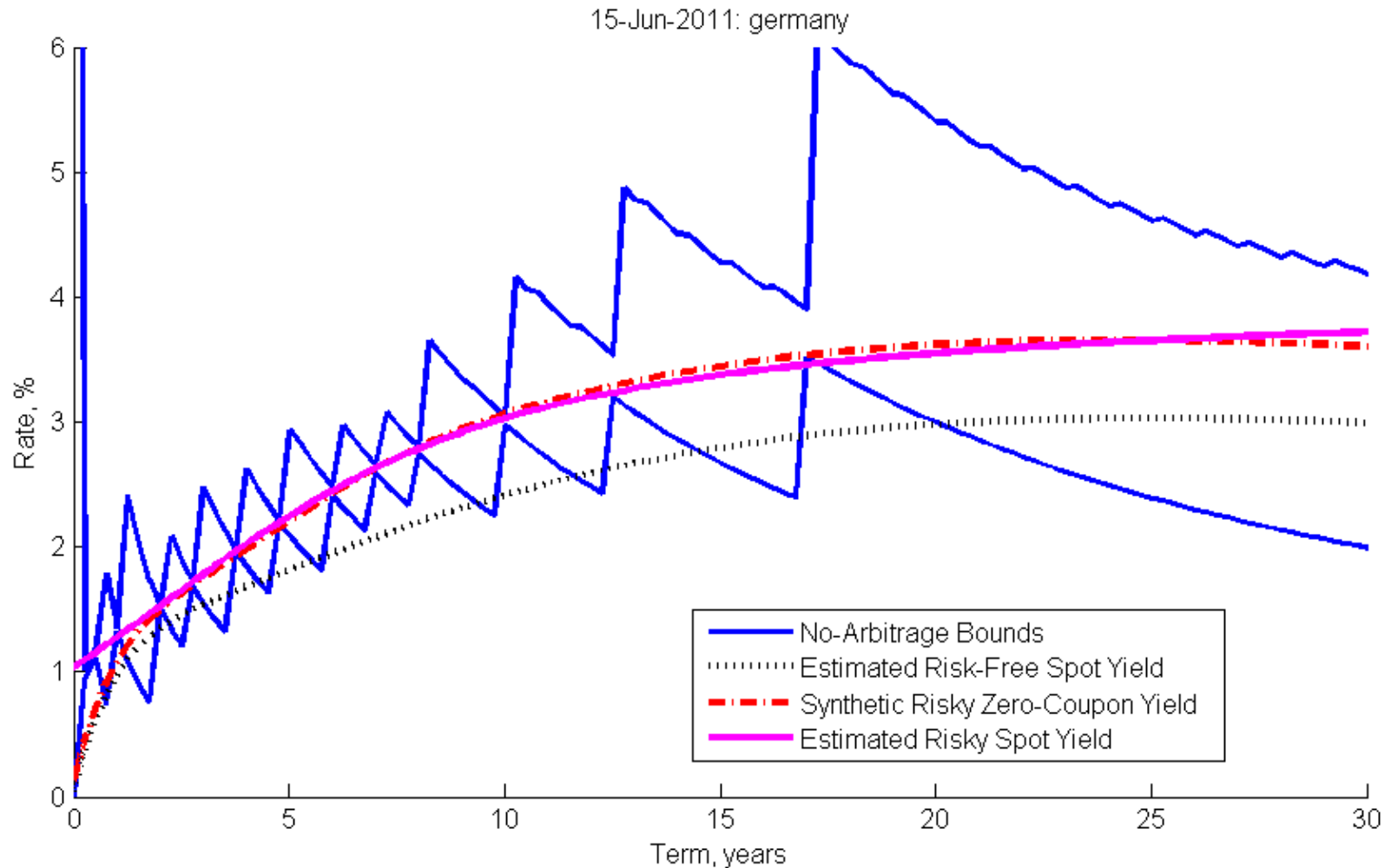
- Эмитенты: Германия, Франция, Италия, Испания, Португалия, Греция.
- Облигации:
 - Бэнчмарки.
 - Валюта – евро.
 - Количество: от 10 до 15 для каждого эмитента.
 - Срок до погашения от 1 до 30 лет.
 - Котировки на покупку и на продажу на конец торгового дня.
 - Источник: Bloomberg.
- CDS:
 - Стандартизованные: спрэд 100 б.п.
 - Валюта – евро.
 - Сроки: 6 месяцев, от 1 до 5 лет, 7 лет, 10 лет, 20 лет и 30 лет.
 - Конвенция в отношении реструктуризации долга: Modified-Modified.
 - Котировки на покупку и на продажу на конец торгового дня.
 - Источник: Thomson Reuters.

ОЦЕНКА КРИВОЙ БЕЗРИСКОВОЙ ДОХОДНОСТИ ДЛЯ ЗОНЫ ЕВРО

- Методология инвариантна по отношению к выбору модели оценке срочной структуры безрисковой доходности и интенсивностей дефолтов
- Два принципиально разных популярных подхода:
 - параметрический: Svensson (1994) для ставок и Cox-Ingersoll-Ross (1985) для интенсивностей дефолтов;
 - непараметрический: Смирнов, Захаров (2003) и Лапшин (2009) как для безрисковой доходности, так и для интенсивностей дефолтов.
- Следующие слайды демонстрируют результаты применения описанной методологии по данным на 15 июля 2011 г.

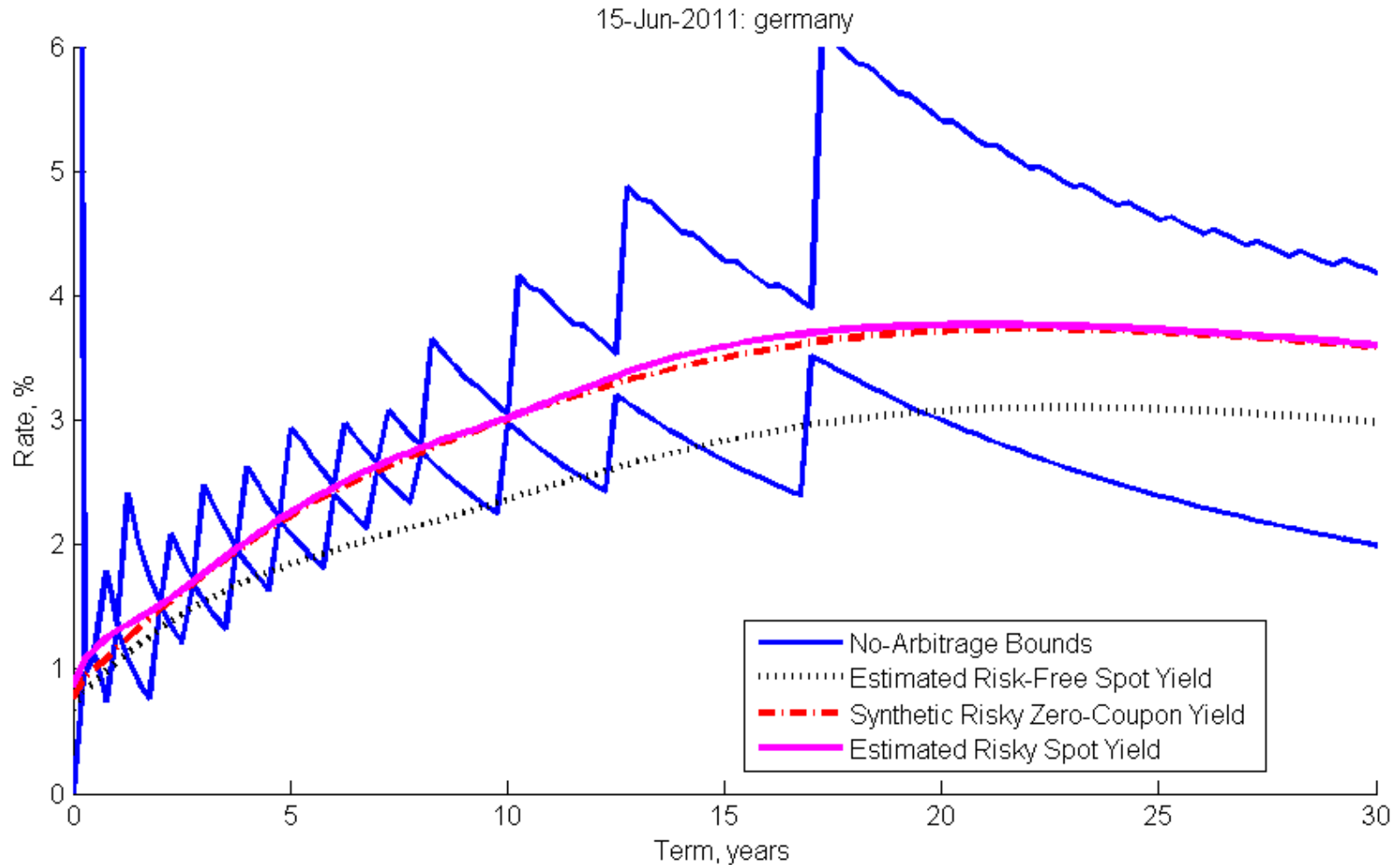


РЕЗУЛЬТАТЫ: ГЕРМАНИЯ, ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ ПОДХОД



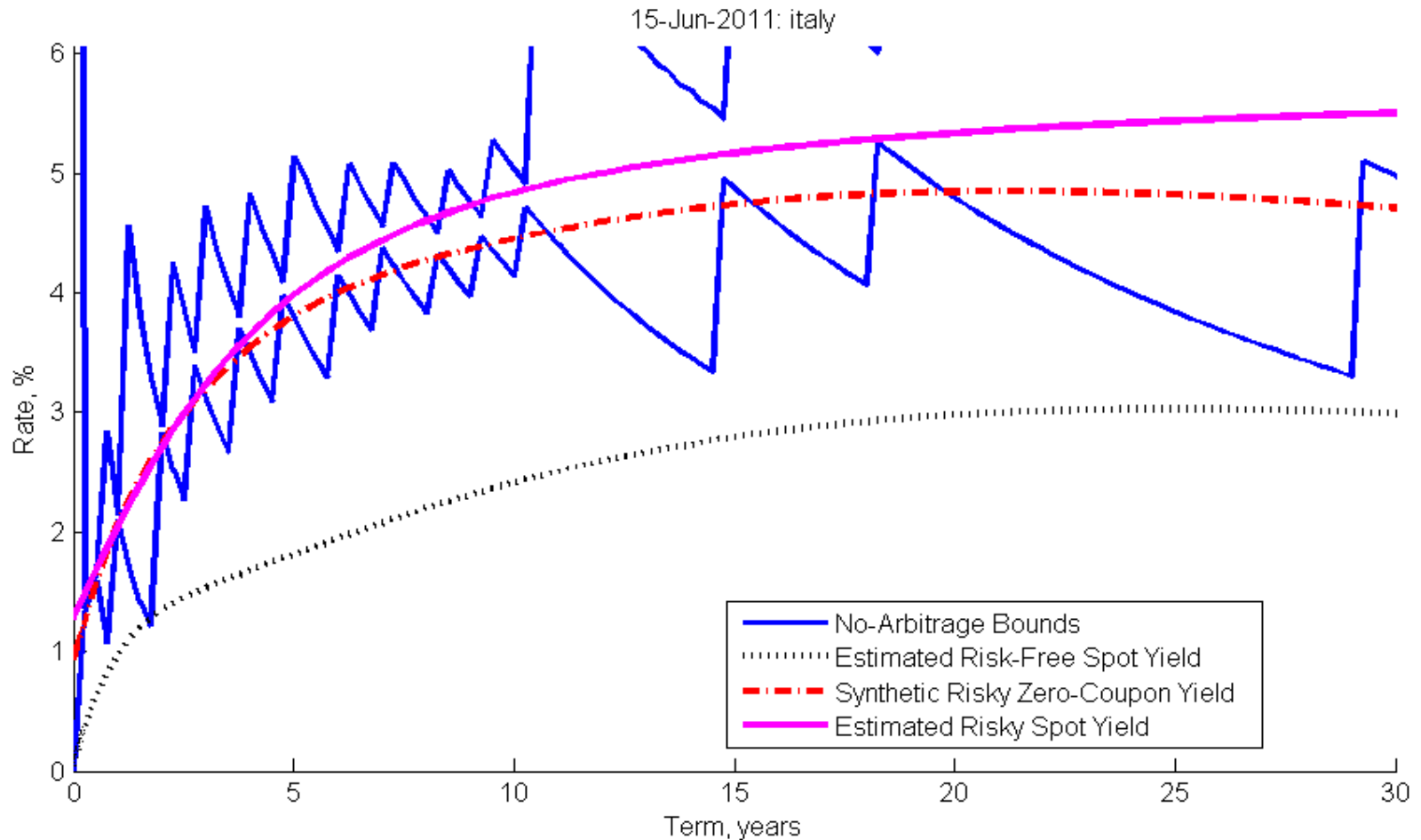


РЕЗУЛЬТАТЫ: ГЕРМАНИЯ, НЕПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ ПОДХОД



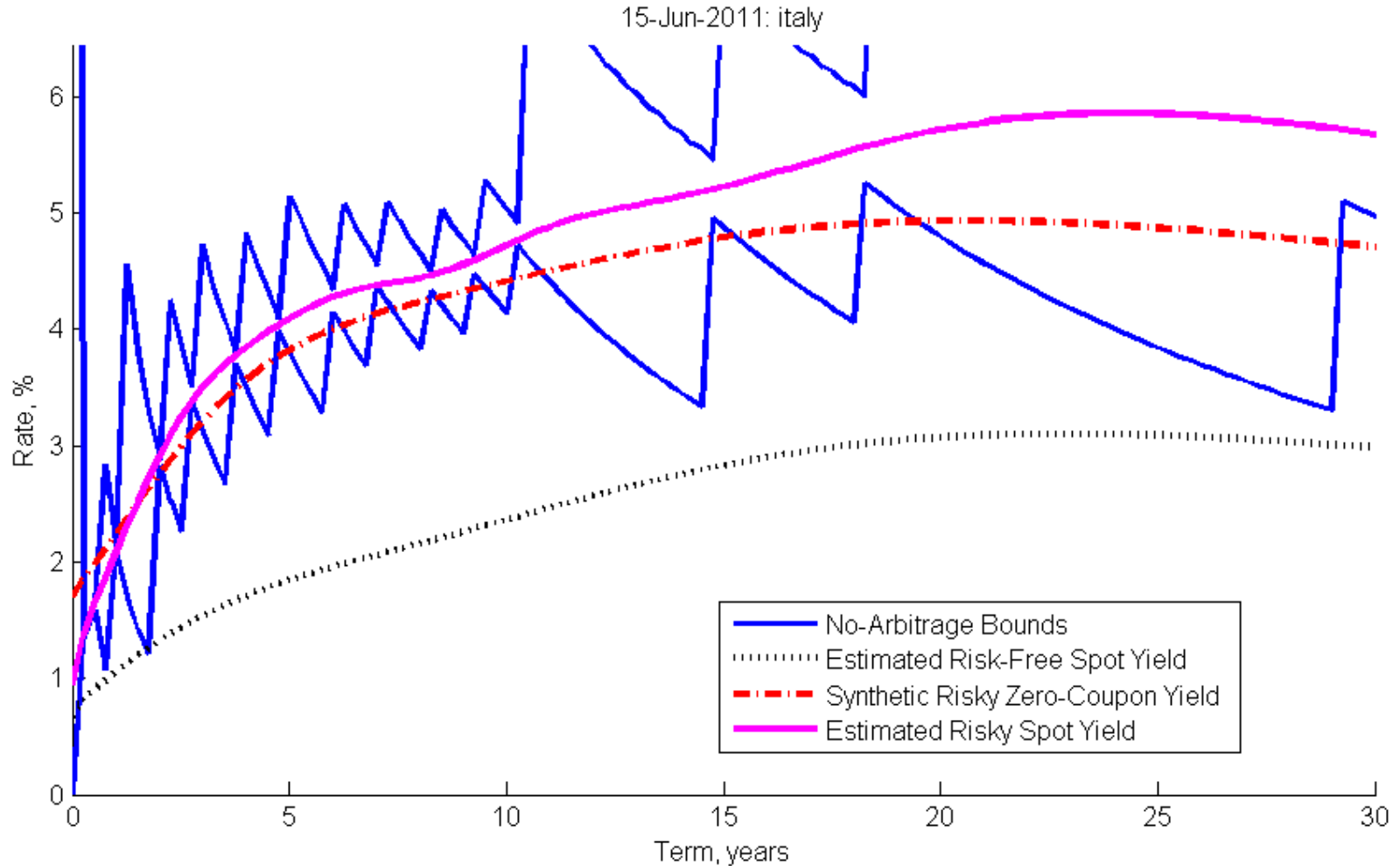


РЕЗУЛЬТАТЫ: ИТАЛИЯ ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ ПОДХОД



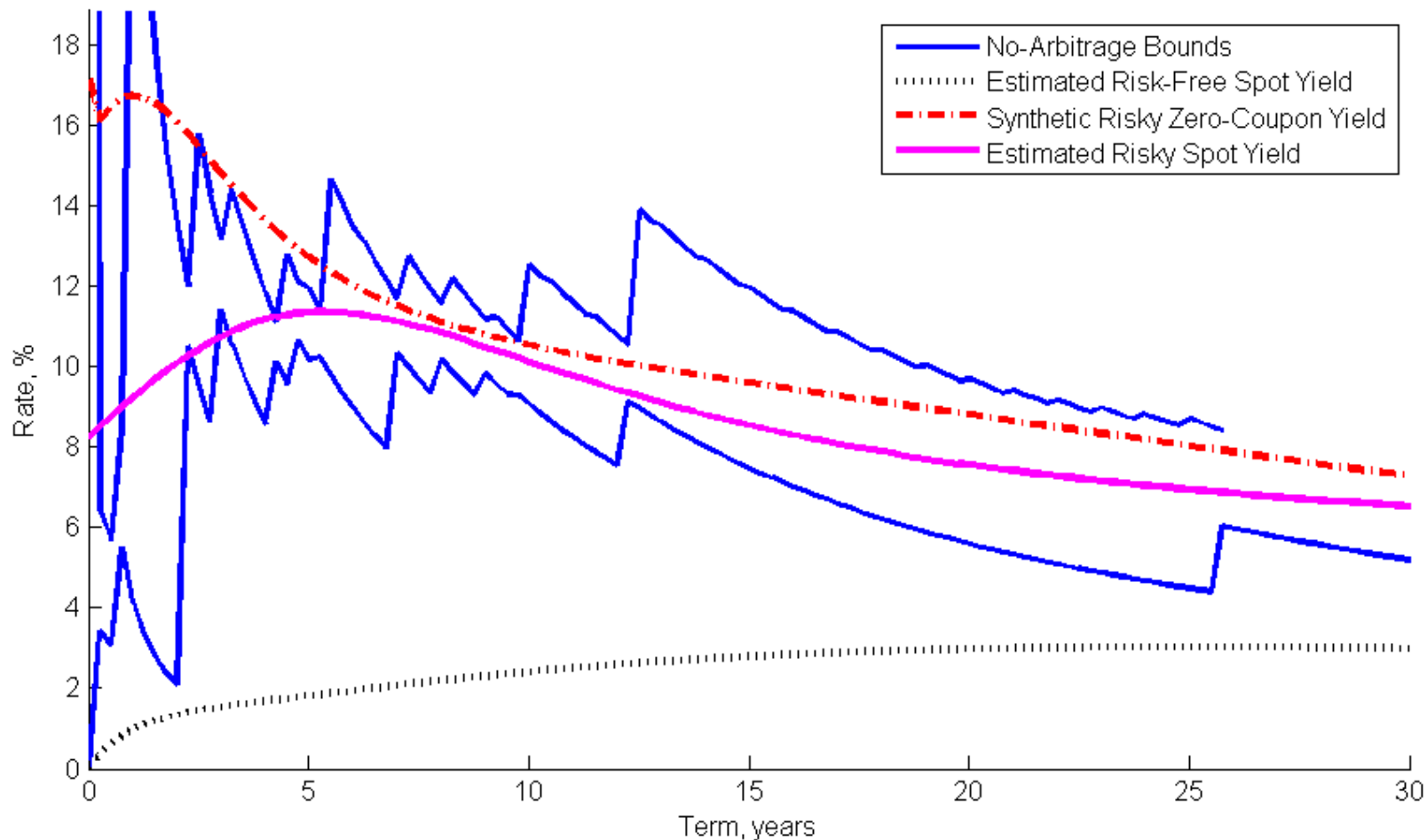


РЕЗУЛЬТАТЫ: ИТАЛИЯ, НЕПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ ПОДХОД



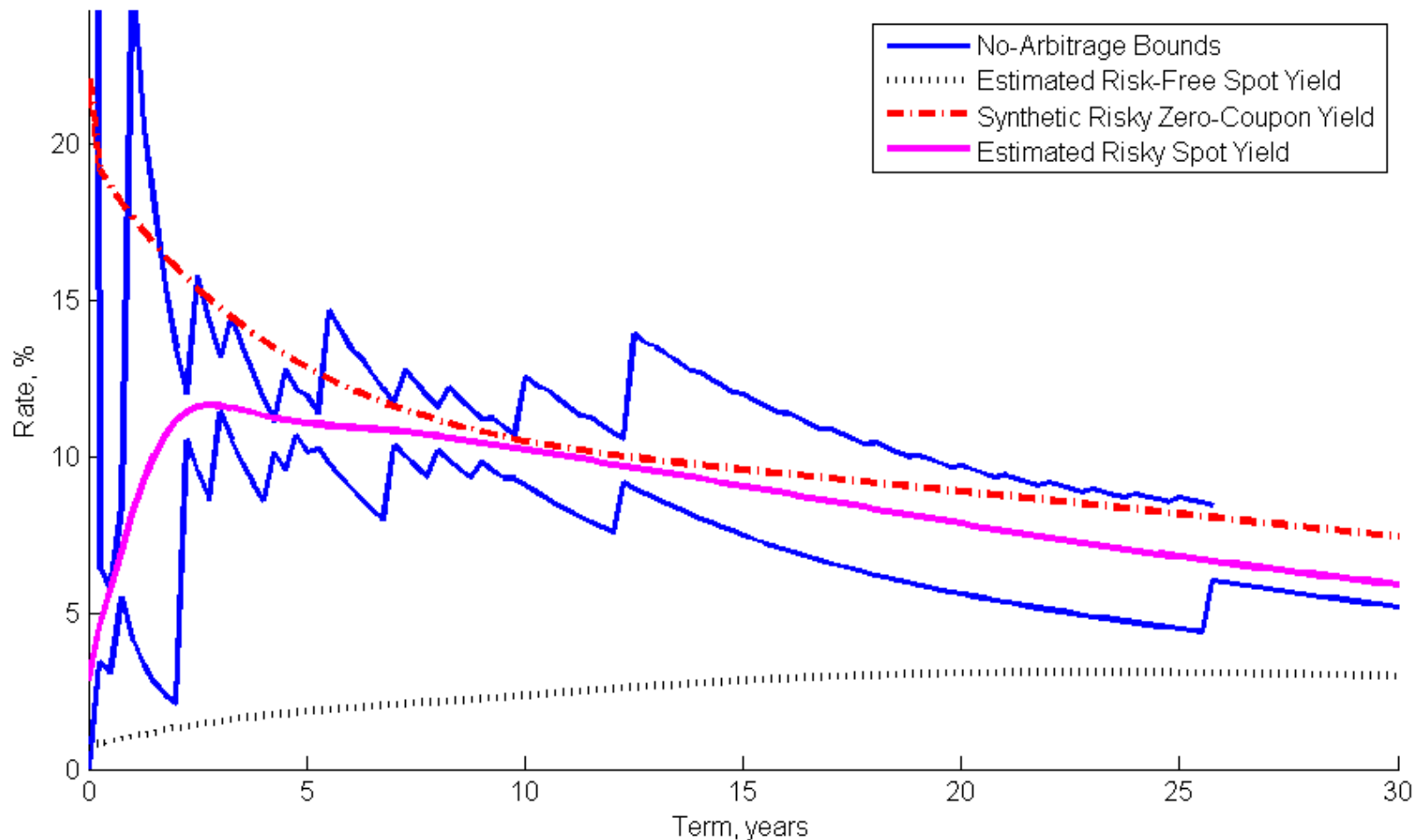
РЕЗУЛЬТАТЫ: ПОРТУГАЛИЯ, ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ ПОДХОД

15-Jun-2011: portugal



РЕЗУЛЬТАТЫ: ПОРТУГАЛИЯ, НЕПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ ПОДХОД

15-Jun-2011: portugal





НЕРЕШЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ

- Процесс определения рыночной цены (price discovery process) может происходить неравномерно на рынках облигаций и кредитных производных финансовых инструментов (см. Fontana, Scheicher , 2011).
- Не были учтены паттерны ликвидности между рынками облигаций и CDS. Для CDS характерна U-образная зависимость между ликвидностью и кредитным качеством (см. Brigo et al., 2010).
- В периоды финансовых потрясений типичные зависимости могут нарушаться. Общая проблема для всех рынков. Пример: LIBOR-OIS спрэд.



3. Заключение и направления дальнейших исследований

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И НАПРАВЛЕНИЯ ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

- Результирующая безрисковая кривая по предложенной методологии представляет собою «индекс» (среднюю оценку) безрисковой кривой.
- Нормирование ошибок приближения цен облигаций и CDS на бид-аск спрэд – автоматическая селекция данных. Большой вес присваивается более точной информации.
- Методологию можно расширить за счет поправки весов ошибок на особенности срочной структуры ликвидности инструментов. В частности, для CDS, при прочих равных условиях, вес должен быть больше у эмитентов среднего кредитного качества.
- Оценки кривой безрисковой доходности устойчивы относительно выбора подхода к оценке (параметрический, непараметрический).
- Тестирование методологии на данных стрессовых периодов.



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Спасибо
за внимание!

vlapshin@hse.ru

mkurbangaleev@hse.ru

<http://fermlab.hse.ru>