



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

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

Виктор Лапшин
Марат Курбангалеев
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 СМТ* 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 ЕСВ** 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>

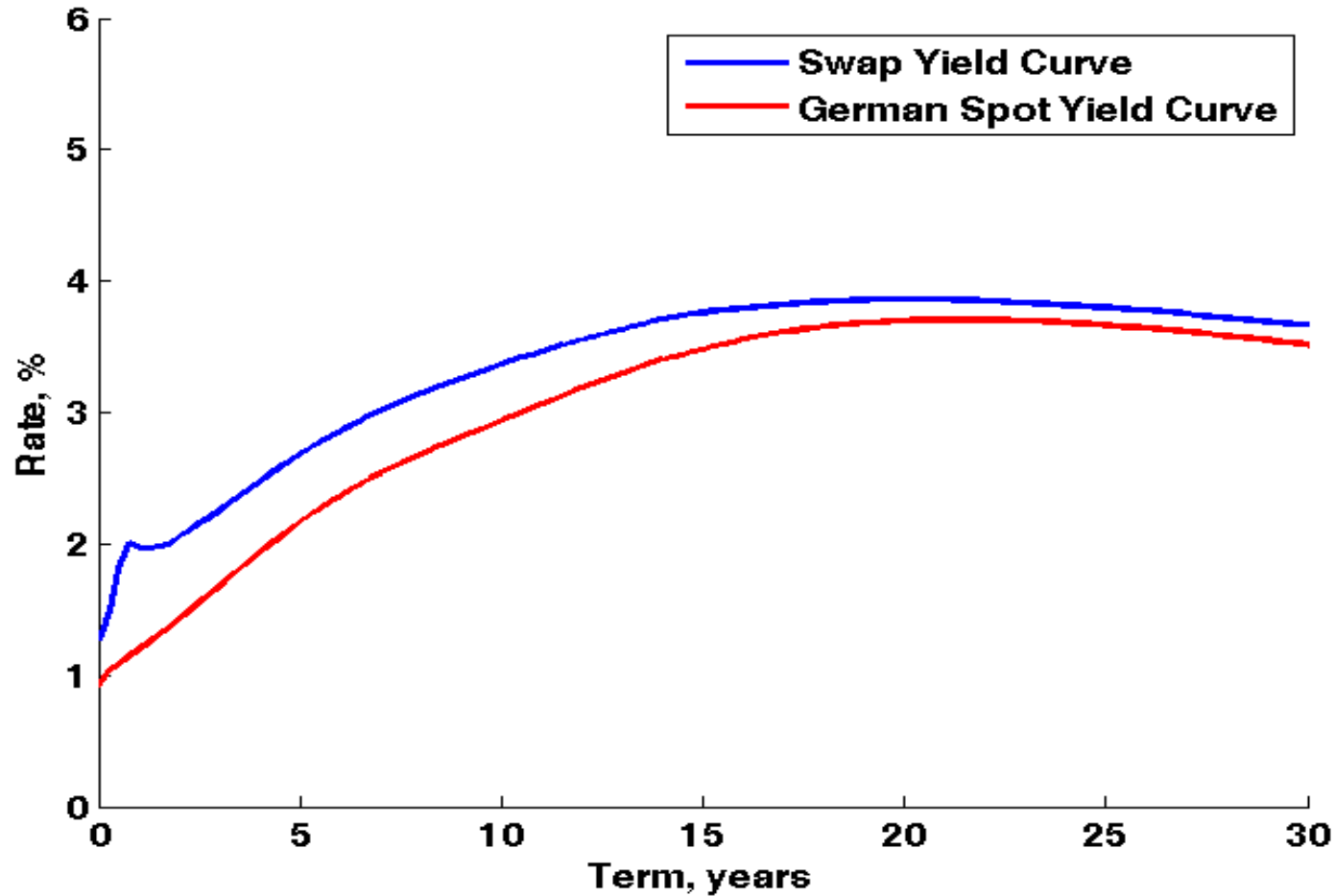
** http://www.ecb.int/stats/money/yc/html/technical_notes.pdf

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 спред?
 - ✓ Спреды доходностей облигаций – характеристика отдельного инструмента.
 - I-спред – разница между доходностью рискованной облигаций и интерполированной доходностью по безрисковым облигациям.
 - Z-спред – 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 спредов (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.

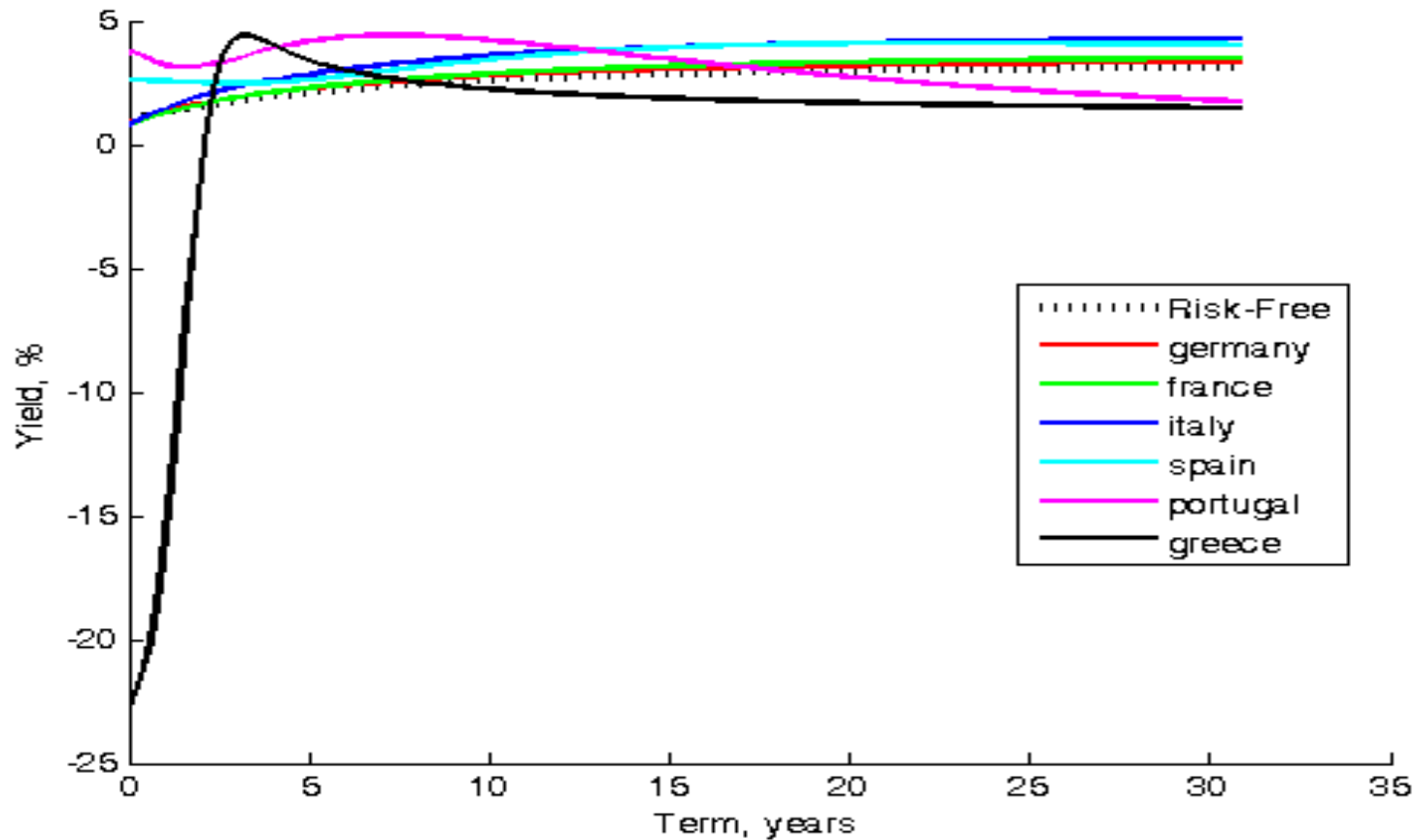
ОТ КРЕДИТНЫХ СПРЭДОВ К БЕЗРИСКОВОЙ СТАВКЕ

- 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

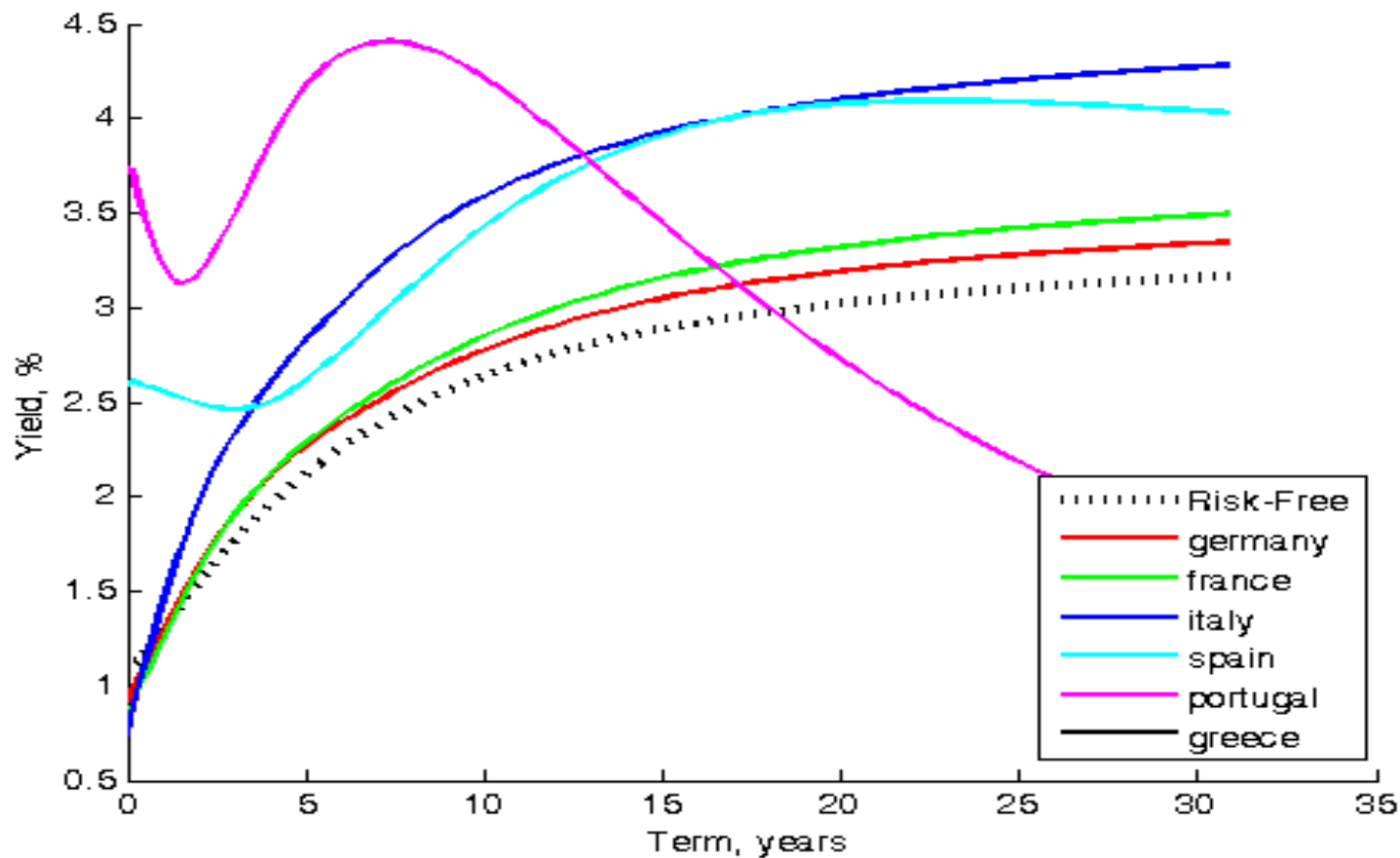
«Наивный» подход: оценка безрисковой кривой путем вычитания срочной структуры CDS спрэдов из срочной структуры доходности облигаций.





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.

МОДЕЛИ СОКРАЩЕННОЙ ФОРМЫ

- Функция дисконтирования (общая для всех эмитентов):

$$D_t(s) = \exp[-s \cdot r_t(s)] = \exp\left[-\int_0^s f_t(x) dx\right] = E_t \exp\left[-\int_t^{t+s} r_x dx\right]$$

$r_t(s)$ – безрисковая спот-ставка на срок s ; $f_t(x)$ – мгновенная форвардная ставка, стартовая в момент времени x ; r_x – будущая мгновенная ставка в момент времени x .

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

$$Q_t(s) = \exp[-s \cdot \Lambda_t(s)] = \exp\left[-\int_0^s \lambda_t(x) dx\right] = E_t \exp\left[-\int_t^{t+s} \lambda_x dx\right]$$

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

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

СТОИМОСТЬ ОБЛИГАЦИЙ И CDS

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

$$P^{bond} = c \sum_{i=1}^n (t_i - t_{i-1}) D(t_i) Q(t_i) + 1 \cdot D(t_n) Q(t_n) + \int_0^{t_n} [(1 - L^{bond}) D(x)] d(1 - Q(x))$$

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

$$P^{CDS} = \int_0^{t_n} L^{CDS} D(x) d(1 - Q(x)) - S \left[\sum_{i=1}^n D(t_i) (t_i - t_{i-1}) Q(t_i) + \int_0^{t_n} D(x) (t_{I(x)} - x) d(1 - Q(x)) \right]$$

c — размер купона облигации; $D(t)$ — функция дисконтирования; $Q(t)$ — функция риск-нейтральной вероятности «дожития» (survival probability function); L — потери в случае дефолта (предполагаются постоянными); S — размер CDS премии (standard coupon), t_i — моменты выплат по облигациям и CDS, $I(x)$ — время последней произведённой выплаты к моменту x .

- Безрисковая кривая находится из решения следующей задачи минимизации:

$$\frac{1}{N} \sum_{k=1}^N [J_k^{bond}] + \alpha w^{bond}(f)^2 + \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N [J_k^{CDS} + \beta_k w_k^{CDS}(\lambda_k)] \rightarrow \min_{f(\cdot), \lambda_k(\cdot)}$$

- Ошибка описания наблюдаемых рыночных данных:

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

- Компонента «штрафа» за негладкость:

$$w(g) = \|g^{(n)}\|^2 = \int_0^T [g^{(n)}(\tau)]^2 d\tau$$

- 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

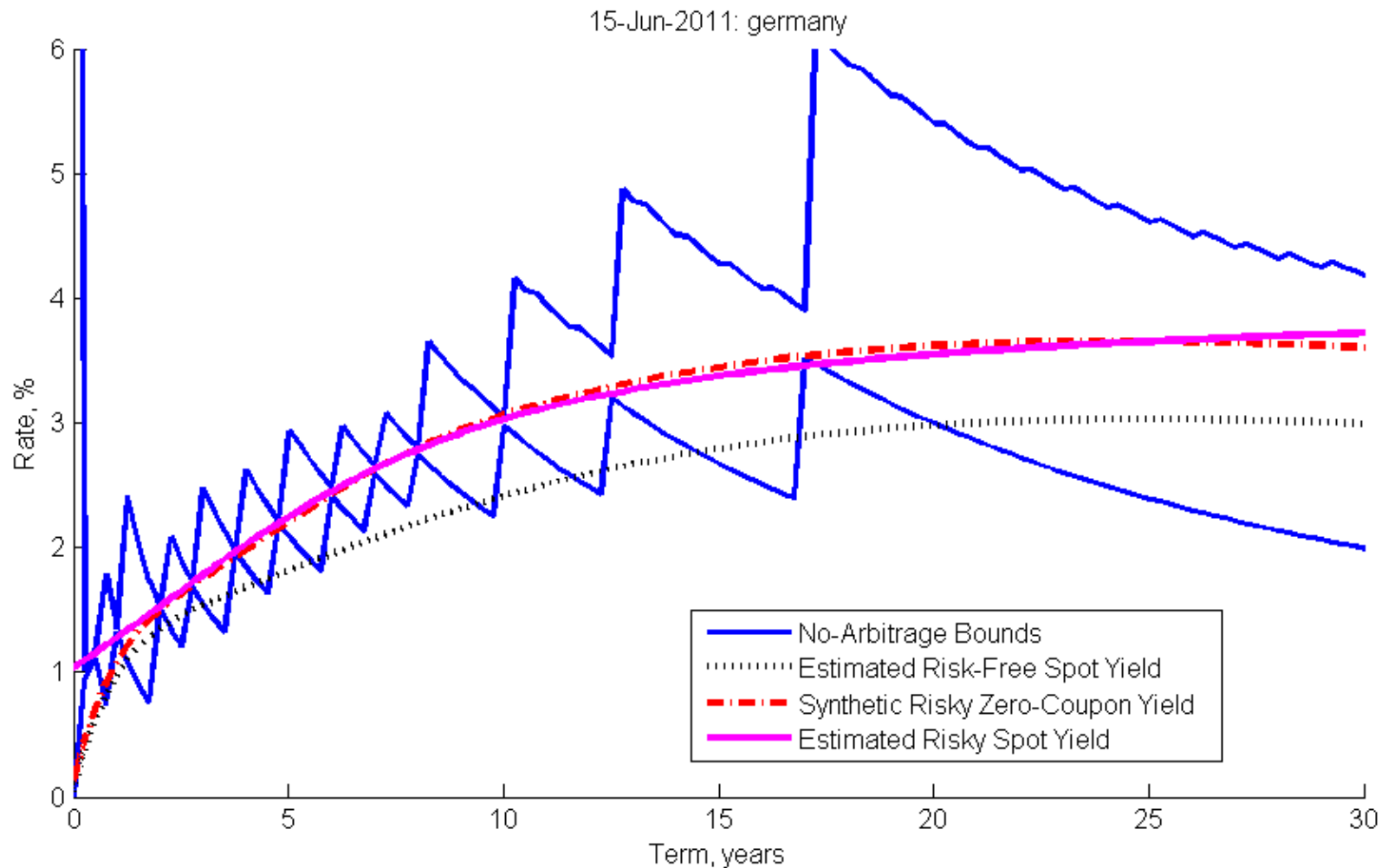
- Эмитенты: Германия, Франция, Италия, Испания, Португалия, Греция.
- Облигации:
 - Бэнчмарки.
 - Валюта – евро.
 - Количество: от 10 до 15 для каждого эмитента.
 - Срок до погашения от 1 до 30 лет.
 - Котировки на покупку и на продажу на конец торгового дня.
 - Источник: Bloomberg.
- CDS:
 - Стандартизованные: 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

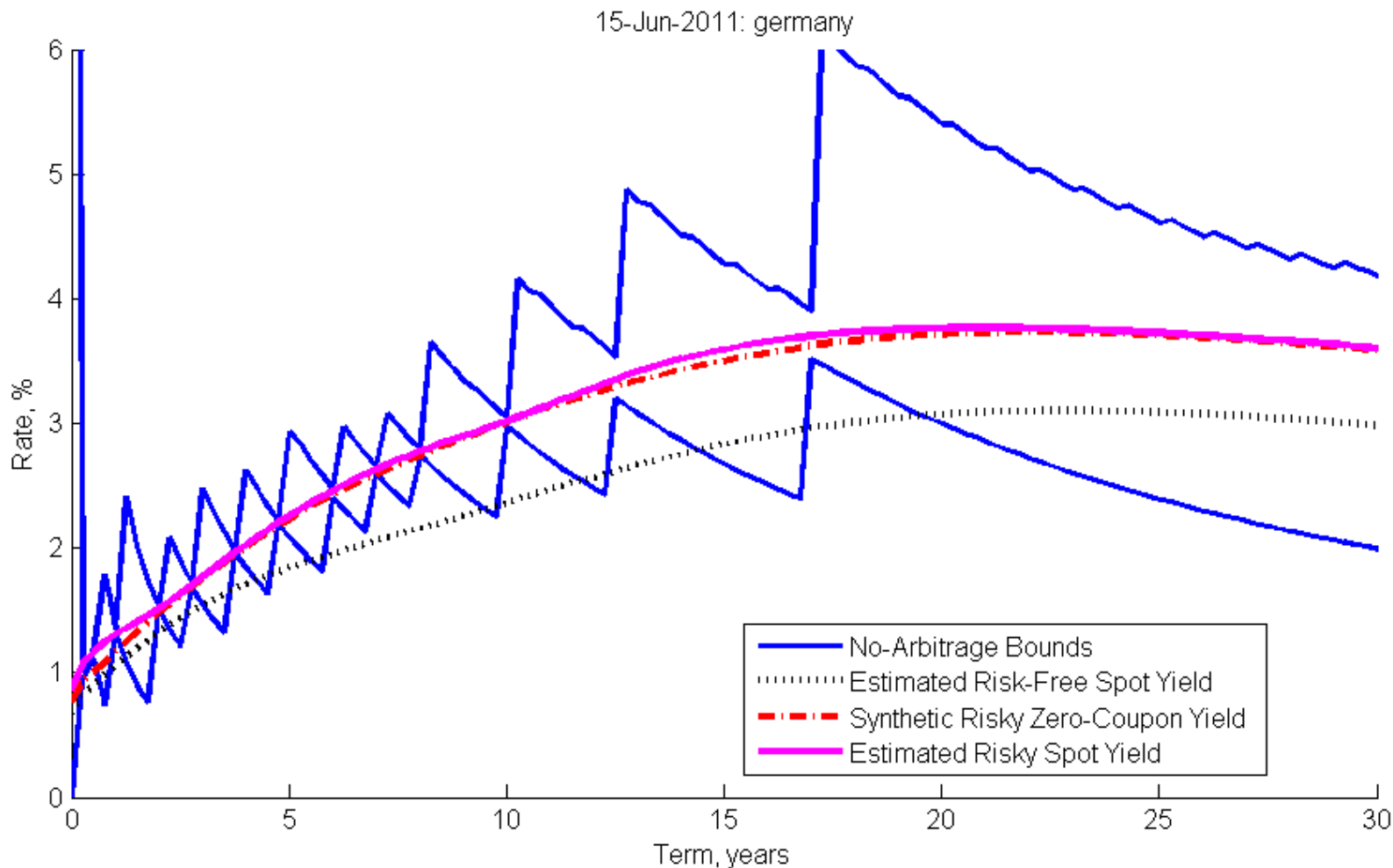
- Методология инвариантна по отношению к выбору модели оценке срочной структуры безрисковой доходности и интенсивностей дефолтов
- Два принципиально разных популярных подхода:
 - параметрический: Svensson (1994) для ставок и Cox-Ingersoll-Ross (1985) для интенсивностей дефолтов;
 - непараметрический: 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

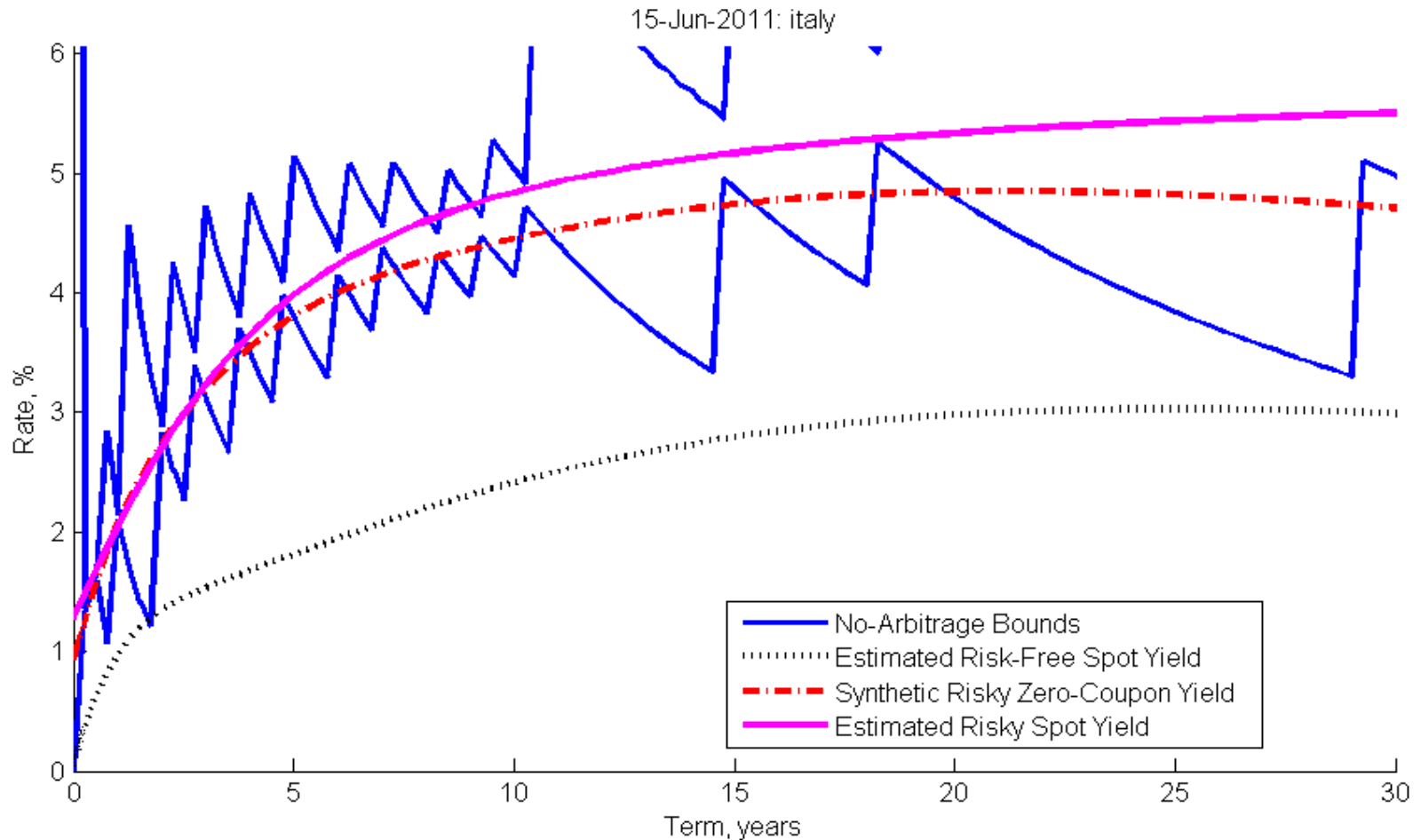


РЕЗУЛЬТАТЫ: ГЕРМАНИЯ, НЕПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ ПОДХОД



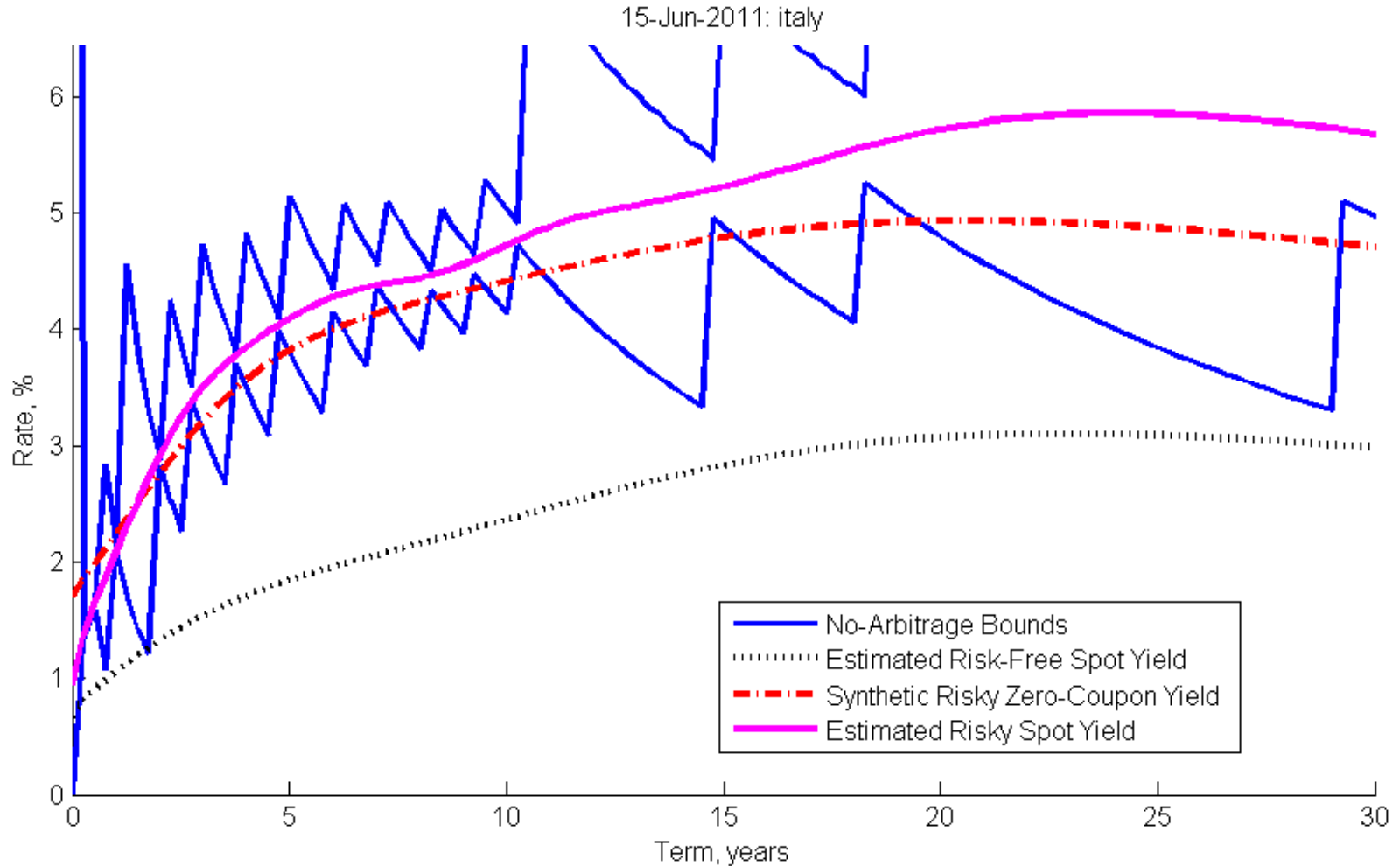


РЕЗУЛЬТАТЫ: ИТАЛИЯ ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ ПОДХОД





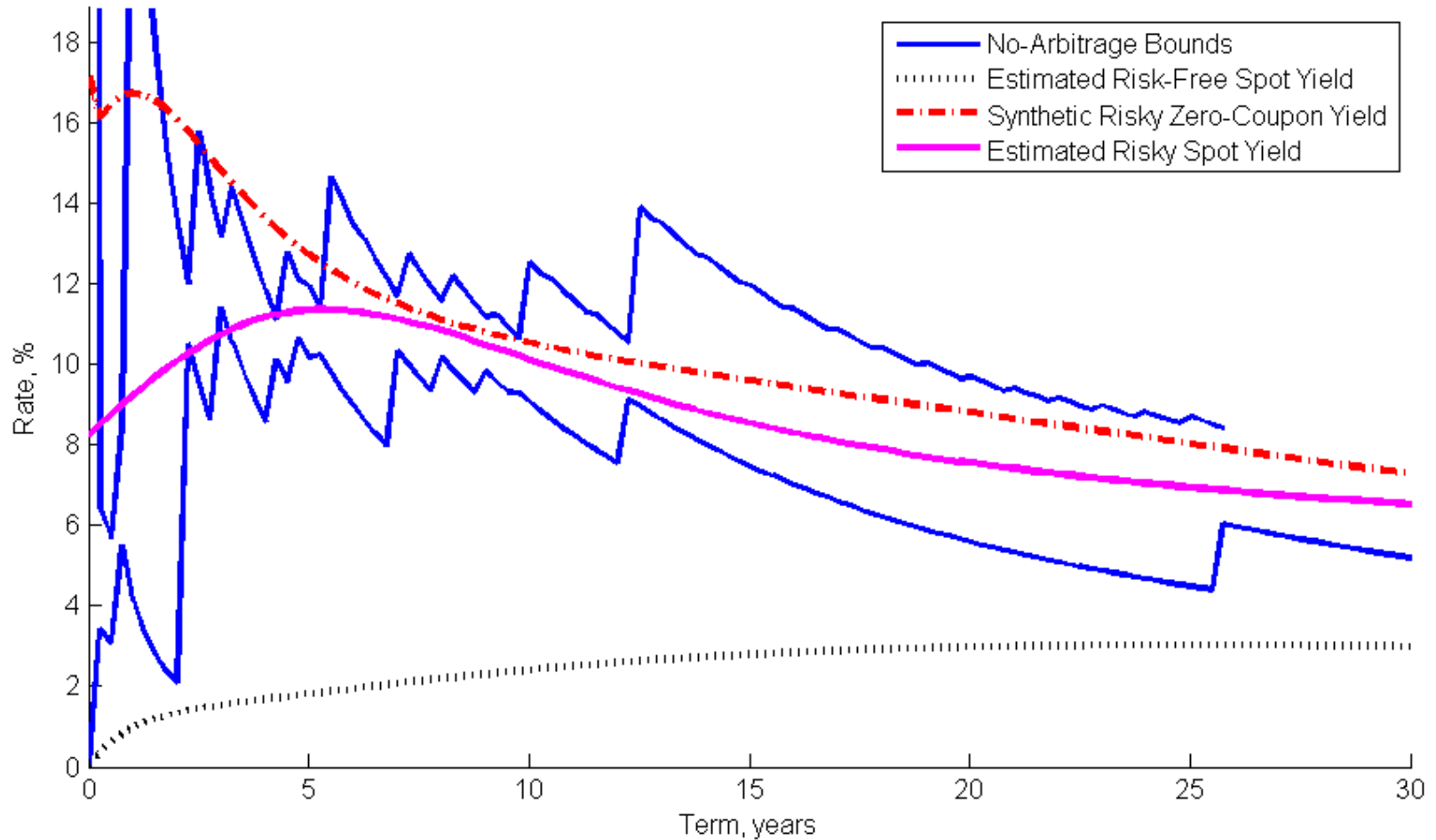
РЕЗУЛЬТАТЫ: ИТАЛИЯ, НЕПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ ПОДХОД





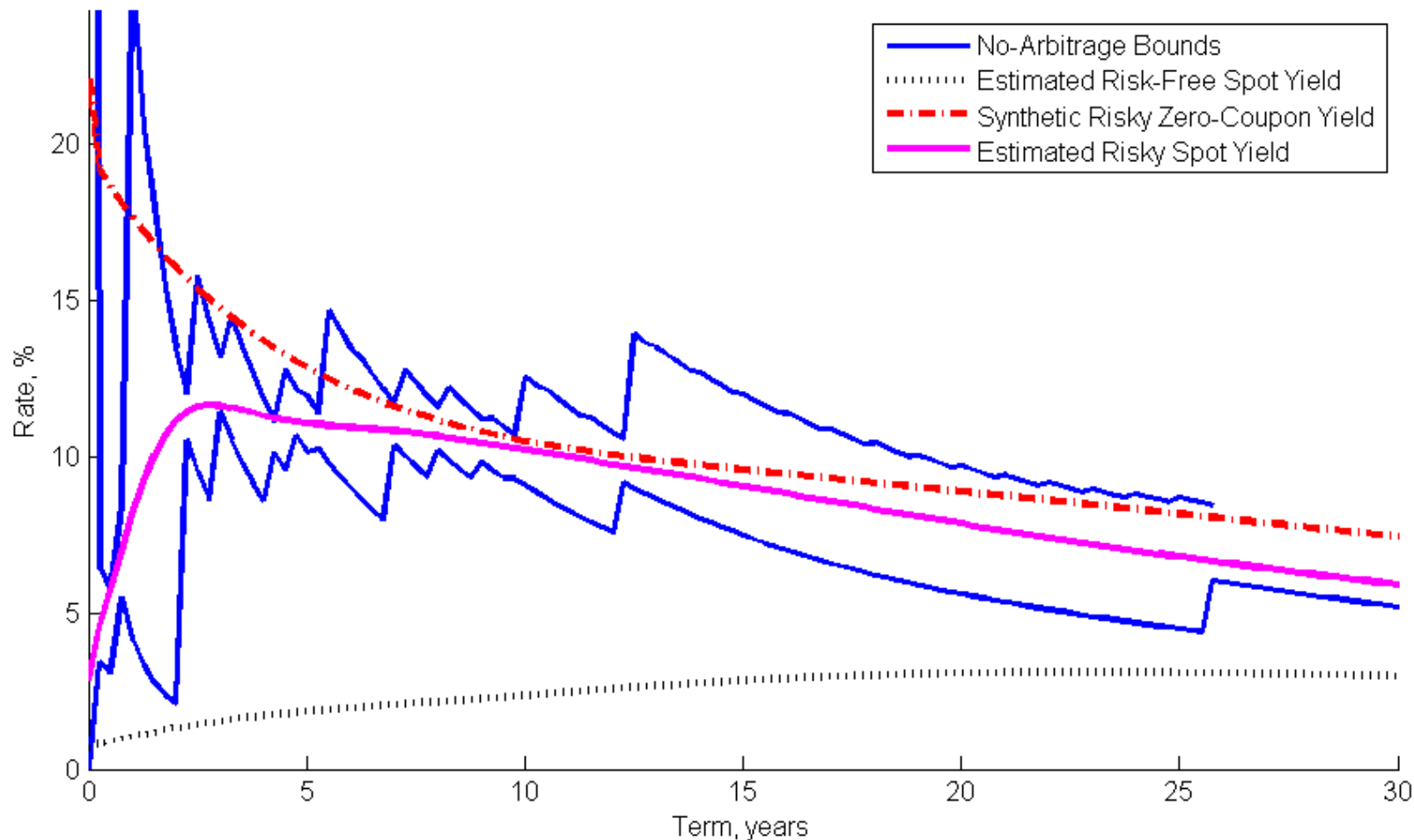
РЕЗУЛЬТАТЫ: ПОРТУГАЛИЯ, ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ ПОДХОД

15-Jun-2011: portugal



РЕЗУЛЬТАТЫ: ПОРТУГАЛИЯ, НЕПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ ПОДХОД

15-Jun-2011: portugal





3. Заключение и направления дальнейших исследований

ВЫВОДЫ

- Рынки суверенных облигаций стран Еврозоны и CDS на них по-разному отражают кредитный риск по одним и тем же обязательствам.
- Этот эффект тем заметнее, чем хуже кредитное качество.
- Для стран с низким кредитным качеством облигации имеют значительно меньший кредитный спрэд, нежели CDS, что может означать меньшую подразумеваемую вероятность дефолта на рынке облигаций по сравнению с рынком CDS.



НЕРЕШЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ

- Процесс определения рыночной цены (price discovery process) может происходить неравномерно на рынках облигаций и кредитных производных финансовых инструментов (см. Fontana, Scheicher , 2011).
- Предположение о постоянном и известном LGD слишком сильно. Известны методы оценки LGD по данным о срочной структуре спредов (см. Song, 2008; Bakshi, Madan, Zhang, 2006).
- 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 спред.



ИТОГИ

- Характер результирующей безрисковой кривой по предложенной методологии — некая средняя оценка безрисковой кривой, которую можно рассматривать как индекс.
- Учёт особенностей срочной структуры ликвидности инструментов путём подбора весов ошибок. В частности, для CDS, при прочих равных условиях, вес должен быть больше у эмитентов среднего кредитного качества.
- Инвариантность относительно выбора подхода к оценке (параметрический, непараметрический): получаемые оценки кривой практически не зависят от этого выбора.
- Нормирование ошибок приближения цен облигаций и CDS на бид-аск спрэд – автоматическая селекция данных. Большой вес присваивается более точной информации.
- Явное тестирование методологии на данных стрессовых периодов.



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Спасибо
за внимание!

vlapshin@hse.ru

mkurbangaleev@hse.ru

<http://fermlab.hse.ru>