

Правительство Российской Федерации

**Государственное образовательное бюджетное учреждение высшего
профессионального образования**

**«Государственный университет -
Высшая школа экономики»**

Факультет мировой экономики и мировой политики

**Кафедра международных валютно-финансовых
отношений**

Методический пакет дисциплины

*«Политика Федеральной резервной системы и
Европейского центрального банка и
валютный курс»*

**для направления 080100.68 «Экономика»
подготовки магистра**

Составитель: преп. Камротов М.В. e-mail: kamrotov@gmail.com

Москва, 2009г.

Оглавление

Оглавление.....2

Сведения об учебном курсе

Автор программы:

преподаватель М.В. Камротов

Общие сведения об учебном курсе:

Дисциплина читается студентам первого курса магистратуры по направлению «Экономика» факультета Мировой экономики и мировой политики. Курс является дисциплиной по выбору и читается в пятом модуле учебного года. Продолжительность курса составляет 81 учебный час, в том числе 28 часов лекционных занятий. Рубежный контроль - зачет.

Требования к студентам:

Освоение курса предполагает предварительное знакомство студентов с содержанием следующих учебных дисциплин: «Макроэкономика», «Микроэкономика», «Финансы, денежное обращение и кредит», «Математический анализ», «Теория статистики», «Теория вероятностей», «Эконометрика». Предполагается, что студент находится в информационно-аналитическом поле, активно интересуется мировой экономикой, компетентен в основах функционирования финансовых рынков.

Цель курса:

Дать представление студентам о поведении денежных властей двух крупнейших экономик мира - США и Еврозоны – и об основном механизме формирования валютного курса доллара к евро; обучить слушателей технике анализа динамики валютного курса в контексте поведения Федеральной резервной системы и Европейского центрального банка.

Образовательный стандарт по данной дисциплине:

Государственный образовательный стандарт по направлению 521600 «Экономика» 2000 г.

Новизна курса

Предлагаемый курс – новый для ГУ-ВШЭ и разработан специально для студентов магистратуры «Мировая экономика» по направлению «Экономика». Новизна курса состоит в совместном систематическом рассмотрении кредитно-денежной политики центральных банков США и Еврозоны и динамики курса доллара к евро. Такой подход призван обеспечить понимание студентами взаимосвязи денежных властей на международном уровне и ее последствий для валютного рынка. В отличие от читаемых в других российских университетах курсов по проблемам прогнозирования валютного курса и политики центральных банков, предлагаемый учебный курс стимулирует студентов к самостоятельным эмпирическим проверкам существующих экономических теорий. Во время

лекций студенты получают необходимые навыки работы с экономическими данными, а также научатся использовать современные инструменты формального анализа финансовых рынков, что позволит им проводить собственные исследования и обеспечит более глубокое понимание существующих проблем современных теорий валютного курса. Многие из обсуждаемых в курсе тем носят дискуссионный характер, поэтому по возможности в рекомендованной литературе представлены разные точки зрения на ту или иную проблему.

Аннотация:

Образование Еврозоны и Европейского центрального банка привело к появлению экономики, сопоставимой по характеристикам с США, и валюты евро, рассматриваемой зачастую в качестве альтернативы доллару на мировых финансовых рынках. Валютная пара евро-доллар – одна из ключевых пар валютного рынка, вопрос механизма формирования ее курса представляет огромный интерес.

В течение последних десятилетий исследователи пытаются разрешить так называемую “загадку отрыва валютного курса” (*exchange rate disconnect puzzle*), заключающуюся в неспособности макроэкономических переменных, которые, казалось бы, должны объяснять динамику валютного курса, достоверно предсказывать его изменение. Перспективным подходом к проблеме прогнозирования валютного курса является ее рассмотрение совместно с кредитно-денежной политикой центральных банков.

Результаты исследований показывают, что существует высокая степень взаимозависимости кредитно-денежной политики Европейского центрального банка и Федеральной резервной системы. Такая особенность приводит к формированию специфической динамики процентных ставок, что, в свою очередь, определяет характер поведения курса доллара по отношению к евро. В центре учебного курса находятся проблемы формализации поведения ФРС и ЕЦБ и его воздействия на валютный курс.

Применение высоко эффективных современных методов на основе векторной авторегрессии и матричных операторов вносит большой вклад не только в понимание механизма формирования валютного курса доллара к евро и возможности его прогнозирования, но и в знание о кредитно-денежной политике двух крупнейших центральных банков – Федеральной резервной системы и Европейского центрального банка – в условиях глобальной экономики.

Аналогов данному курсу в российской высшей школе не существует. Рассмотрение взаимодействия ЕЦБ и ФРС ограничено, как правило, только теоретическим анализом в разрезе потенциальных выгод и издержек такого взаимодействия. Предлагаемый же курс нацелен на подробный эмпирический анализ в дополнение к теоретическим основам взаимного влияния кредитно-денежной политики банков. На лекциях рассматриваются

новаторские в контексте проблемы объяснения и прогнозирования динамики валютного курса методы – модели бинарного выбора и анализ фазовых диаграмм с помощью матричных операторов. Выявляется специфический режим кредитно-денежной политики центральных банков США и Еврозоны, основанный на тесном взаимодействии и конструируется модель зависимости курса доллара к евро от управляемых ФРС и ЕЦБ процентных ставок, которая дополняет стандартную теорию непокрытого паритета процентных ставок. Отличительной особенностью проведения занятий по курсу является интенсивная работа студентов в средствах математического программирования (Mathcad 14), что, с одной стороны, способствует усвоению предлагаемого материала, а с другой стороны – расширяет компетенции студентов как самостоятельных исследователей.

Учебный курс должен обеспечить студентов необходимыми знаниями и навыками для понимания и прогнозирования действий центральных банков, а также для профессионального анализа современного валютного рынка.

В результате усвоения курса студент должен овладеть объемом знаний по проблематике принятия решений денежными властями в рамках кредитно-денежной политики, иметь собственные представления об основных механизмах формирования курса доллара к евро и получить навыки моделирования и прогнозирования ключевых процентных ставок центральных банков и валютного курса.

Благодаря стажировке в Стэнфордском университете, во время которой посещались экономические учебные курсы различного уровня (в том числе “Risk and Insurance”, “Introductory Economics”, “International Finance” для студентов бакалавриата; “Statistical Methods in Finance” для студентов магистратуры; “Advanced Macroeconomics” для студентов Ph.D.), были сделаны следующие выводы о необходимых принципах преподавания данного учебного курса.

Во-первых, детальное внимание на лекциях уделяется базовым понятиям рассматриваемых теорий. Как правило, в рамках учебных курсов они рассматриваются достаточно поверхностно, лишь на уровне определений, что создает существенные проблемы для понимания студентами более сложных элементов. Как показывает практика преподавания экономики в Стэнфордском университете, обеспечение глубокого понимания фундаментальных понятий изучаемых теорий в рамках программ бакалавриата позволяет студентам в дальнейшем (на уровне магистратуры и программ Ph.D.) сосредоточиться на собственных исследованиях, не затрачивая усилия на повторение в недостаточной степени усвоенного базового материала, как это зачастую происходит в российских ВУЗах. Большинство курсов в магистратурах российской высшей школы разработано в предположении о достаточном уровне подготовки поступающих, что далеко не всегда соответствует реалиям. Это приводит к необходимости корректировать содержание программы уже в процессе

проведения занятий и нарушает логику изложения материала. Учитывая последний факт, лекции по предлагаемому учебному курсу изначально строятся исходя из предположения о необходимости, в первую очередь, обеспечить полное понимание студентами основ предмета для того, чтобы максимально быстро перейти на более продвинутый уровень.

Во-вторых, на лекциях рассматриваются только наиболее свежие данные, что призвано привлечь интерес слушателей к наиболее актуальным проблемам валютного рынка. Содержание программ учебных курсов в Стэнфордском университете постоянно поддерживается в актуальном состоянии и регулярно обновляется. Профессорско-преподавательский состав проводит тщательную ревизию используемых данных даже при подготовке к каждой конкретной лекции. Такой подход стимулирует интерес слушателей к рассматриваемым задачам, а также позволяет студентам принять участие в решении действительно актуальных проблем в изучаемой области.

Наконец, ключевым методом проведения лекций является непосредственное участие студентов в численных экспериментах в рамках занятий. Такой подход призван закрыть традиционно наблюдаемый пробел между теоретическими знаниями и умением подвергать их эмпирической проверке и применять на практике. В рамках учебных программ по экономике в Стэнфордском университете одним из ключевых требований, предъявляемых к студентам, является выполнение самостоятельного эмпирического исследования по выбранной теме. Именно качество данной работы и уровень проявленных при этом исследовательских навыков являются, по мнению профессорско-преподавательского состава факультета экономики, определяющими характеристиками степени усвоения студентами материалов учебной программы. Умение обрабатывать экономические данные и делать обоснованные выводы, таким образом, оказывается в центре внимания при построении учебного курса.

Предполагаемое количество студентов – ежегодных слушателей курса составляет 15 человек.

Учебные задачи курса:

В результате изучения дисциплины студент должен:

- **Знать:** цели и задачи курса «Политика ФРС и ЕЦБ и валютный курс», основные режимы кредитно-денежной политики центральных банков, специфику кредитно-денежной политики Федеральной резервной системы и Европейского центрального банка, особенности курсообразования на рынке валютной пары доллар-евро.
- **Уметь:** пользоваться учебной, справочной и научной литературой, статистическими данными по обозначенной теме, анализировать проводимую ФРС и ЕЦБ кредитно-денежную политику,

прогнозировать динамику ключевых процентных ставок США и Еврозоны, моделировать поведение курса доллара к евро, оценивать качество конструируемых моделей

- **Иметь:** представление о современных проблемах моделирования валютного курса и кредитно-денежной политики, а также об ограничениях возможностей моделирования
- **Обладать:** способностями критически оценивать аналитические и научные материалы по проблематике прогнозирования валютного курса и навыками самостоятельного исследования актуальных вопросов по теме.

Календарный план дисциплины

| № | Дата | Содержание лекции | Количество часов | Вычислительные эксперименты |
|----|----------|--|------------------|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 01 | 11 марта | Теоретические основы взаимосвязи процентных ставок и валютного курса. Теория непокрытого паритета процентных ставок и ее проверка на основе моделей бинарного выбора | 4 | Построение и оценка логит- и пробит-модели, объясняющих поведение валютного курса на основе разности процентных ставок. Построение алгоритма оптимизации параметров модели. |
| 02 | 18 марта | Принципы и механизмы функционирования Федеральной резервной системы и Европейской системы центральных банков. Кредитно-денежная политика ФРС и ЕЦБ и ее взаимосвязь с валютным курсом. | 4 | |
| 03 | 25 марта | Способы описания кредитно-денежной политики центральных банков. Понятие функции реагирования. Моделирование кредитно-денежной политики ФРС и ЕЦБ на основе функций реагирования. | 4 | Расчет гэта выпуска для США и Еврозоны. Выбор и первичный анализ необходимых для построения функции реагирования данных. Построение и оценка различных типов функций реагирования центральных банков. |
| 04 | 1 апреля | Совместный анализ поведения процентных ставок центральных банков на основе фазовых диаграмм и матричных операторов. Предпосылки взаимозависимости ФРС и ЕЦБ. | 4 | |
| 05 | 8 апреля | Прогнозирование политики ФРС и ЕСЦБ и курса доллара к евро в единой системе на | 4 | Построение детерминистической |

| | | | | |
|----|-----------|---|---|---|
| | | основе векторной авторегрессии. | | саморазвивающейся системы. Прогнозирование на ее основе процентных ставок и валютного курса. |
| 06 | 15 апреля | Точность прогнозирования с помощью саморазвивающейся системы. Интерпретация изменений точности прогнозирования в различные периоды времени. Анализ наблюдаемых режимов валютного курса. | 4 | Построение алгоритма оценки точности прогноза на основе детерминистической саморазвивающейся системы. |
| 07 | 22 апреля | Моделирование поведения процентных ставок и валютного курса на основе системы дифференциальных уравнений. | 4 | Построение системы линейных дифференциальных уравнений. Построение решений системы в явном виде по методу Беллмана. Оценка коэффициентов системы. |
| 08 | 29 апреля | Зачет | | |

Базовый учебник:

Базовый учебник по данной дисциплине отсутствует.

Частично в качестве учебника студенты могут воспользоваться:

- 1) Money, Banking and Financial Markets /Lloyd B. Thomas. Mason, OH:South-Western, 2006.
- 2) Foundations of International Macroeconomics /M. Obsfeld, K. Rogoff. Cambridge : The MIT Press, 1996

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

В качестве дополнительной литературы по курсу студентам рекомендуется использовать наиболее свежие версии следующих статей:

- 1) **The Board's Publications Committee.** *The Federal Reserve System: Purposes and Functions.* Washington D.C. : Board of Governors of the Federal Reserve System, 2005
- 2) *Inflation Targeting as a Monetary Policy Rule.* **Svensson, L.E.O.** 1999 r., Journal of Monetary Economics, Т. 43, стр. 607-654
- 3) *The Execution of Monetary Policy: A Tale of Two Central Banks.* **Bartolini L., Prati A.** 2003 r., Economic Policy, стр. 437-467
- 4) **Orphanides, A.** *Taylor Rules.* Federal Reserve Board. Washington D.C. : б.н., 2007
- 5) **Carare A., Tchaidze R.** *The Use and Abuse of Taylor Rules: How Precisely Can We Estimate Them?* International Monetary Fund. 2005. IMF Working Papers
- 6) *Do the ECB and the Fed Really Need to Cooperate? Monetary Policy in a Two-Country World.* **Pappa, E.** 51(4), 2004 r., Journal of Monetary Economics, стр. 753-779

- 7) **Scotti, C.** *A Bivariate Model of Fed and ECB Main Policy Rates*. Board of Governors of the Federal Reserve System (U.S.) . 2006.
- 8) **Obstfeld M., Rogoff K.** The Six Major Puzzles in International Macroeconomics: Is There a Common Cause? [ред.] Rogoff K. Bernanke B. *NBER Macroeconomics Annual*. Cambridge : MIT Press, 2000, стр. 339-390
- 9) *Empirical Exchange Rate Models of the Nineties: Are Any Fit to Survive*. **Cheung Y.-W., Chinn M.D., Pascual A.G.** 2005 г., Journal of International Money and Finance, Т. 24, стр. 1150-1175
- 10) *Economic forecast Evaluation: Profits versus The Conventional Error Measures*. **Leitch G., Tanner J.E.** 1991 г., American Economic Review, Т. 81, стр. 580-590
- 11) **Molodtsova T., Nikolsko-Rzhevskyy A., Papell D.** *Taylor Rules and the Euro*. University Library of Munich. 2008. MPRA Paper
- 12) *The European Central Bank and the Federal Reserve*. **Cecchetti S., O'Sullivan R.** 19(1), 2003 г., Oxford Review of Economic Policy, стр. 30-43

ФОРМЫ КОНТРОЛЯ

Формы контроля:

- а) **текущий** – опросы студентов в ходе лекций, возвращение к изложенному материалу; тест в середине модуля (10 минут).
- б) **итоговый** – устный зачет (ответ на вопрос или решение задачи в Mathcad 14).

Итоговая оценка по учебной дисциплине складывается из следующих элементов:

1. Результаты текущего контроля;
2. Устный зачет (20 мин).

Вопросы к зачету состоят, главным образом, из задач, которые необходимо решить в Маткаде. Это обусловлено тем, что наиболее важным результатом освоения курса, по авторскому мнению, является развитие способности студентов к самостоятельным эмпирическим исследованиям. Именно развитие этого навыка следует считать определяющим критерием успешности усвоения материала курса.

Основными раздаточными материалами по курсу служат файлы с программным кодом для Маткад 14, которые содержат в себе алгоритмы всех проводимых на лекциях экспериментов. Файлы служат основой для проведения студентами самостоятельных вычислений.

Список прилагаемых файлов в разбивке по лекциям:

| Номер лекции | Имена файлов |
|--------------|---|
| Лекция 1 | Lecture1_1.xmcd, Lecture1_2.xmcd, Lecture1_3.xmcd, Lecture1_4.xmcd, Lecture1_5.xmcd |
| Лекция 3 | Lecture3_1.xmcd, Lecture3_2.xmcd |
| Лекция 5 | Lecture5_1.xmcd |

| | |
|----------|----------------------------------|
| Лекция 6 | Lecture6_1.xmcd, Lecture6_2.xmcd |
| Лекция 7 | Lecture7_1.xmcd |

Выполнение домашних заданий не предусмотрено курсом, поскольку предполагается, что освоение используемых на лекциях вычислительных методов предполагает значительный объем самостоятельной работы студентов, который нецелесообразно увеличивать домашними заданиями. Учет качества работы студента в ходе лекций является стимулом к самостоятельной подготовке.

Тест

1. Главной задачей кредитно-денежной политики ЕЦБ является

- a) Ценовая стабильность
- b) Устойчивый экономический рост
- c) Высокий уровень занятости
- d) Все вышеперечисленное

Правильный ответ: a)

2. Среди основных целей кредитно-денежной политики ФРС выделяют

- a) Максимальная занятость
- b) Стабильный уровень цен
- c) Невысокий уровень долгосрочных процентных ставок
- d) Все вышеперечисленное

Правильный ответ: d)

3. Выберите верное утверждение об основных операциях на открытом рынке:

- a) Основные операции на открытом рынке проводятся в одинаковой форме как ФРС, так и ЕЦБ
- b) Переход ЕЦБ от аукционов с фиксированной процентной ставкой к аукционам с плавающей процентной ставкой был вызван финансовыми инновациями на рынке

- c) ФРС проводит операции на открытом рынке на ежедневной основе
- d) Сделки с долгосрочными государственными облигациями занимают ключевое место в операциях открытом рынке ФРС

Правильный ответ: c)

4. Что из нижеперечисленного нельзя отнести к инструментальным правилам кредитно-денежной политики?

- a) Выбор центральным банком целевого уровня процентной ставки в зависимости от уровня инфляции в экономике
- b) Выбор центральным банком целевого уровня процентной ставки в зависимости от уровня инфляции в экономике и гэпа выпуска
- c) Выбор центральным банком целевого уровня инфляции в зависимости от текущего состояния экономики
- d) Регулирование центральным банком объема денежной массы в зависимости отклонения текущего уровня инфляции от целевого уровня

Правильный ответ: c)

5. Какой макроэкономический показатель может выступать альтернативой гэпу выпуска в функции реагирования

- a) Безработица
- b) Индекс цен производителей
- c) Национальный доход
- d) Никакой из вышеперечисленных

Правильный ответ: a)

6. Как интерпретируется константа в правиле Тейлора

- a) Целевой уровень инфляции
- b) Естественный уровень процентной ставки
- c) Средний уровень целевой процентной ставки
- d) Сумма инфляции и естественного уровня процентной ставки

Правильный ответ: d)

7. Проблема “exchange rate disconnect puzzle” заключается в

- a) Ограниченных возможностях центральных банков по регулированию валютного курса
- b) Отсутствии статистически значимой взаимосвязи между макроэкономическими переменными и валютным курсом
- c) Высокой волатильности валютных курсов
- d) Отсутствии корреляции между динамикой различных валютных пар

Правильный ответ: a)

8. Задача Европейского валютного института заключалась в

- a) Стабилизации валютных курсов стран-участниц Маастрихтского договора
- b) Координировании кредитно-денежной политики центральных банков
- c) Проведении подготовительной работы для создания ЕСЦБ
- d) Верно b) и c)

Правильный ответ: d)

9. Выберите верное утверждение:

- a) С введением евро доля доллара международных валютных резервах существенно сократилась
- b) Доллар и евро имеют примерно равную долю в совокупном обороте на валютном рынке
- c) Огромная ликвидность рынка пары доллар-евро создает препятствия для регулирования центральными банками валютного курса этой пары
- d) ЕЦБ ни разу не предпринимал попытки воздействия на курс евро через интервенции

Правильный ответ: c)

10. Роль валютного курса в функциях реагирования ЕЦБ и ФРС можно оценить как

- a) Крайне важную и для ФРС, и для ЕЦБ
- b) Крайне важную для ФРС, но не для ЕЦБ
- c) Крайне важную для ЕЦБ, но не для ФРС
- d) Валютный курс не играет существенной роли в функциях реагирования этих банков

Правильный ответ: d)

Вопросы к зачету

- 1) Структура, цели, инструменты политики ФРС
- 2) Структура, цели, инструменты политики ЕЦБ
- 3) Основные теории формирования валютного курса
- 4) Типы кредитно-денежной политики и идея правил Тейлора
- 5) Особенности построения статистической базы для оценки функции реагирования
- 6) Составить функции реагирования ФРС и ЕЦБ. Оценить коэффициенты. Можно ли выделить несколько периодов в политике каждого из банков?
- 7) Смоделировать временные ряды процентных ставок и валютного курса на основе одномерной авторегрессии. Определение порядка авторегрессии. Прогноз на несколько шагов вперед.
- 8) Смоделировать зависимость валютного курса от разности процентных ставок с использованием модели бинарного выбора на основе логистического распределения. Оценка качества модели. Построение инвестиционной стратегии (внутривыборочное моделирование).
- 9) Смоделировать зависимость валютного курса от разности процентных ставок с использованием модели бинарного выбора на основе логистического распределения со скользящим базисным периодом. Оценка качества модели. Построение инвестиционной стратегии.
- 10) Выбрать оптимальную длину скользящего базисного периода при моделировании зависимости валютного курса от разности процентных ставок с использованием модели бинарного выбора на основе логистического распределения.
- 11) Спрогнозировать валютный курс и процентные ставок на основе саморазвивающейся системы.
- 12) Спрогнозировать валютный курс и процентные ставок на основе саморазвивающейся системы с ограничениями.
- 13) Проанализировать ошибки, которые дает при прогнозе саморазвивающаяся система, включающая в себя процентные ставки и валютный курс. Можно ли на основе поведения ошибок выделить различные периоды взаимодействия ЕЦБ и ФРС?
- 14) Проанализировать на фазовой диаграмме совместное поведение процентных ставок и валютного курса. Можно ли показать, что две части фазовой диаграммы – это искаженные отображения друг друга?
- 15) Показать, что все точки фазовой диаграммы процентных ставок и валютного курса являются зашумленными отображениями некоторой «идеальной» траектории в этих же координатах, порождаемой непокрытым паритетом процентных ставок. Какие два режима и на какой основе можно выделить в поведении системы?

16) Если предположить, что все точки фазовой диаграммы процентных ставок и валютного курса являются результатом действия двух матричных операторов на некоторую «идеальную» траекторию в этих же координатах, порождаемую непокрытым паритетом процентных ставок, можно ли определить моменты переключения между операторами? Проанализировать возможный признак переключения режимов.

17) Построить систему прогнозирования процентных ставок и валютного курса на основе линейных дифференциальных уравнений

Учебно-методическое пособие «Политика ФРС и ЕСЦБ и валютный курс»

Автор: Камротов М.В.

Оглавление

| | |
|-----------------|---|
| Оглавление..... | 2 |
|-----------------|---|

Введение

В последнее десятилетие был достигнут существенный прогресс в развитии теории валютного курса и его эмпирических исследованиях. Развитие эконометрических методов, повышение доступности качественных данных стимулировало публикацию значительного количества эмпирических исследований, посвященных валютному курсу. Хотя такого рода исследования привели к раскрытию определенных аспектов механизма формирования валютного курса, ряд вопросов остаются открытыми. Одна из наиболее известных проблем такого рода – неспособность макроэкономических монетарных моделей удовлетворительно предсказывать валютный курс.

Число работ, посвященных возможностям прогнозирования валютного курса с использованием структурных макроэкономических моделей, достаточно велико. Общим выводом этих исследований является то, что динамика номинального валютного курса трудно поддается прогнозированию в краткосрочном периоде, хотя и находятся некоторые свидетельства предсказуемости валютного курса в долгосрочном периоде. Наиболее существенные свидетельства этих фактов предоставили Миз и Рогофф¹ в 1983 году, детально оценившие прогностические возможности различных структурных макроэкономических моделей определения номинального валютного курса. Их главный вывод заключается в том, что ни одна из исследованных моделей не может устойчиво показывать результаты, превосходящие по качеству прогнозов простую альтернативу случайного блуждания в краткосрочном периоде, даже когда прогнозы основываются на наблюдаемых макроэкономических переменных. Это означает, что изменения номинального валютного курса трудно объяснить динамикой макроэкономических переменных, даже при ретроспективном анализе. Процесс случайного блуждания стал с момента выхода этих статей базой для оценки прогностических возможностей структурных моделей валютного курса.

Указанные статьи Миза и Рогоффа, по-видимому, снизили на длительный период мотивацию исследователей прогнозировать валютный курс. В течение как минимум десятилетия количество публикаций, посвященных прогнозированию валютного курса с помощью макроэкономических моделей, значительно уменьшилось, предпринимавшиеся попытки были неудовлетворительными. С точки зрения теории, макроэкономические переменные, такие как инфляция, денежная масса, процентная ставка, доход, скорее всего, должны влиять на валютный курс. Однако модели, основанные на данных переменных, объясняют лишь незначительную долю вариации валютного курса.

Значительная часть моделей прогнозирования валютного курса основана на существовании его равновесного уровня. Выделяют несколько концепций определения такого уровня.

Во-первых, это концепция паритета покупательной способности. Она состоит в том, что в долгосрочном периоде валютный курс должен стабилизироваться на уровне, уравнивающем стоимость корзины поступающих в каналы торговли товаров и услуг в любой из отдельно взятых двух стран. Одним из простейших примеров реализации такой концепции является публикуемый в журнале *The Economist* индекс Биг Мака (Big Mac index), сравнивающий его цену в различных странах. Однако, как показывает практика, в кратко- и среднесрочной перспективе концепция паритета покупательной способности себя не оправдывает.

Другая концепция предполагает установление валютных курсов на уровне, необходимом для поддержания платежного баланса. Согласно теории платежного баланса, обменный курс при режиме свободного плавления определяется спросом и предложением на валюты в целях обеспечения торговых сделок и операций движения капитала.

¹ Meese, R. and K. Rogoff (1983a), Empirical exchange rate models of the seventies: Do they fit out of sample?, *Journal of International Economics*, 14, 3-24; Meese, R. and K. Rogoff (1983b), The out-of-sample failure of empirical exchange rate models: Sampling error or misspecification?, *Exchange Rates and International Macroeconomics*, University of Chicago Press.

В центре указанные выше концепции формирования валютного курса находятся, главным образом, цены товаров и услуг. Однако на сегодняшний день движение капитала является более значимой детерминантой валютного курса, чем международная торговля товарами и услугами, ведь, как известно, что только небольшая доля валютных операций непосредственно связана с выполнением торговых контрактов. В этой связи большее значение приобретает разница в ценах на финансовые активы в различных странах, что отражено в концепции паритета процентных ставок.

В эмпирических исследованиях не существует консенсуса по поводу того, какие процентные ставки – краткосрочные или долгосрочные – должны быть использованы при моделировании валютного курса. Аргументом против использования краткосрочных ставок выступает то, что центральные банки проводят интервенции на денежный рынок, чтобы сгладить краткосрочные колебания процентных ставок, тем самым искажая содержащуюся в них информацию. В этом контексте эмпирический анализ валютного курса на основе краткосрочных ставок требует также учета поведения центрального банка. С другой стороны, долгосрочные процентные ставки являются усреднением ожидаемых будущих краткосрочных ставок, и отражают ожидаемые доходности и ожидаемую инфляцию.

Вопрос о том, какая процентная ставка является релевантной для определения валютного курса, не решен даже теоретически. Данный вопрос можно переформулировать так: «Изменяется ли валютный курс в том же направлении, что и разность процентных ставок, или нет?» Дорнбуш и Франкель в своих статьях² отстаивают точку зрения о том, что относительное увеличение внутренней процентной ставки отражает увеличение реальной внутренней процентной ставки. Это привлекает потоки капитала из заграницы, тем самым приводя к удорожанию национальной валюты. Т.е. они положительно отвечают на поставленный выше вопрос.

Некоторые исследователи³, наоборот, считают, что разность процентных ставок отражает разность инфляционных ожиданий, и, следовательно, относительное увеличение внутренней процентной ставки означает увеличение ожидаемой инфляции и приводит к снижению спроса на национальную валюту. Эмпирические исследования не дают однозначного ответа на поставленный выше вопрос.

На графике 1 отражена динамика валютного курса (логарифма) в сравнении с динамикой разности процентных ставок. Сплошная линия соответствует валютному курсу, пунктирная – разности процентных ставок.

² Dornbusch, R., "Expectations and Exchange Rate Dynamics", *Journal of Political Economy* 84, (1976), 1161-1176; Frankel, J., "On the Mark: A Theory of Floating Exchange Rates Based on Real Interest Differentials", *American Economic Review* (1979), 610-622

³ Mussa M. "Empirical Regularities in the Behavior of the Exchange Rates and Theories of the Foreign Exchange Market", In Karl Brunner and Allan Meltzer, (eds), *Policies for Employment, Prices, and Exchange Rates. Carnegie-Rochester Conference, Vol. II*, Amsterdam: North Holland (1979), 0-58; Frenkel J., "A Monetary Approach to the Exchange Rate: Doctrinal Aspects and Empirical Evidence", *Scandinavian Journal of Economics* 78 (1976), 200-224

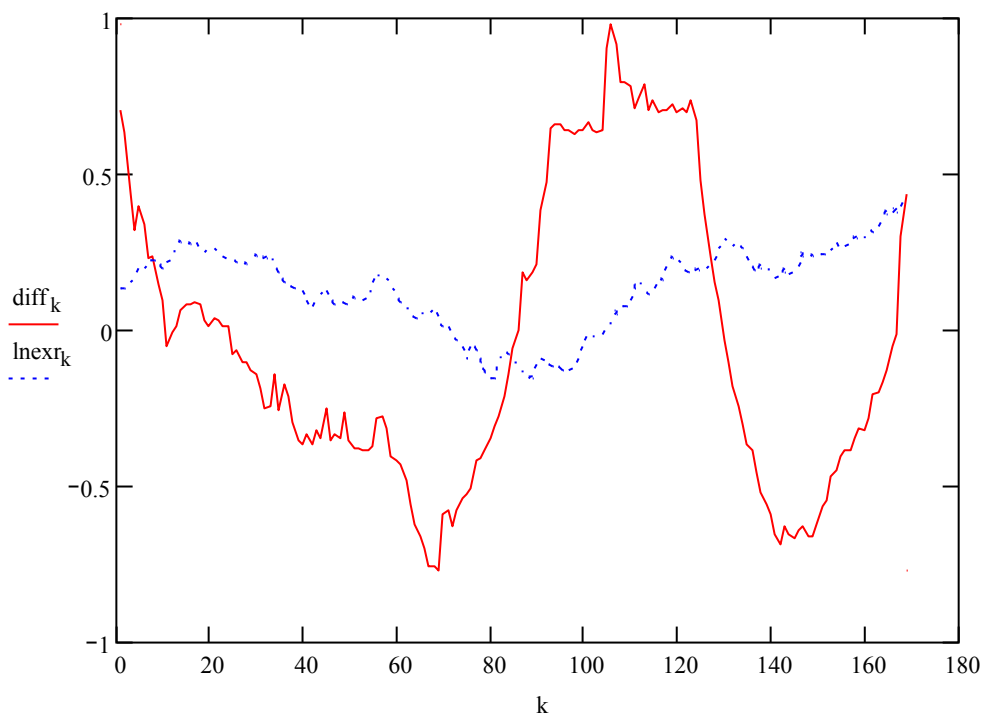


График 1. Валютный курс и разность процентных ставок

Из графика видно, что существует некоторая корреляция между разностью процентных ставок и валютным курсом, это соответствует теории паритета процентных ставок. Многие исследователи предпринимали попытки оценить такую корреляцию и использовать ее при прогнозировании валютных курсов. Однако в целом, как указали Обстфельд и Рогофф⁴, видимая на графиках корреляция между валютными курсами и разностями процентных ставок не может быть выявлена средствами регрессии.

В 2005 году была опубликована статья Марка,⁵ в которой предлагалось несколько модифицировать набор рассматриваемых макроэкономических переменных и изменить модель анализа. Марк анализировал поведение валютного курса в связке с переменными, которые принимаются во внимание центральными банками при проведении кредитно-денежной политики, т.е. которые являются значимыми для определения уровня процентных ставок. Если политика монетарных властей основана на так называемом правиле Тейлора, о котором подробнее будет сказано дальше, то такими макроэкономическими переменными являются инфляция и гэп выпуска, т.е. разница между потенциальным и фактическим выпуском в экономике. Но ключевым моментом в работе является идея встраивания кредитно-денежной политики центрального банка в механизм формирования валютного курса. Результаты исследования Марка показывают, что такая связь помогает объяснить историческую динамику валютного курса. Сделанные выводы подталкивают к идее о том, что валютный курс следует рассматривать в контексте общей политики центральных банков, а значит и в связке с процентными ставками.

Таким образом, результаты большинства исследований говорят о том, что макроэкономические переменные и разность процентных ставок имеют слабую способность объяснять и прогнозировать поведение валютного курса. По-видимому, основная проблема заключается в методе прогноза. Применявшиеся до сих пор модели существенно упрощают реальность и не позволяют отразить богатую динамику и сложные взаимосвязи, имеющие место в реальности.

⁴ Obstfeld, M., Rogoff, K., "Foundations of International Macroeconomics", The MIT Press, Cambridge, Ma (1996)

⁵ Mark, Nelson. 2005. "Changing Monetary Policy Rules, Learning and Real Exchange Rate Dynamics". NBER Working Paper No. 11061

В пособии предлагаются альтернативные методы построения прогноза на основе макроэкономических переменных и разности процентных ставок. Кроме того, уделено внимание реализации этих методов в математической среде Маткад.

Начав с простейшего регрессионного уравнения, описывающего кредитно-денежную политику центральных банков, мы перейдем к методам, позволяющим ухватить сложную взаимосвязь между валютным курсом и политикой центральных банков и адекватно отразить динамику процентных ставок и валютного курса на значительное количество шагов вперед.

Как мы увидим, моделирование поведения центральных банков и построение системы взаимосвязи политики центральных банков и валютного курса в значительной степени способствует разрешению проблемы прогнозирования валютного курса.

1. Принципы и механизмы кредитно-денежной политики ФРС и ЕСЦБ

Прежде, чем перейти непосредственно к моделированию, рассмотрим, как Федеральная Резервная Система (ФРС) и Европейская Система Центральных Банков (ЕСЦБ) осуществляют кредитно-денежную политику. Цель данной главы – выявление задач, которые стоят перед ФРС и ЕСЦБ в рамках кредитно-денежной политики; инструментов, которые доступны центральным банкам для решения поставленных задач; а также способов формализации их действий.

1.1. Структура, задачи и функционирование ФРС и ЕСЦБ

Начнем с краткого описания центральных банков США и Еврозоны, их структуры и задач кредитно-денежной политики. Источниками такой характеристики банков являются их официальные документы⁶.

С 1 января 1999 года Европейский Центральный Банк (ЕЦБ) проводит кредитно-денежную политику в Еврозоне. Ответственность за проведение кредитно-денежной политики была передана центральным банкам 11 стран-членов ЕС наднациональной структуре. В 2001 году к этим странам присоединилась Греция, в 2007 году – Словения, и Кипр и Мальта – в 2008. Этому предшествовал период конвергенции экономик для создания предпосылок к возможности проведения единой КДП в Еврозоне.

Определимся с терминологией. Договор и Статут Европейской системы центральных банков и Европейского центрального банка учредили с 1 июня 1998 года ЕЦБ и ЕСЦБ. В ЕСЦБ входят ЕЦБ и национальные центральные банки всех государств-членов ЕС. «Евросистема» означает ЕЦБ и НЦБ тех государств-членов, которые ввели у себя в обращение евро. «Еврозона» - это пространство, состоящее из государств-членов Евросоюза, которые ввели у себя в обращение евро.

Главным органом ЕЦБ, принимающим решения, является управляющий совет. Его структура такова:

- шесть членов исполнительного совета,
- управляющие национальных центральных банков 15 стран еврозоны

Управляющий совет отвечает за принятие директив и инструкций по управлению и принятию решений, обеспечивающих выполнение задач ЕЦБ; а также за формирование кредитно-денежной политики еврозоны, что включает в себя решение относительно монетарных показателей, ключевых процентных ставок, предложения резервов в Евросистеме и установления порядка и механизма исполнения этих решений.

⁶ ЕЦБ, 2004. «Денежно-кредитная политика ЕЦБ», www.ecb.int.

Board of Governors of the Federal Reserve System, 2005. “The Federal Reserve System: Purposes and Functions” www.federalreserve.gov

Управляющий совет встречается дважды в месяц. На первой встрече он оценивает динамику экономических показателей и принимает решение по действиям в рамках кредитно-денежной политики. На второй встрече управляющий совет обсуждает основные вопросы, связанные с прочими задачами и сферами ответственности ЕЦБ и Евросистемы. Принятые в рамках кредитно-денежной политики решения подробно разъясняются президентом и вице-президентом ЕЦБ на следующей за встречей пресс-конференции.

Исполнительный совет состоит из председателя, его заместителя и четырех других членов совета, назначаемых с согласия глав государств или правительств еврозоны. В сферу ответственности исполнительного совета входит:

- подготовка заседаний управляющего совета,
- осуществление кредитно-денежной политики в соответствии с указаниями и решениями управляющего совета, передача необходимых инструкций национальным центральным банкам,
- решение текущих проблем ЕЦБ,
- принятие полномочий, делегированных управляющим советом, в том числе полномочий в области регулирования

Наконец, генеральный совет состоит из председателя и его заместителя, а также из управляющих национальными центральными банками 27 стран-членов ЕС. Таким образом, генеральный совет включает в себя как представителей стран еврозоны, так и представителей стран, где евро не введен в обращение. Генеральный совет выполняет функции, доставшиеся ему в наследство от Европейского валютного института⁷, которые по-прежнему приходится выполнять именно потому, что еще не все государства-члены осуществили переход на евро.

Генеральный совет призван содействовать:

- большей координации кредитно-денежной политики стран-членов, которые еще не перешли на евро, и ЕЦБ в целях обеспечения ценовой стабильности,
- сбору статистической информации,
- представлению отчетности ЕЦБ,
- проведению необходимой подготовительной работы по установлению жестко фиксированных обменных курсов для валют тех государств-членов, которые пока еще не перешли на евро.

В заявленной миссии ЕЦБ четко определены приоритеты его функционирования. Миссия сформулирована следующим образом: ЕЦБ и национальные центральные банки, составляющие вместе Евросистему, имеют своей главной целью поддержание ценовой стабильности, защищая стоимость евро. В 1998 году Советом Управляющих было дано количественное определение ценовой стабильности: ежегодное повышение согласованного индекса потребительских цен (НІСР) не более чем на 2%.

Кроме того, в уставе записано, что ЕСЦБ должна содействовать проведению общей экономической политики Сообщества с тем, чтобы способствовать достижению таких целей Сообщества, как:

- высокий уровень занятости,
- устойчивый неинфляционный рост,
- высокая конкурентоспособность,
- конвергенция экономик

Таким образом, у ЕСЦБ существует комплексная система задач, однако эти задачи выстроены в определенную иерархию.

ЕСЦБ создавалась на основе двух принципов: стабильность цен в качестве основной цели, а также политическая независимость. Как видно из изложенной выше структуры, принятие

⁷ ЕВИ был создан 1 января 1994 года и был упразднен 1 июня 1998 года после учреждения ЕЦБ. Помимо подготовки к введению в действие ЕСЦБ, ЕВИ отвечал за укрепление сотрудничества между центральными банками и координацию кредитно-денежной политики.

решений по возможности обособленно от национальных государств, что ограничивает влияние отдельных стран на политику ЕЦБ.⁸

Федеральная резервная система является центральным банком США. Она была создана в 1913 году с целью придания финансовой системе качеств гибкости, надежности и стабильности. На сегодняшний день в компетенцию ФРС входит проведение кредитно-денежной политики, надзор и регулирование банковских институтов в целях обеспечения безопасности и стабильности национальной банковской и финансовой систем и в целях обеспечения защиты кредитных прав потребителей, поддержание стабильности финансовой системы и ограничение риска, возникающего на финансовых рынках, а также предоставление финансовых услуг депозитарным институтам, правительству США и иностранным институтам.

ФРС создавалась таким образом, чтобы иметь широкие возможности наблюдения за экономикой и экономической активностью в различных частях страны.

ФРС состоит из Совета Управляющих и двенадцати региональных резервных банков, банков-членов ФРС. Совет управляющих и региональные резервные банки несут ответственность за надзор и регулирование финансовых институтов, за предоставление банковских услуг депозитарным институтам и правительству, а также за адекватное информационное и правовое обеспечение взаимоотношений потребителей и банковской системы.

Ключевым элементом ФРС является Комитет по операциям на открытом рынке (FOMC). Он состоит из членов совета управляющих, президента федерального резервного банка Нью-Йорка и президентов четырех других федеральных резервных банков, которые периодически меняются. Комитет контролирует операции на открытом рынке, которые являются основным инструментом реализации кредитно-денежной политики.

Назовем еще две группы, которые принимают участие в функционировании ФРС – это депозитарные институты, которые обеспечивают механизмы кредитно-денежной политики, и совещательные комитеты, которые выступают в качестве консультантов совета управляющих и резервных банков относительно сфер ответственности ФРС.

Совет управляющих состоит из семи членов, назначаемых президентом США и утверждаемых Сенатом. Совет управляющих поддерживают сотрудники в Вашингтоне (около 2000). В обязанности совета входит подробный анализ финансов и экономики на национальном и международном уровне. Данные обязанности осуществляются во взаимодействии с другими компонентами ФРС. Совет управляющих также регулирует операции федеральных резервных банков, осуществляет надзор за национальной платежной системой, администрирует правовые аспекты защиты заемщиков.

Политика, связанная с операциями на открытом рынке, устанавливается Комитетом по операциям на открытом рынке. Однако совет управляющих имеет право единолично изменять нормы резервирования, и он должен одобрить любые изменения дисконтной ставки, предложенные федеральным резервным банком.

Совет управляющих выполняет также надзорные и регулирующие функции в системе США.

Сеть из двенадцати федеральных резервных банков и их филиалы выполняют различные функции ФРС, включая обеспечение национальной платежной системы, распространение национальной валюты, надзор и регулирование банков-членов системы, предоставление банковских услуг Казначейству. Каждый из двенадцати федеральных резервных банков несет ответственность за определенный географический район США, в котором, в числе прочих функций, исполняют роль депозитария для местных банков.

Советы директоров федеральных резервных банков предоставляют ФРС информацию об экономическом состоянии всех частей страны. Эта информация используется Комитетом FOMC и Советом управляющих для принятия решений в рамках кредитно-денежной политики. Также, к информации, собранной федеральными резервными банками, обеспечивается публичный доступ путем выпуска специального отчета – так называемой Бежевой книги,

⁸ Хотя существуют исследования, которые показывают, такой обособленности достигнуть не удалось

которая публикуется за две недели до заседания Комитета FOMC. Кроме того, каждые две недели совет директоров каждого банка должен рекомендовать процентные ставки по кредитованию в рамках дисконтного окна, которые впоследствии утверждаются (или изменяются) Советом управляющих.

Комитет по операциям на открытом рынке (FOMC), как уже упоминалось выше, отвечает за проведение операций на открытом рынке. Кроме того, он управляет операциями ФРС на валютных рынках.

Комитет состоит из семи членов Совета управляющих и пяти из двенадцати президентов Резервных банков. В обсуждениях, посвященных оценке экономического состояния и выработке решения по кредитно-денежной политике, принимают участие президенты всех двенадцати банков, однако право голоса имеют только пять.

Основными задачами кредитно-денежной политики ФРС являются:

- ценовая стабильность,
- максимальная занятость,
- умеренные долгосрочные процентные ставки,
- максимально устойчивый рост

Как видно, перед ФРС и ЕЦБ стоят, в целом, сходные задачи. Однако если для ФРС все задачи важны в одинаковой степени, то ЕЦБ расставляет определенные приоритеты: задача поддержания ценовой стабильности доминирует над прочими, при этом особо отмечена защита стоимости евро. Естественным образом, это влияет на принимаемые решения, некоторые действия ЕЦБ могут быть обусловлены исключительно доминирующей задачей, даже в противовес решению других задач. Указанное различие между задачами ФРС и ЕЦБ, как будет показано ниже, подтверждается и при моделировании их поведения.

Кредитно-денежная политика - основное средство воздействия на экономику центрального банка. Центральный банк является единственным эмитентом банкнот единственным источником банковских резервов, т.е. он обладает монополией на пополнение денежной базы. Благодаря этому, центральный банк может влиять на конъюнктуру денежного рынка и регулировать краткосрочные процентные ставки. Своими действиями центральный банк вызывает изменения процентных ставок денежного рынка, включаются соответствующие механизмы и начинают реагировать экономические субъекты, что, в конечном итоге, оказывает влияние на динамику таких показателей, как объем производства и цены.

Краткосрочные ставки денежного рынка играют важную роль в обеспечении передаточного механизма кредитно-денежной политики. Влияя на номинальные краткосрочные ставки, кредитно-денежная политика влияет на экономику и, в конечном итоге, на уровень цен.

Для выполнения своих задач ЕЦБ имеет в своем распоряжении ряд инструментов и процедур кредитно-денежной политики, посредством которых он управляет краткосрочными ставками, посылая рынку сигналы о том, какую позицию занимает банк в рамках кредитно-денежной политики, и регулируя уровень ликвидности. Являясь единственным эмитентом банкнот и банковских резервов, центральный банк полностью контролирует валютную базу. Валютная база Еврозоны включает в себя валюту (банкноты и монеты) в обращении, резервы контрагентов Евросистемы, а также средства, привлекаемые через депозитный механизм. В балансе Евросистемы эти средства проходят как обязательства. Резервы далее подразделяются на требуемые и избыточные. В рамках системы минимальных резервов контрагенты обязаны держать свои резервные средства на счетах в национальных центральных банках. В силу своего монопольного положения центральный банк способен управлять уровнем ликвидности на денежном рынке, влияя тем самым на уровень процентных ставок.

Помимо регулирования уровня ликвидности, центральный банк может также обозначать на денежном рынке свою позицию в рамках кредитно-денежной политики. Это обычно делается путем изменения условий, на которых ЕЦБ заключает сделки с кредитными учреждениями. ЕЦБ также ставит перед собой задачу обеспечивать стабильное функционирование денежного рынка и содействовать удовлетворению потребностей

кредитных учреждений в ликвидных средствах. Это достигается путем регулярного предоставления кредитным учреждениям возможностей рефинансирования и кредитов, которые позволяют им регулировать сальдо на конец дня и сглаживать временные колебания объемов ликвидности.

В цепи взаимодействия между кредитно-денежной политикой ФРС и экономикой начальным звеном является рынок остатков на счетах в Федеральных резервных банках. Депозитарные учреждения имеют счета в своих Резервных банках, и они активно торгуют остатками на этих счетах на рынке федеральных фондов по процентной ставке, известной как ставка по федеральным фондам. Федеральная резервная система в значительной степени контролирует эту ставку посредством влияния на спрос и предложение на остатки счетов в Резервных банках.

Комитет по операциям на открытом рынке устанавливает ставку по федеральным фондам на уровне, который по его (комитета) мнению будет благоприятствовать созданию финансовых и экономических условий для достижения целей кредитно-денежной политики; он также корректирует эти цели в соответствии с развитием экономических событий.

Краткосрочные процентные ставки подвержены влиянию не только текущего уровня ставки по федеральным фондам, но и ожиданий ее уровня овернайт в период действия краткосрочного контракта. В результате ставки по федеральным фондам могут снизиться, если Федеральная Резервная Система "удивит" участников рынка снижением вышеуказанной процентной ставки или же если разворачивающиеся события убедят участников, что Федеральная Резервная Система собирается держать эту ставку на уровне ниже ожидаемого. Аналогичным образом краткосрочные процентные ставки увеличатся, если Федеральная Резервная система "удивит" участников рынка объявлением об увеличении ставки по федеральным фондам, или если какое-либо событие побудит участников рынка полагать, что Федеральная Резервная система будет держать эту ставку на более высоком уровне, нежели ожидалось.

Обратимся к тому, какую информацию используют центральные банки для принятия решений. В ЕЦБ анализ информации, необходимой для принятия решения, происходит в двух плоскостях. Во-первых, это «экономический анализ», в рамках которого рассматривается состояние реальной экономики, а во-вторых, это «монетарный анализ», который посвящен зависимости денежной массы и уровня цен. Как указано в документе, анализируется практически вся доступная информация. Формулировки ФРС относительно структуры учитываемой информации не позволяют вывить четких приоритетов, хотя и среди прочих показателей указываются особо денежные агрегаты, валютные курсы, процентные ставки, а также связка показателей инфляции и выпуска.

Перейдем к рассмотрению инструментов кредитно-денежной политики, используемых ФРС и ЕЦБ.

Вопросы

1. Структура ФРС.
2. Структура ЕЦБ
3. Цели и задачи ФРС
4. Цели и задачи ЕЦБ
5. Как центральные банки воздействуют на экономику
6. Анализ информации ФРС и ЕЦБ

1.2. Инструменты кредитно-денежной политики ФРС и ЕЦБ

Для решения своей главной задачи Евросистема располагает рядом инструментов кредитно-денежной политики. Стратегия политики определяет, какой уровень ставки необходим для обеспечения ценовой стабильности, а операционные механизмы определяют, как обеспечить такой уровень ставок. Выделяют два вида операционных механизмов:

- операции на открытом рынке,
- постоянно действующие механизмы.

Более важным механизмом являются операции на открытом рынке. Это операции, которые осуществляются по инициативе банка, обычно на денежно рынке, с целью предоставления ликвидности. Основные операции подразделяются по срокам на четыре вида:

- основные операции по рефинансированию,
- долгосрочные операции по рефинансированию,
- корректировочные операции,
- структурные операции.

Главными операциями на открытом рынке являются основные операции по рефинансированию. Они проводятся еженедельно путем организации аукционов с целью предоставления ликвидности. Сроки корректировочных и структурных операций определяются в индивидуальном порядке, кроме того в рамках корректировочных и структурных операций происходит не только предоставление, но и поглощение ликвидности.

К постоянно действующим механизмам относятся резервный механизм ломбардного кредитования и депозитный механизм. Они действуют в течение строго ограниченного периода времени – до начала следующего рабочего дня, а доступ к ним предоставляется контрагентам по их желанию. Процентная ставка, установленная для резервного механизма ломбардного кредитования, как правило, значительно выше соответствующей рыночной ставки, а для депозитного механизма – значительно ниже рыночной ставки. Ставки процента для данных механизмов представляют собой верхний и нижний пределы ставки по однодневным депозитам на денежном рынке.

Одним из основных показателей процентных ставок на денежном рынке является индекс ЭОНИА (EONIA, средний индекс процентных ставок «овернайт»). Это средневзвешенный показатель всех обеспеченных однодневных ссуд, предоставленных группе наиболее активных на денежном рынке банков. Значение индекса ЭОНИА, как правило, колеблется вокруг ставки по основным операциям рефинансирования, что подтверждает действенность этих операций.

Ключевые процентные ставки ЕЦБ и индекс ЭОНИЯ

(% в год; ежедневные данные)



Источник: ЕЦБ.

1) До 28 июня 2000 года основные операции по рефинансированию проводились в форме аукционов с фиксированными ставками. Начиная с 28 июня 2000 года, основные операции по рефинансированию проводились в форме аукционов с плавающими ставками, при этом заранее объявлялась минимальная ставка. Минимальная ставка на аукционе означает минимальную процентную ставку, которая может указываться в заявках контрагентов

График 1. Ключевые процентные ставки ЕЦБ и индекс ЭОНИЯ

ФРС контролирует кредитно-денежную политику посредством влияния на ставку по федеральным фондам (federal funds rate, ffr) – ставку, по которой депозитарные институты осуществляют сделки с остатками на счетах в ФРС. Регулирование ставки осуществляется путем воздействия на спрос и предложение этих остатков следующими средствами:

- операции на открытом рынке – покупка или продажа ценных бумаг, в основном Казначейства США, с целью изменения уровня остатков на счетах депозитарных институтов в ФРС,
- резервные требования – требования относительно доли от депозитов определенного типа, которую депозитарные институты должны резервировать в форме наличности или счета в ФРС,
- договорные клиринговые остатки – средства, которые депозитарный институт соглашается хранить в его резервном банке в дополнение к обязательным резервам,
- кредитование через «дисконтное окно» - предоставление кредита депозитарным институтам.

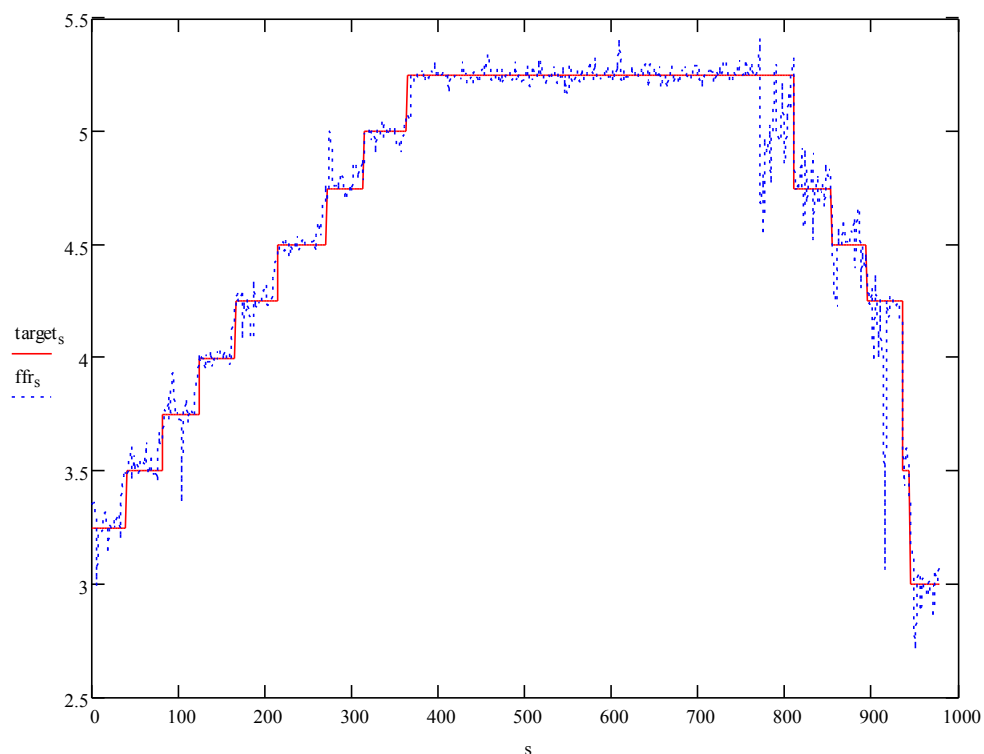


График 2. Ставка по федеральным фондам, фактические и целевые значения

Как видно на графике 2, ФРС хорошо удается контролировать ставку по федеральным фондам (пунктирная линия), ее траектория, в целом, совпадает с траекторией ее целевых значений (сплошная линия).

Вопросы

1. Инструменты кредитно-денежной политики ЕЦБ
2. Инструменты кредитно-денежной политики ФРС

1.3. Способы описания кредитно-денежной политики

После того, как мы разобрались в структуре, задачах и общих принципах функционирования центральных банков, перейдем к рассмотрению способов, которыми можно описать проводимую банками кредитно-денежную политику.

Выделяют два вида кредитно-денежной политики: дискреционная политика и политика, следующая определенному правилу⁹. Дискреционная кредитно-денежная политика предполагает, что у центрального банка нет четкого алгоритма для принятия решений. В каждый момент принятия решения центральный банк анализирует всю доступную информацию, и ориентируется, прежде всего, на конкретные обстоятельства. Таким образом, в разные моменты времени акцент может делаться на различные показатели экономического состояния.

Политика, основанная на определенном правиле, предполагает, что центральный банк использует или, по крайней мере, ориентируется на некоторый алгоритм действий.

Ввиду того, что в широком спектре исследований подтверждается реалистичность правил кредитно-денежной политики, именно они лягут в основу построения системы прогнозирования валютного курса. Остановимся на них более подробно.

Правила Тейлора – простые правила монетарной политики, которые предписывают, по какой системе центральный банк должен регулировать процентную ставку в ответ на развития

⁹ Безусловно, ни один из банков не проводит определенный тот или иной тип кредитно-денежной политики в чистом виде. Можно говорить лишь о склонности монетарных властей принимать решения тем или иным способом

инфляции и макроэкономической активности. Они представляют собой полезный инструмент для анализа исторических данных по монетарной политике и для эконометрической оценки определенных (конкретных) альтернативных стратегий, которые центральный банк может использовать в качестве основы для решений по процентной ставке.

Извечный вопрос монетарной политики – как монетарные власти должны формулировать и применять свои решения с тем, чтобы наилучшим образом стимулировать достижение таких целей, как ценовая стабильность и полная занятость. Считается, что хорошо разработанная монетарная политика может противостоять макроэкономическим шокам и смягчить циклические флуктуации цен и занятости, улучшая тем самым общую экономическую стабильность и благосостояние. В принципе, когда экономический рост неожиданно падает до уровня ниже потенциального, адаптивная монетарная политика может простимулировать совокупный спрос и восстановить полную занятость. Сходным образом, когда развивается инфляционное давление, монетарные ограничения могут ценовую стабильность. На практике, однако, учитывая ограниченные знания экономистов о макроэкономике – например, о макроэкономической динамике, о монетарном передаточном механизме, и даже об измерении таких фундаментальных показателей, как естественные уровни выпуска, безработицы и ставки процента – существуют существенные разногласия по поводу возможностей стабилизационной политики и ее методов.

Как уже говорилось выше, один из возможных подходов к монетарной политике – принятие дискреционных решений в каждом конкретном периоде, не следуя определенному правилу. Однако, одно из базовых положений современных исследований заключается в том, что систематическая политика – т.е. политика, основанная на планировании или некотором правиле – имеет важные преимущества по сравнению с чисто дискреционным подходом. Придерживаясь определенного правила, монетарные власти могут избежать неэффективностей, связанных с проблемой непоследовательных действий во времени, которая возникает, когда политика проводится в дискреционном стиле. Следование правилу позволяет центральным банкам более эффективно объяснять свои действия обществу. Политика, основанная на ясном и хорошо понимаемом правиле, делает действия центральных банков более прозрачными и способствует доверию к будущим решениям. Кроме того, большая предсказуемость решений облегчает прогнозирование участникам финансового рынка, фирмам и домохозяйствам, тем самым снижая неопределенность.

На протяжении времени делались различные предложения для правил монетарной политики, и в научной литературе продолжают широко освещаться относительные преимущества и недостатки альтернатив с теоретической точки зрения (в контексте эмпирических макроэкономических моделей) и с практической точки зрения (на основе накопленного опыта практического осуществления монетарной политики)¹⁰.

Некоторые предложения содержат постулаты правила в терминах главных целей кредитно-денежной политики, например, «поддержка экономической стабильности», или «поддержание постоянного уровня цен» (Simon 1936). Важная практическая сложность этих идей заключается в том, что содержащиеся в них элементы не контролируются центральными банками, и, следовательно, эти предложения не являются практически осуществимыми. Сущность проблемы заключается в том, что они не проводят четкого разграничения между целями монетарной политики и ее инструментами, которые хотя бы отчасти контролируются банками. В результате предлагаемые правила являются имплицитными по своей природе и их отличия от дискреционной политики не поддаются четкому анализу.

Чтобы быть использованными на практике правила кредитно-денежной политики должны быть простыми и прозрачными в применении и проверке. Это требует четкого определения того, что должно служить инструментами политики – например, предложение денег, m , или краткосрочная ставка процента, i – и как должна использоваться информация, необходимая для

¹⁰ Развитие правил кредитно-денежной политики описано на основе статьи “Taylor Rules”, Orphanides, 2007, FEDS Working Paper, Federal Reserve Board, Washington D.C.

функционирования правила, - например, прогнозы инфляции или экономической активности – для того, чтобы регулировать инструменты политики.

Возможно, самым простым примером правила кредитно-денежной политики является предположение, что центральный банк поддерживает постоянный темп роста денежной массы – k -процентное правило Милтона Фридмана (Friedman, 1960). Правило основано на следующем уравнении:

$$\Delta m + \Delta v = \pi + \Delta q$$

где $\pi \equiv \Delta p$ - это уровень инфляции, p , m , v , q – логарифмы уровня цен, денежной массы, скорости обращения денег и реального выпуска. Выбор постоянного темпа роста денежной массы, k , чтобы соответствовать сумме желаемой инфляционной цели, π^* , и потенциального темпа роста экономики, Δq^* , и корректировка на тренд скорости обращения денег, Δv^* , приводит к простому правилу, которое может достичь, в среднем, требуемую инфляционную цель, π^* :

$$\Delta m = \pi^* + \Delta q^* - \Delta v^* .$$

Более того, если скорость обращения денег была бы достаточно стабильна, это простое правило привело бы к высокой степени экономической стабильности. Ранние иллюстрации данного правила появились в 1935 году в работе Карла Снайдера. После оценки нормальных темпов роста торговли в США, составлявших 4% в год в то время, и наблюдения, что скорость обращения денег была стабильной, Снайдер аргументировал, что поддержание темпов роста денежной массы на этом уровне (4%) приведет к максимальной экономической стабильности. На протяжении 1960х и 1970х гг. рекомендация Милтона Фридмана, чтобы ФРС удерживала рост денежной массы на уровне 4% в год, была так же, как и рекомендация Снайдера, основана на предположении, что потенциальный рост выпуска в США составлял приблизительно 4% - на уровне большинства оценок в тот период.

Данное правило можно интерпретировать и в терминах роста номинального дохода, $\Delta x = \pi + \Delta q$. Если естественный уровень роста номинального дохода определить как сумму естественного темпа роста выпуска и целевого уровня инфляции, $\Delta x^* = \pi^* + \Delta q^*$, то правило поддержания постоянного прироста денежной массы может рассматриваться как таргетирование естественных темпов роста. Преимущества данного правила кредитно-денежной политики заключается в том, что его применение не требует много информации. Если скорость обращения денег лишена определенного тренда, единственный элемент, необходимый для калибровки правила, - это естественный темп роста выпуска экономики. Кроме того, поскольку калибровка не основана на спецификации какой-либо модели, правило достаточно стабильно среди альтернативных экономических моделей. В этом смысле, политика поддержания постоянного темпа роста денежной массы – практически единственный пример правила, устойчивого к возможным ошибкам спецификации модели.

Существуют простые модификации, которые позволяют темпам роста денежной массы автоматически реагировать на события в экономике. Среди простейших – модификация, разработанная МакКалламом (McCallum, 1988, 1993):

$$\Delta m = \Delta x^* - \Delta v^* - \phi_{\Delta x} (\Delta x - \Delta x^*) .$$

МакКаллам показал, что если бы ФРС следовало правилу, подобного данному (например, с $\phi_{\Delta x} = 0.5$), то экономическая динамика США была бы гораздо лучше имевшей место, особенно в 1930х и 1970х гг.

Фактором, который усложняет использование денежной массы в качестве инструмента кредитно-денежной политики, является потенциальная нестабильность спроса на деньги вследствие шоков или устойчивых изменений, возникших из-за финансовых инноваций. Отчасти по этой причине центральные банки предпочитают корректировать монетарную политику, используя инструмент процентных ставок.

Однако невозможно сформулировать столь же простое правило кредитно-денежной политики, как и k -процентное правило Фридмана, если инструментом является процентная ставка. Викселем (Wicksell 1898) было впервые замечено, что попытки удерживать краткосрочные номинальные процентные ставки на фиксированном уровне не формируют стабильное правило кредитно-денежной политики. Виксел считал, что центральный банк должен быть нацелен поддерживать ценовую стабильность, которая в теории может быть достигнута, если бы ставка процента была бы всегда равна естественной ставке процента в экономике, r^* . Из-за того, что естественная ставка процента ненаблюдаема, Виксел указал, что простое правило кредитно-денежной политики, которое систематически реагирует на изменение цен, могло бы быть достаточным для поддержания стабильности. Правило может быть выражено следующим образом:

$$\Delta i = \theta \pi .$$

Правило Виксела не привлекло большого внимания экономистов, возможно потому что оно сосредотачивало монетарную политику исключительно на ценовой стабильности, не учитывая напрямую изменений реальных показателей экономики.

Правила кредитно-денежной политики, которые, обычно называют правилами Тейлора, представляют собой функции реагирования, в соответствии с которыми изменяется процентная ставка – инструмент монетарной политики – в ответ на изменения инфляции и экономической активности. Важный прорыв в развитии правил такого типа связан с исследованием, опубликованном в сборнике *Brookings Institution* в 1993 году¹¹. Целью исследования было оценить простые функции реагирования процентной ставки, которые бы обеспечили удовлетворительные ценовую и экономическую стабильность в рамках различных экономических моделей. Были исследованы правила, которые полагали отклонения краткосрочной номинальной ставки процента, i , от некоторой базовой траектории, i^* , равными доле отклонения целевых переменных z от их целевых значений, z^* :

$$i - i^* = \theta(z - z^*) .$$

В итоге были выявлены две альтернативы, показавшие наилучшие результаты в рамках испытанных моделей. Одна предполагала выбор целевого уровня номинального дохода, другая – целевого уровня инфляции и реального выпуска:

$$i - i^* = \theta_\pi (\pi - \pi^*) + \theta_q (q - q^*)$$

Потенциальная выгода от использования такой функции реагирования в качестве ориентира решений в рамках кредитно-денежной политики была также подчеркнута Джоном Тейлором (1993). Он предложил функцию реагирования, в которой была использована сумма естественной ставки процента, r^* , и инфляции, π , для выражения i^* , целевая инфляция и равновесная ставка процента были положены равным двум, а параметры реагирования – равным 0,5. Это и есть классическое правило Тейлора:

$$i = 2 + \pi + 0.5(\pi - 2) + 0.5(q - q^*) \quad (7)$$

Тейлор отметил, что если для измерения гэпа выпуска, $(q - q^*)$, использовать отклонения квартального реального выпуска от линейного тренда, изменения дефлятора ВВП в годовом выражении для измерения инфляции, то модель с такими параметрами достаточно хорошо описывает решения ФРС в конце 1980х – начале 1990х.

Соединение эконометрических оценок, свидетельствующих в пользу стабилизационных свойств этого правила, и его полезности для понимания кредитно-денежной политики за период, в течение которого, как считается, проводилась удачная политика, вызвало значительный интерес, и различные центральные банки стали принимать во внимание данную функцию реагирования, или подобные ей, при принятии решений. Представляя собой непосредственную связь решений по ставке процента с экономической активностью и инфляцией, правила Тейлора явили собой удобный инструмент для изучения монетарной политики без углубленного анализа спроса и предложения денег. Последующие исследования

¹¹ Bryant R., Hooper, P., and C. Mann (eds) (1993) *Evaluating Policy Regimes: New Research in Empirical Macroeconomics*, Brookings Institution

предложили более общую форму классического правила Тейлора для оценки кредитно-денежной политики в рамках различных моделей:

$$i = (1 - \theta_i)(r^* + \pi^*) + \theta_i i_{-1} + \theta_\pi (\pi - \pi^*) + \theta_q (q - q^*) + \theta_{\Delta q} (\Delta q - \Delta q^*)$$

Обобщенное правило Тейлора включает в себя менее общие варианты в качестве особых случаев, а также добавляет два дополнительных элемента. Во-первых, оно учитывает инерционность поведения центрального банка при выборе ставок процента, $\theta_i > 0$; во-вторых, оно подразумевает реагирование на изменения экономической активности, выраженное в двух формах: реагирование на уровень гэта выпуска, $(q - q^*)$, или на его изменение, которое может быть выражено как разность между темпом роста выпуска, и его потенциалом, $(\Delta q - \Delta q^*)$. Обобщенное правило Тейлора также включает в себя и другое упрощение, $\theta_i = 1, \theta_q = 0$, которое приводит к семейству функции реагирования, сходными с идеей Виксела:

$$\Delta i = \theta_\pi (\pi - \pi^*) + \theta_{\Delta q} (\Delta q - \Delta q^*)$$

Данный вид функции реагирования также представляет интерес, поскольку, как и правила, основанные на росте денежной массы, ее применение не требует оценки естественной ставки процента или уровня потенциального выпуска, но только темпов роста потенциального выпуска. Данная функция может рассматриваться как переформулировка правил, основанных на денежной массе, в терминах ставки процента в качестве инструментальной переменной. После некоторых преобразований, правило может быть сформулировано в терминах скорости денег:

$$\Delta v - \Delta v^* = (1 + \phi_{\Delta x})(\Delta x - \Delta x^*)$$

Для того, чтобы перейти к правилу определения процентной ставки, рассмотрим простейшую формулировку спроса на деньги как зависимости отклонений скорости обращения от ее равновесной величины и ставки процента:

$$\Delta v - \Delta v^* = a \Delta i + e$$

Где $a > 0$, и e отражает краткосрочные изменения спроса на деньги и шоки скорости обращения денег. Функция реагирования на основе ставки процента, не учитывающая краткосрочные флуктуации, может быть получена путем подстановки оставшейся части уравнения в правило, выраженное в терминах скорости. Это приводит к:

$$\Delta i = \theta((\pi - \pi^*) + (\Delta q - \Delta q^*)),$$

Вследствие такой гибкости, позволяющей объединить широкий спектр функций реагирования, и относительную простоту, правила Тейлора стали основой для исследования различных стратегий кредитно-денежной политики, от таргетирования роста денежной массы (Clarida, Gertler, 1997) до таргетирования инфляции (Orphanides, Williams, 2007).

Решающим элементом формулировки и операционного применения правила Тейлора является подробное описание входной информации. Это подразумевает определение способов измерения инфляции и экономической активности, на которые реагирует правило (например, должны использоваться прогнозы или исторические значения переменных, определения источника данных). Кроме того, должны быть оговорены построение и оценка ненаблюдаемых величин, необходимых для применения функции реагирования. Эти два момента становятся особенно важными в свете того, что существует множество различных, зачастую конкурирующих между собой, альтернативных мнений по поводу информации, которую необходимо использовать. При этом проведенные эконометрические оценки говорят о том, что реалистичность и функциональность той или иной модификации правила Тейлора в значительной степени зависят от того, как оцениваются входящие в функцию переменные. Различия предпосылок, сделанных относительно входной информации, затрудняют сравнение исследований и зачастую объясняют различие в результатах.

Например, функции реагирования чувствительны к неверной интерпретации информации о текущем состоянии экономики. Обычной ловушкой в процессе оценки кредитно-денежной политики является предположение, что текущее состояние экономики, т.е. текущий гэт выпуска, может быть наблюдаем. При таком предположении исследователи часто приходят к

выводу, что правило Тейлора со значительным коэффициентом реагирования на гэп выпуска оптимально. Однако прямое применение данных рекомендаций было бы неэффективно. Доступные в реальном времени оценки гэта выпуска не обладают необходимой точностью, причем накопленный опыт показывает, что отклонения весьма существенны. В таких условиях большая стабильность будет достигнута, если центральный банк вообще не будет реагировать на гэп выпуска или же будет вместо этого рассматривать рост выпуска. Если естественная ставка процента так же неизвестна и ее оценки в реальном времени так же подвержены серьезным отклонениям, вариант $\Delta i = \theta(\pi - \pi^*) + (\Delta q - \Delta q^*)$ более стабилен, чем вариант $i - i^* = \theta_\pi(\pi - \pi^*) + \theta_q(q - q^*)$, в то время как если бы точная информация была доступна сразу, то предпочтения были бы обратными. Приведенные ниже графики иллюстрируют, насколько существенно пересматриваются данные¹².

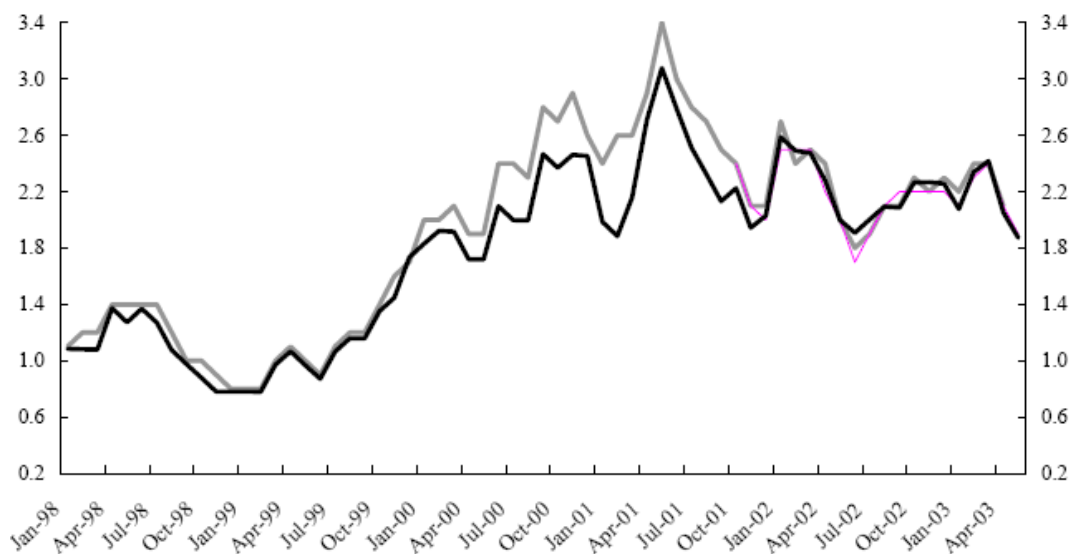


График 3. Пересмотр данных по инфляции. Темная кривая – пересмотренные данные, светлая – значения инфляции до пересмотра

¹² Графики приведены из Taylor Rules for Euro Area: The Issue of Real-Time Data, Dieter Gerdesmeier, Barbara Roffia, 2004

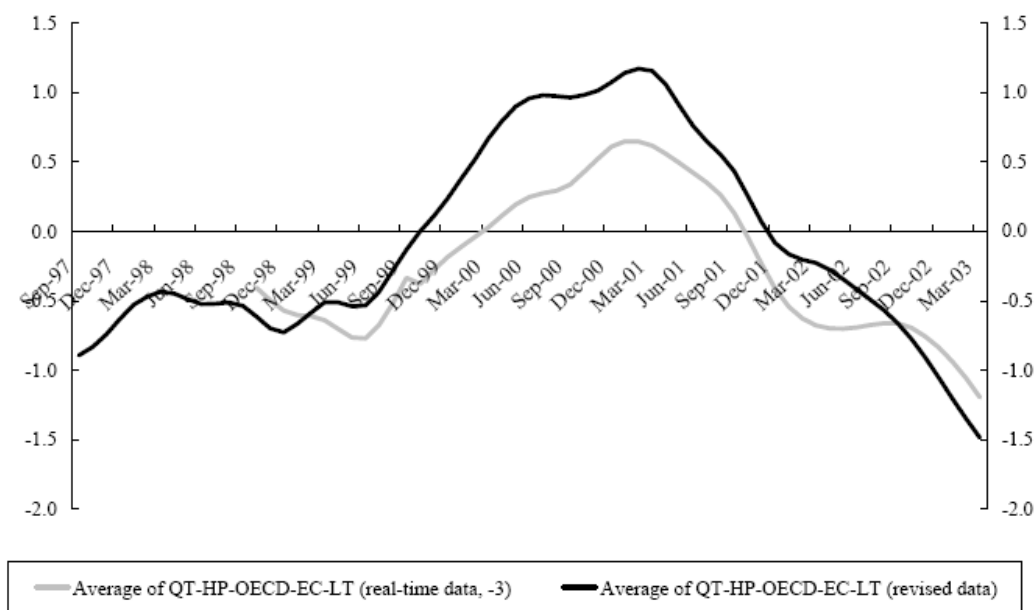


График 4. Влияние пересмотра данных по выпуску на рассчитанный гэп выпуска. Темная кривая – гэп выпуска на основе пересмотренных данных, светлая кривая – на основе данных до пересмотра.

Другим примером подобной чувствительности является использование прогнозов в правиле Тейлора. Из-за лагов в передаточном механизме кредитно-денежной политики действия центральных банков должны быть упреждающими, особенно в отношении инфляции. Однако выводы о качестве функций реагирования, основанных на прогнозах, в значительной степени зависят от качества самих прогнозов. В некоторых моделях правила Тейлора, включающие в себя прогноз инфляции на несколько кварталов вперед, кажутся более эффективными с точки зрения достижения стабильности, чем правила, базирующиеся только на краткосрочных прогнозах. Однако этот вывод не является надежным ввиду потенциальной ненадежности долгосрочных прогнозов. (Levin, Wieland, Williams, 2003).

Несмотря на значительное внимание к правилам кредитно-денежной политики, на практике они вряд ли применяются непосредственно, механически. Часть причин – чисто технические. Например, использование квартальных данных (которые применяются в большинстве исследований правил кредитно-денежной политики) не позволяет в достаточной мере сгладить ценовые шоки, связанные, например, с временным изменением цен на сырье. С другой стороны, квартал – слишком длительный период между принятия решений. Например, при начале рецессии приемлемо быстрое снижение краткосрочной процентной ставки.

Однако эти технические проблемы можно решить, совершенствуя систему статистического учета. Фундаментальная проблема заключается в невозможности сделать алгебраическую формулу функции реагирования всеобъемлющей. Например, определение того, является ли изменение цен временным или постоянным, требует обращения к нескольким показателям инфляции (CPI, PPI, индекс стоимости рабочей силы). Кроме того, следует обратить внимание и на фьючерсные рынки, межвременную структуру процентных ставок, исследования и прогнозы аналитиков. Интерпретация уровня потенциального выпуска и его темпов роста включает в себя необходимость прогнозов производительности труда, степени участия рабочей силы и изменений естественного уровня безработицы. Хотя вся перечисленная выше информация может быть проанализирована количественными методами, трудно включить такой всеобъемлющий анализ в одну формулу. Кроме того, иногда возникает ситуация, когда центральный банк некоторые специальные факторы. Например, ФРС предоставила банковской системе дополнительные резервы после обвала фондового рынка в

октябре 1987, что помогло преодолеть кризис ликвидности и восстановить доверие. Чтобы действовать в подобных ситуациях необходимо больше, чем простое правило монетарной политики.

Вопросы

1. Типы кредитно-денежной политики
2. Разновидности функций реагирования
3. Правило Тейлора
4. Проблемы, связанные с применением функций реагирования

1.4. Связь валютного курса и кредитно-денежной политики

Рассмотрим, какую роль играет валютный курс в монетарной политике.

Одним из звеньев передаточного механизма кредитно-денежной политики является валютный курс. Колебания валютного курса обычно влияют на уровень инфляции тремя путями. Во-первых, колебания валютного курса могут непосредственно влиять на цены импортных товаров на внутреннем рынке. При повышении валютного курса цены на импортные товары обычно падают, что непосредственным образом способствует снижению уровня инфляции при условии, что эти товары используются исключительно для потребления. Во-вторых, если такие импортные товары используются в процессе производства в качестве комплектующих или сырья, то снижение на них закупочных цен может со временем привести к снижению цен на готовую продукцию. В-третьих, последствия колебаний валютного курса могут также проявляться через влияние на конкурентоспособность товаров отечественного производства на мировом рынке. Если в результате повышения валютного курса товары отечественного производства становятся менее конкурентоспособными с учетом уровня цен на мировом рынке, то это, как правило, ведет к снижению на них спроса и, соответственно, общего уровня спроса в масштабах всей экономики. При всех прочих равных условиях, повышение валютного курса способствует, таким образом, сдерживанию инфляционных тенденций.

Однако интерпретация динамики валютного курса может не быть столь однозначной. Снижение курса доллара, например, может отражать тот факт, что кредитно-денежная политика стала, или же станет в будущем, более мягкой, что приведет к инфляционным рискам. Однако валютный курс – это относительная величина, и на нее влияют как изменения в национальной экономике, так и события за рубежом, поэтому ослабление доллара на валютном рынке может быть вызвано другим фактором – увеличением процентных ставок за рубежом, что делает валюты других стран более привлекательными и мало связано с решениями центрального банка США. По такому же принципу укрепление доллара на валютном рынке может, с одной стороны, отражать переход (или ожидаемый переход) к более жесткой кредитно-денежной политике ФРС, а с другой стороны – снижение процентных ставок за рубежом или же увеличение оценок рискованности зарубежных активов относительно американских.

По мнению некоторых экономистов, одной из целей кредитно-денежной политики должна быть стабилизация национальной валюты в терминах другой валюты или корзины валют. И по этому вопросу мы наблюдаем заявление различных позиций центральными банками США и ЕС. В миссии ЕЦБ есть прямое указание на защиту стоимости евро, т.е. следует ожидать, что ЕЦБ должен реагировать на изменения валютного курса. В случае США, позиция центрального банка другая. ФРС, вследствие значительной неопределенности по поводу того, какое значение валютного курса в наибольшей степени согласуется с целями кредитно-денежной политики, опасается выбрать неправильный ориентир, поскольку неправильный выбор может привести к дефляции или перегреву экономики. В то же время отметим, что согласно теоретическим исследованиям, учет валютного курса при принятии решений по процентным ставкам может принести некоторые выгоды, выражающиеся, в частности, в уменьшенной вариации инфляции.

Вопросы

1. Роль валютного курса в передаточном механизме кредитно-денежной политики
2. Интерпретация динамики валютного курса при принятии решений центральными банками.

2. Построение и оценка функций реагирования ФРС и ЕЦБ

Во второй главе мы перейдем к непосредственной формализации кредитно-денежной политики ФРС и ЕЦБ. Прежде всего, мы сконструируем базу данных, необходимых для нашего анализа. Затем мы построим разные варианты функции реагирования центральных банков. И наконец, мы рассмотрим, насколько центральные банки учитывают при проведении политики валютный курс.

2.1. Преобразование и анализ исходных данных

В предыдущей главе мы выяснили, что кредитно-денежную политику центрального банка можно формализовать с помощью функции реагирования. В данной главе мы построим и оценим различные варианты таких функций.

Напомним, что классический вид функции реагирования выглядит так:

$$i_t = \alpha + \beta_\pi \pi_t + \beta_y y_t + \varepsilon_t,$$

где i_t - процентная ставка в момент t , π_t - значение инфляции, y_t - значение гэта выпуска. В дальнейшем мы попробуем включить в функцию реагирования денежную массу $M3$ (переменная $m3$), и валютный курс (переменная exr) для того, чтобы оценить, принимают ли во внимание центральные банки при принятии решений указанные показатели. Таким образом, мы сможем установить, влияет ли валютный курс на процентные ставки.

Исходя из данных целей, нам необходимо собрать соответствующую статистическую базу для оценки функции реагирования. Данные для Еврозоны можно взять из статистической базы ЕЦБ «Statistical Data Warehouse» (<http://sdw.ecb.europa.eu>), источником данных по США служит статистическая база Федерального Резервного Банка Сент-Луиса - FRED® (<http://research.stlouisfed.org>).

В случае с показателями денежной массы $M3$ и валютного курса вопросов не возникает в связи с отсутствием выбора. Данные по $M3$ и валютному курсу выражаются единственными показателями, которые непосредственно публикуются в указанных выше базах данных. Несколько сложнее обстоит дело с показателями инфляции и процентными ставками, для которых существует широкий спектр вариантов.

Существуют различные мнения относительно того, какие процентные ставки следует использовать, однако мы остановимся на тех процентных ставках, которые непосредственно регулируются центральными банками. В случае ФРС такой ставкой является ставка по федеральным фондам, для ЕЦБ мы воспользуемся индексом *EONIA*, который, как было показано ранее, тесно связан с фактическими ставками кредитования на межбанковском рынке. Таким образом, мы будем исследовать две ключевые процентные ставки в США и Еврозоне.

При выборе показателя инфляции остановимся на базовых, широко используемых в эмпирических исследованиях функции реагирования, индексе потребительских цен в случае США (*Consumer Price Index, CPI*) и гармонизированном индексе потребительских цен в случае Еврозоны (*Harmonized Index of Consumer Prices, HICP*).

Наиболее трудоемким является построение статистической базы по гэпу выпуска. Проблема заключается в том, что гэта выпуска – это в некотором смысле «виртуальное» понятие. Не существует возможности прямого наблюдения потенциального уровня выпуска, это чисто оценочный показатель. Количество вариантов оценки гэта выпуска определяется не только выбранной методикой оценки, но и базовым показателем, на основе которого проводятся вычисления: это может быть, например, ВВП, производственный индекс или ВВП. Таким образом, у нас имеется значительное число альтернатив. Из всех вариантов базового

показателя мы предпочтем индекс промышленного производства (*Industrial Production Index*) по следующим причинам. Во-первых, поскольку решения центральными банками по процентной ставке могут приниматься до нескольких раз в месяц, то желательно обеспечить и соответствующую периодичность данных. Такие показатели, как ВВП, ВНП публикуются не чаще, чем раз квартал, в то время как индекс промышленного производства публикуется на ежемесячной основе. Во-вторых, подход с использованием индекса промышленного производства адекватно проявил себя в уже проведенных исследованиях.

Вторым этапом построения гэта выпуска является оценка потенциального выпуска. Как уже упоминалось, существуют различные методики такой оценки, применяемые в эмпирических исследованиях кредитно-денежной политики центральных банков, однако, в целом, в их основе лежит одна и та же идея: потенциальное значение выпуска представляется как трендовое значение соответствующего временного ряда. Такую оценку можно получить, воспользовавшись, например, регрессией на переменную времени, но мы воспользуемся несколько более сложным методом Ходрика-Прескотта. Данный метод позволяет разложить временной ряд на трендовую и циклическую составляющие:

$$y_t = s_t + c_t.$$

Трендовая составляющая, s_t , выбирается так, чтобы минимизировались отклонения y от s :

$$\min \sum_{t=1}^T (y_t - s_t)^2 + \lambda \sum_{t=2}^{T-1} [(s_{t+1} - s_t) - (s_t - s_{t-1})]^2$$

Параметр λ штрафует за вариацию трендовой составляющей и отвечает за «гладкость» ряда s_t . Чем больше λ , тем ближе тренд к линейному. Стандартные статистические пакеты имеют уже встроенные процедуры применения данного метода. Мы будем проводить расчеты в среде Eviews 3.1. Для оценки трендового значения воспользуемся ежемесячными данными по индексу промышленного производства для США и Еврозоны за период с января 1990 года по март 2008 года. При этом, вслед за многими исследователями, мы будем проводить вычисления на основе натуральных логарифмов индексов, т.е. для рядов $\ln(ipi^{us}_t)$ (США) и $\ln(ipi^{eu}_t)$ (Еврозона). Импортировав в EViews 3.1 наши временные ряды, воспользуемся опцией «*Hodrick-Prescott Filter...*». Для данных различной периодичности рекомендуются различные параметры λ . Установим параметр $\lambda = 14400$, последовав рекомендациям для месячных данных авторов метода. В результате мы получим два ряда трендовых значений, которые представлены на графиках ниже в сравнении с фактическими значениями. Сплошная линия соответствует фактическим значениям индекса промышленного производства, пунктирная – полученным трендовым значениям.

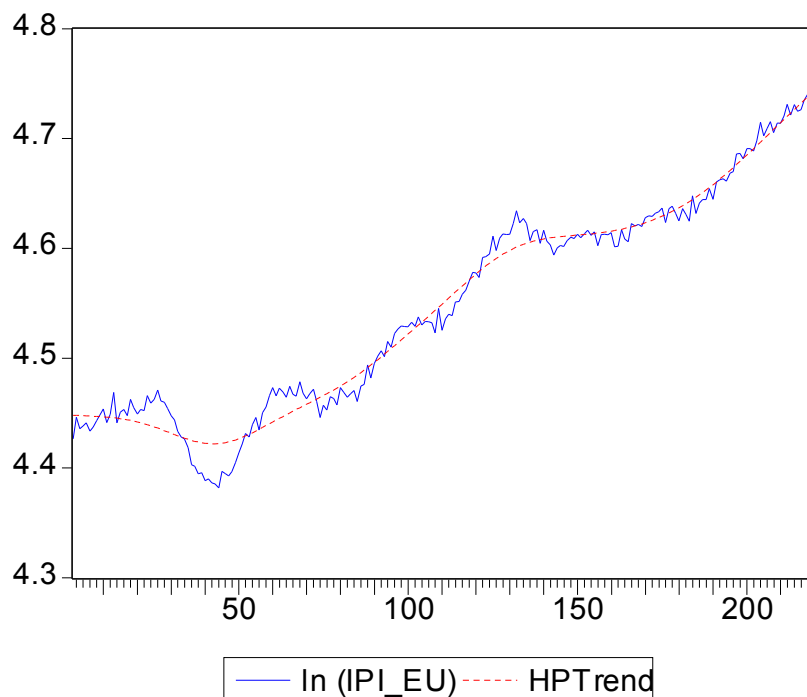


График 5. Фактические и трендовые значения индекса промышленного производства Еврозоны

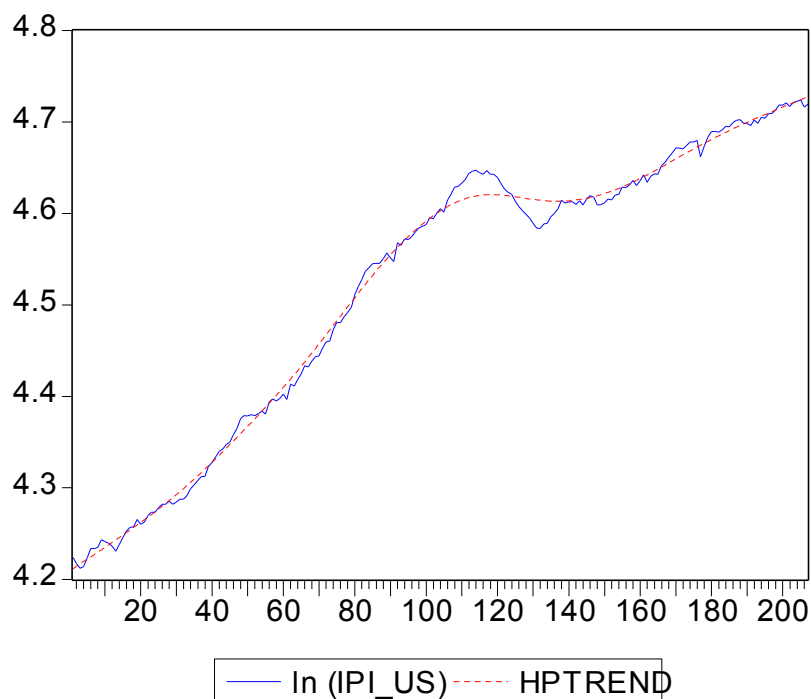


График 6. Фактические и трендовые значения индекса промышленного производства США

Теперь у нас имеется фактическое значение, $\ln(ip_i)$, и расчетное трендовое значение, s_i , и мы можем рассчитать гэпы выпуска для США и Еврозоны (в процентах):

$$usgap_i = \frac{\ln(ipi_i^{us}) - s_i^{us}}{s_i^{us}} \times 100$$

$$eugap_i = \frac{\ln(ipi_i^{eu}) - s_i^{eu}}{s_i^{eu}} \times 100$$

Таким образом, выбранные показатели включают в себя: индекс процентных ставок *EONIA*, ставка по федеральным фондам *Federal Funds Rate (FFR)*, индекс потребительских цен (*Consumer Price Index, CPI*), гармонизированный индекс потребительских цен (*Harmonized Index of Consumer Prices, HICP*), индекс промышленного производства для США и Еврозоны (*Industrial Production Index, IPI*), обменный курс доллара к евро. Таким образом, для Еврозоны и для США мы имеем показатели, характеризующие инфляцию, реальную экономическую активность, а также краткосрочные ставки процента, которые контролируют центральные банки – информацию, достаточную для оценивания и прогнозирования действий центральных банков в предположении, что их решения в значительной степени связаны с правилами Тейлора.

Рассматриваемый период составляет с января 1994 года по февраль 2008 года. С учетом частоты наблюдений – месяц – получаем всего 170 наблюдений. Это не очень большой массив, однако, он вполне достаточен для анализа. Каждое наблюдение представляет собой значение на начало месяца, т.е. фактически значение за предыдущий месяц. В дальнейшем мы будем пользоваться не только абсолютными значениями имеющихся переменных, но и их приростами, в этом случае количество доступных наблюдений будет составлять 169.

Поскольку центральными переменными в нашем анализе являются процентные ставки – переменные, характеризующие кредитно-денежную политику центральных банков – и валютный курс, то сосредоточимся на характеристике этих временных рядов.

Начиная с этого момента, все вычисления будем производить в программе Маткад. Создадим матрицу S размерности 155×4 , которая будет содержать в себе наши временные ряды (валютный курс, *exr*, индекс ЭОНИА, *eonia*, ставка по федеральным фондам, *ffr*). Первая строка матрицы – названия переменных, первый столбец – дата наблюдения. Количество наблюдений уменьшено по следующим соображениям. Поскольку нашей основной задачей является прогноз, то для того, чтобы имелась возможность оценить его качество, часть выборки (наблюдения 156-169) мы «зарезервируем» для проверки, и весь анализ будем проводить на наблюдениях 1-155.

Прежде, чем приступить к оценке функций реагирования, исследуем свойства временных рядов процентных ставок и валютного курса. Как известно из курса эконометрики, рассматривая временной ряд наблюдений какой-либо переменной Y_1, \dots, Y_T , мы можем считать каждое наблюдение реализацией случайных переменных, которые могут быть описаны некоторым стохастическим процессом. Свойства этого стохастического процесса мы и попытаемся описать.

Для начала проверим стационарность процессов процентных ставок и валютного курса. Напомним, что стохастический процесс называется строго стационарным, если его свойства неизменны во времени, другими словами, совместное распределение для любых отрезков времени не изменяется при сдвиге по оси времени. Это означает, что распределение Y_1 совпадает с распределением любого Y_t , а также что, например, ковариации между Y_t и Y_{t-k} для любого k не зависят от t . Однако при анализе временных рядов (и в нашем случае тоже) обычно под стационарностью имеется в виду ее слабая форма, которая подразумевает независимость от времени не всего распределения, а только его характеристик: средних, вариаций и ковариаций. Формально это может быть записано следующим образом. Процесс $\{Y_t\}$ называется стационарным в слабой форме, если для всех t имеет место:

$$E\{Y_t\} = \mu < \infty$$

$$V\{Y_t\} = E\{(Y_t - \mu)^2\} = \gamma_0 < \infty$$

$$\text{cov}\{Y_t, Y_{t-k}\} = E\{(Y_t - \mu)(Y_{t-k} - \mu)\} = \gamma_k, \quad k = 1, 2, 3, \dots$$

Очевидно, что в случае нормального распределения, которое полностью определяется первым и вторым моментами, понятия сильная стационарность и слабая стационарность эквивалентны.

Стационарность процесса означает, что его значения должны колебаться около своего среднего. Рассмотрим графики процентных ставок и валютного курса и их средние значения (пунктирная линия):

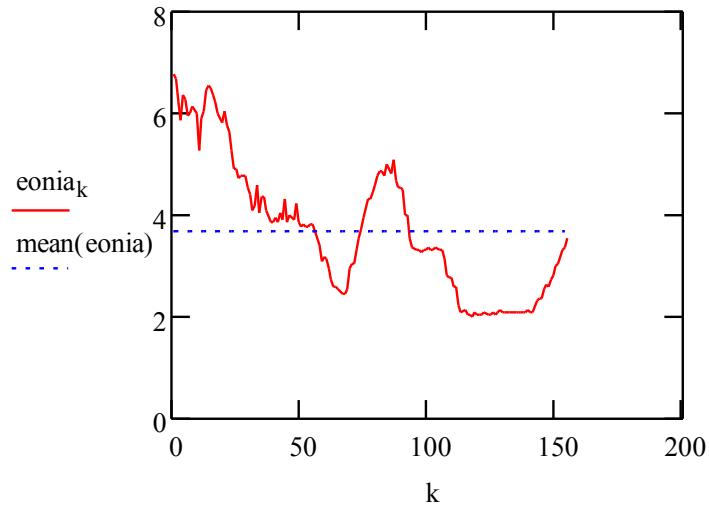


График 6. Индекс ЭОНИЯ

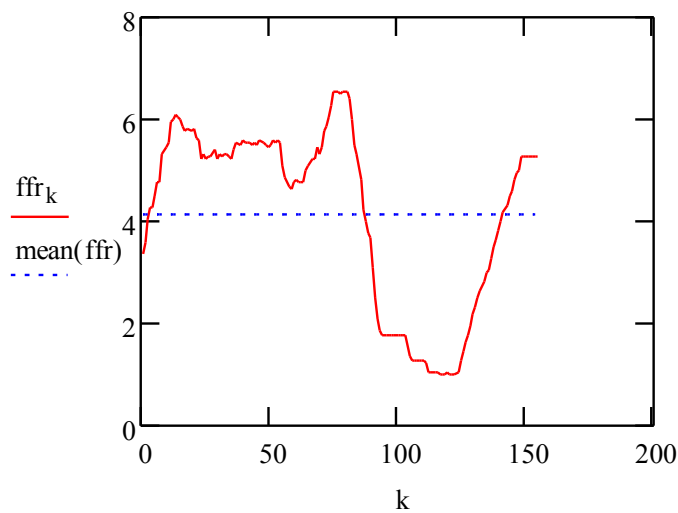


График 7. Ставка по федеральным фондам

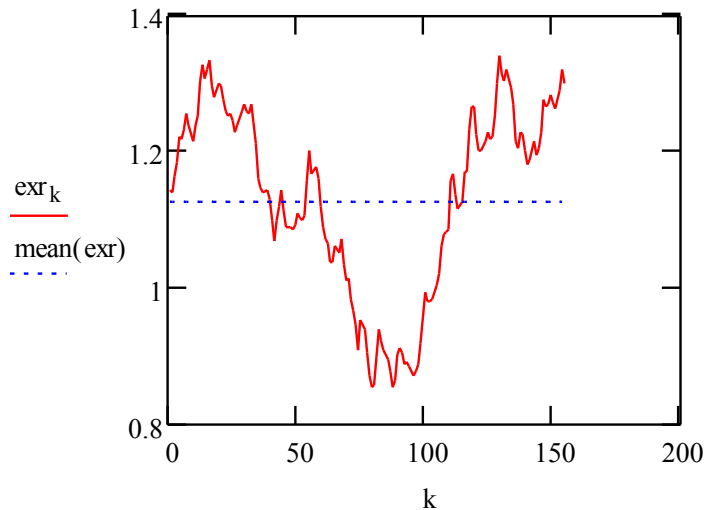


График 8. Валютный курс доллара к евро

Судя по графикам, однозначные предварительные выводы о стационарности процессов цен и валютного курса сделать сложно. Обратимся к проверке гипотезы о наличии единичного корня. Некоторые сведения об единичных корнях содержатся в приложении 2.

Рассмотрим авторегрессионный процесс первого порядка AR(1):

$$Y_t = \delta + \theta Y_{t-1} + \varepsilon_t$$

Наличие единичного корня соответствует $\theta = 1$. Поскольку константа в стационарном AR(1) модели удовлетворяет условию

$$\delta = (1 - \theta)\mu,$$

где μ - среднее значение временного ряда, нулевая гипотеза о наличии единичного корня также подразумевает, что константа должна быть равна нулю. Хотя и возможно одновременно протестировать два ограничения $\delta = 0$ и $\theta = 1$, проще (и это является общепринятой практикой) протестировать только одну: $\theta = 1$. Очевидным подходом является использование оценки по методу наименьших квадратов $\hat{\theta}$ параметра θ (такая оценка будет состоятельной вне зависимости от истинного значения θ) и соответствующей стандартной ошибки для проверки нулевой гипотезы. Однако, как показали Дики и Фуллер, разработавшие этот тест на единичные корни,¹³ при нулевой гипотезе $\theta = 1$ стандартное t -статистика не имеет t -распределение, даже асимптотически. Это приводит к тому, что стандартно рассчитываемую t -статистику

$$DF = \frac{\hat{\theta} - 1}{se(\hat{\theta})}$$

необходимо сравнивать с критическими значениями, взятыми из особого распределения (см. Приложение 3). Поскольку метод наименьших квадратов инвариантен к линейным трансформациям модели, можно использовать более удобный вариант теста. Оцениваем модель

$$\Delta Y_t = \delta + (\theta - 1)Y_{t-1} + \varepsilon_t$$

В этом случае t -статистика для $\theta - 1 = 0$ будет идентична статистике DF . Именно так мы и будем действовать.

Заметим, однако, что мы не знаем истинного порядка авторегрессионного процесса анализируемых переменных, поэтому нам необходимо провести тест на наличие единичного корня не только в AR(1), но и в авторегрессиях более высокого порядка. Это можно сделать с помощью расширенного теста Дики-Фуллера (ADF-тест), для которого асимптотически сохраняются те же критические величины, что и для варианта AR(1).

¹³ Dickey, D.A., Fuller, W.A. (1979), "Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root", Journal of American Statistical Association, 74, pp. 427-431

Тест на наличие единичного корня в авторегрессии порядка p может быть проводится на основе того факта, что процесс $AR(p)$ может быть записан в следующем виде:

$$\Delta Y_t = \delta + \pi Y_{t-1} + c_1 \Delta Y_{t-1} + \dots + c_{p-1} \Delta Y_{t-p+1} + \varepsilon_t,$$

где $\pi = \theta_1 + \dots + \theta_p - 1$, а $c_1 + \dots + c_{p-1}$ - подходящим образом выбранные константы. Поскольку $\pi = 0$ подразумевает, что $\theta(1) = 0$, то это условие также соответствует тому, что $z=1$ является корнем характеристического уравнения $\theta(z) = 0$ (см. Приложение 2). Следовательно, гипотеза $\pi = 0$ соответствует единичному корню, и ее можно проверить, используя t -статистику.

Расширенный тест Дики-Фуллера проводится путем регрессии ΔY_t на $Y_{t-1}, \Delta Y_{t-1}, \dots, \Delta Y_{t-p+1}$ и тестирования значимости коэффициента при Y_{t-1} .

Перейдем к реализации описанных выше тестов. Сначала протестируем наличие единичных корней для случая $AR(1)$. Для этого оценим методом наименьших квадратов следующие регрессии:

$$\Delta exr_t = \delta_{exr} + (\theta_{exr} - 1)exr_{t-1} + \varepsilon_t$$

$$\Delta eonia_t = \delta_{eonia} + (\theta_{eonia} - 1)eonia_{t-1} + \varepsilon_t$$

$$\Delta ffr_t = \delta_{ffr} + (\theta_{ffr} - 1)ffr_{t-1} + \varepsilon_t$$

где ε_t - белый шум.

Поскольку алгоритм действий одинаков, приведем реализацию теста Дики-Фуллера в Маткад только для валютного курса, а для процентных ставок приведем только результаты.

С помощью команды *submatrix* создаем два вспомогательных вектора таким образом, чтобы вектор X содержал значения exr_{t-1} , а вектор Y - значения Δexr_t , при этом $\Delta exr_t = exr_t - exr_{t-1}$. Таким образом, значению exr_t (первый элемент вектора X) соответствует Δexr_2 (первый элемент матрицы Y) и т.д. Поскольку в оцениваемой нами регрессии есть свободный член, то для формирования матрицы объясняющих переменных необходимо объединить вектор X с единичным вектором. Единичный вектор формируем с помощью команды *diag(identity(154))*, где 154 - длина вектора (соответствует числу наблюдений, на которых производится оценка). Теперь объединяем единичный вектор и вектор X , используя команду *augment*, получая таким образом 154×2 матрицу $Z1$. Применяем матричную формулу для получения оценок методом наименьших квадратов:

$$B1 = (Z1^T Z1)^{-1} Z1^T Y$$

Результатом является двухстрочный вектор $B1$, в котором первый элемент является оценкой константы, второй элемент - оценкой коэффициента при exr_{t-1} , т.е. оценкой $(\theta_{exr} - 1)$.

Далее, строим t -статистику для коэффициента при exr_{t-1} . Для этого, во-первых, формируем остатки, вычитая из фактических значений Δexr_t ее расчетные значения:

$$e_t = \Delta exr_t - (B1_0 + B1_1 exr_{t-1})$$

где $B1_0$ и $B1_1$ - значения первого и второго элементов вектора $B1$.

Во-вторых, рассчитываем выборочную дисперсию остатков, не забыв скорректировать ее на число степеней свободы (количество наблюдений минус число регрессоров, включая константу):

$$s^2 = \frac{1}{154 - 2} \sum_{i=2}^{155} e_i^2$$

Теперь мы можем вычислить стандартное отклонение для коэффициента при exr_{t-1} :

$$V = s^2 (Z1^T Z1)^{-1}$$

$$se = \sqrt{V_{1,1}}$$

Таким образом, мы провели все предварительные вычисления, и можем посчитать t -статистику для теста Дики-Фуллера:

$$DF = \frac{\hat{\theta} - 1}{se(\hat{\theta})} = \frac{B1_1}{se1} = -0.769$$

Размер нашей выборки составляет 154 наблюдения, поэтому наиболее близкое табличное значение критической статистики для теста Дики-Фуллера (см. Приложение 3) соответствует $T=100$. На 5% уровне значимости мы не можем отвергнуть гипотезу о наличии единичного корня. Однако, такой вывод мы делаем в предположении, что валютный курс является авторегрессионным процессом первого порядка. Проведем расширенные тесты Дики-Фуллера для авторегрессий валютного курса порядка 2,3,...,7.

Алгоритм вычисления имеет незначительные отличия от описанного выше алгоритма стандартного теста Дики-Фуллера. Различия состоят, во-первых в формировании матрицы X , поскольку увеличивается число регрессоров, а во-вторых, изменяется количество доступных наблюдений.

В матрицу X для расширенного теста Дики-Фуллера на основе авторегрессии порядка p объединяются p векторов-столбцов, соответствующих $exr_{t-1}, \Delta exr_{t-1}, \dots, \Delta exr_{t-p+1}$. Количество доступных наблюдений также зависит от параметра p вследствие изменения порядка лага: матрица X будет иметь $155-p$ строк, соответственно, сокращается и размерность вектора Y .

В приведенной ниже таблице содержатся полученные значения статистики Дики-Фуллера для различного порядка авторегрессий.

| p | $DF (ADF)$ | Крит. знач. (5%) |
|-----|------------|------------------|
| 1 | -0,769 | -2.89 |
| 2 | -1,302 | -2.89 |
| 3 | -1,003 | -2.89 |
| 4 | -1,056 | -2.89 |
| 5 | -1,129 | -2.89 |
| 6 | -1,175 | -2.89 |
| 7 | -1,108 | -2.89 |

Таблица 1. Статистики Дики-Фуллера для валютного курса

Как видно из таблицы для всех лагов мы не можем отвергнуть гипотезу о существовании единичного корня. Это означает, что валютный курс на рассматриваемом отрезке, по-видимому, не является стационарным. Из этого следует, что необходимо перейти к рассмотрению первых разностей валютных курсов. В нашем случае перейдем к логарифмическим приростам валютного курса:

$$dexr_t = \ln(exr_t) - \ln(exr_{t-1}) = \ln\left(\frac{exr_t}{exr_{t-1}}\right)$$

Полученный временной ряд и его среднее значение отражены на графике:

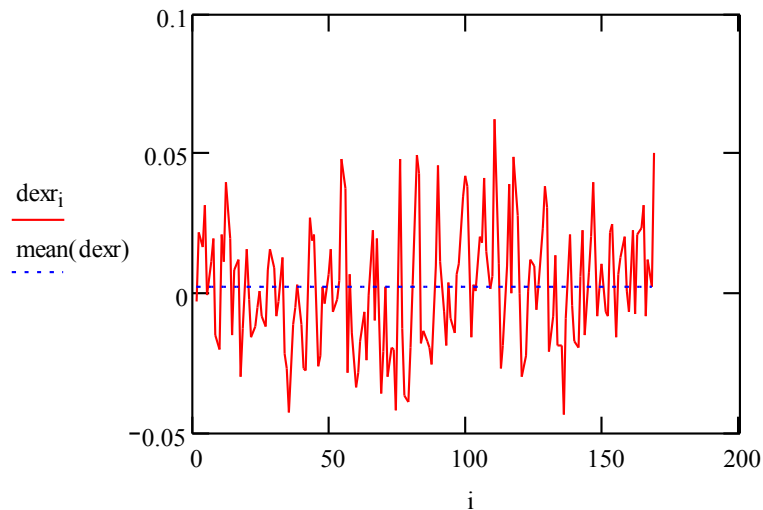


График 9. Логарифмические приросты валютного курса и их среднее значение

График наглядно демонстрирует, что ряд, составленный из разностей, колеблется вокруг своего среднего значения, приблизительно равному нулю, т.е. ряд является стационарным. Этот вывод находит формальное подтверждение в статистике Дики-Фуллера для $dexr_i$ (полученной аналогичными приведенным выше процедурами), которая позволяет с уверенностью отвергнуть гипотезу о единичном корне.

Обратимся к анализу процентных ставок. Приведем статистики Дики-Фуллера для индекса ЭОНИЯ ставки по федеральным фондам:

| p | $DF (ADF)$ | Крит. знач. (5%) |
|-----|------------|------------------|
| 1 | -9,27 | -2.89 |
| 2 | -9,241 | -2.89 |
| 3 | -7,159 | -2.89 |
| 4 | -5,956 | -2.89 |
| 5 | -5,236 | -2.89 |
| 6 | -5,412 | -2.89 |
| 7 | -5,052 | -2.89 |

Таблица 2. Статистики Дики-Фуллера для индекса ЭОНИЯ

| p | $DF (ADF)$ | Крит. знач. (5%) |
|-----|------------|------------------|
| 1 | -3,756 | -2.89 |
| 2 | -1,546 | -2.89 |
| 3 | -1,845 | -2.89 |
| 4 | -2,117 | -2.89 |
| 5 | -2,226 | -2.89 |
| 6 | -2,33 | -2.89 |
| 7 | -2,565 | -2.89 |

Таблица 3. Статистики Дики-Фуллера для ставки по федеральным фондам

Для индекса ЭОНИЯ мы уверенно отвергаем гипотезу единичного корня, а вот в случае ставки по федеральным фондам ситуация неоднозначная. Для авторегрессии порядка 1 гипотеза о единичном корне отвергается, в то время как для авторегрессий порядка 2...7 нет. Общеизвестным является факт, временные ряды процентных ставок являются в значительной степени неопределенными в смысле выбора между наличием единичного корня

(нестационарностью) и отсутствием единичного корня, или почти единичным корнем (стационарностью). Как правило, можно говорить о циклах кредитно-денежной политики, например о цикле понижения процентных ставок, или цикле повышения. В связи с этим возникает значительная инерционность процентных ставок, которая и приводит к невозможности статистически отвергнуть гипотезу о наличии единичного корня, хотя с экономической точки зрения нестационарность процентных ставок не совсем реалистична. Высокая степень инерционности означает, что даже в условиях стационарности возврат к средним значениям занимает много времени. В связи с этим, большое значение приобретает длина исследуемого временного ряда, которую нельзя назвать достаточно большой в нашем случае. По этим соображениям, вопреки статистическому анализу, мы не будем принимать гипотезу о нестационарности ставки по федеральным фондам.

Определим порядок авторегрессионных процессов логарифмических приростов валютного курса и процентных ставок. Как правило, трудно найти экономические обоснования конкретной спецификации модели, и наш случай – не исключение. Какая модель подходит больше определяется самими данными. Выбирать порядок авторегрессионных процессов мы будем основе коэффициентов частичной автокорреляции.

Выборочный коэффициент частичной автокорреляции порядка k получается в результате оценки по методу наименьших квадратов θ_k в модели $AR(k)$:

$$Y_t = \delta + \theta_1 Y_{t-1} + \dots + \theta_k Y_{t-k} + \varepsilon_t$$

Частичная автокорреляция $\hat{\theta}_k$ измеряет дополнительную корреляцию между Y_t и Y_{t-k} с поправкой на промежуточные значения $Y_{t-1}, \dots, Y_{t-k+1}$.

Если истинная модель представляет собой $AR(p)$ процесс, то оценка методом наименьших квадратов модели $AR(k)$ дает устойчивые оценки коэффициентов, если $k \geq p$. Следовательно

$$p \lim \hat{\theta}_k = 0 \text{ если } k > p$$

Более того, можно показать, что асимптотическое распределение является стандартным нормальным, т.е.

$$\sqrt{T}(\hat{\theta}_k - 0) \rightarrow N(0,1) \text{ если } k > p$$

Следовательно, коэффициенты частичной автокорреляции (или частичная автокорреляционная функция) может быть использована для определения порядка авторегрессионного процесса. Проверка модели $AR(k-1)$ против модели $AR(k)$ подразумевает проверку гипотезы, что $\theta_k = 0$. При нулевой гипотезе, что модель является $AR(k-1)$, стандартную ошибку коэффициента $\hat{\theta}_k$ можно аппроксимировать величиной $1/\sqrt{T}$. Таким образом, гипотеза $\theta_k = 0$ отвергается, если $|\sqrt{T}\hat{\theta}_k| > 1.96$. В итоге, мы получаем следующий алгоритм определения порядка авторегрессионного процесса: для каждого лага рассчитываем коэффициент частичной автокорреляции и проверяем гипотезу о том, что он равен нулю. Для истинной модели $AR(p)$ коэффициенты частичной автокорреляции будут близки к нулю после лага p .

Вычислим коэффициенты частичной автокорреляции для процентных ставок и приростов валютного курса.

| Лаг | $\hat{\theta}_k$ | $ \sqrt{T}\hat{\theta}_k $ | Крит. знач. |
|-----|------------------|----------------------------|-------------|
| 1 | 0,314 | 3,778 | 1,96 |
| 2 | -0,201 | -2,428 | 1,96 |
| 3 | 0,0001 | -0,094 | 1,96 |
| 4 | 0,011 | 0,122 | 1,96 |
| 5 | 0,049 | 0,536 | 1,96 |
| 6 | -0,038 | -0,435 | 1,96 |
| 7 | 0,08 | 0,957 | 1,96 |
| 8 | 0,101 | 1,23 | 1,96 |

Таблица 4. Коэффициенты частичной автокорреляции приростов валютного курса

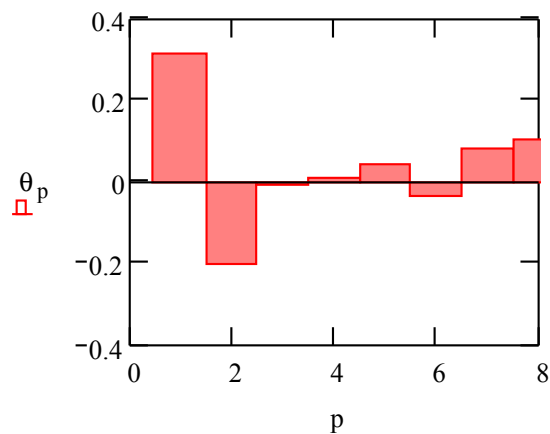


График 10. Коэффициенты частичной автокорреляции приростов валютного курса

| Лаг | $\hat{\theta}_k$ | $ \sqrt{T}\hat{\theta}_k $ | Крит. знач. |
|-----|------------------|----------------------------|-------------|
| 1 | 0,975 | 11,818 | 1,96 |
| 2 | 0,0077 | 0,094 | 1,96 |
| 3 | -0,212 | -2,573 | 1,96 |
| 4 | -0,085 | -1,032 | 1,96 |
| 5 | -0,206 | -2,497 | 1,96 |
| 6 | -0,014 | -0,174 | 1,96 |
| 7 | -0,0056 | -0,068 | 1,96 |
| 8 | -0,129 | -1,56 | 1,96 |

Таблица 5. Коэффициенты частичной автокорреляции индекса ЭОНИА

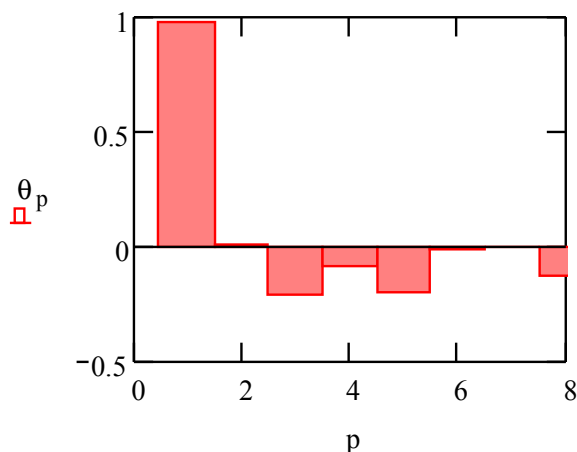


График 11. Коэффициенты частичной автокорреляции индекса ЭОНИЯ

| Лаг | $\hat{\theta}_k$ | $ \sqrt{T}\hat{\theta}_k $ | Крит. знач. |
|-----|------------------|----------------------------|-------------|
| 1 | 0,996 | 12,076 | 1,96 |
| 2 | -0,616 | -7,466 | 1,96 |
| 3 | -0,316 | -3,833 | 1,96 |
| 4 | -0,131 | -1,594 | 1,96 |
| 5 | -0,063 | -0,77 | 1,96 |
| 6 | -0,089 | -1,081 | 1,96 |
| 7 | -0,139 | -1,688 | 1,96 |
| 8 | 0,024 | 0,287 | 1,96 |

Таблица 5. Коэффициенты частичной автокорреляции ставки по федеральным фондам

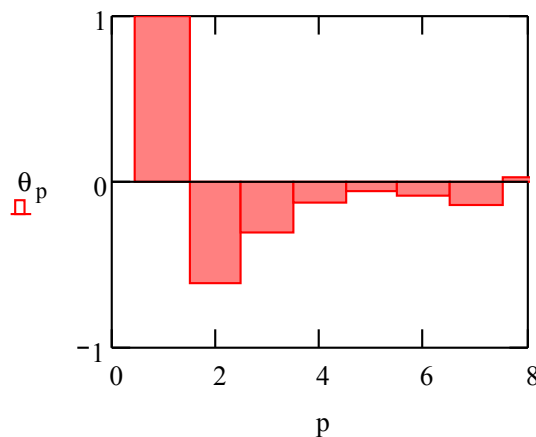


График 12. Коэффициенты частичной автокорреляции ставки по федеральным фондам

Анализ коэффициентов частичной автокорреляции показывает, что, скорее всего, приросты валютных курсов следуют авторегрессионному процессу второго порядка, ставка по федеральным фондам является авторегрессией третьего порядка, а для процесса индекса ЭОНИЯ значимыми являются первый, третий и пятый лаги. Таким образом, получим следующие авторегрессионные модели:

$$\Delta exr_t = \delta_{exr} + \theta_{1exr} \Delta exr_{t-1} + \theta_{2exr} \Delta exr_{t-2} + \varepsilon_t$$

$$ffr_t = \delta_{ffr} + \theta_{1ffr} ffr_{t-1} + \theta_{2ffr} ffr_{t-2} + \theta_{3ffr} ffr_{t-3} + \varepsilon_t$$

$$eonia_t = \delta_{eonia} + \theta_{1eonia} eonia_{t-1} + \theta_{3eonia} eonia_{t-3} + \theta_{5eonia} eonia_{t-5} + \varepsilon_t$$

Для их оценки воспользуемся методом наименьших квадратов, который, как уже упоминалось ранее, в случае авторегрессионной модели дает состоятельные оценки. Алгоритм проведения оценки по методу наименьших квадратов в Маткаде уже рассматривался, поэтому подробно повторять его не будем. Прежде, чем перейти к рассмотрению результатов оценки, проведем проверку адекватности модели. Это позволяет сделать анализ остатков, которые в случае, если выбранная модель верна, должны представлять собой приблизительно белый шум. Для этого необходимо построить автокорреляционные функции.

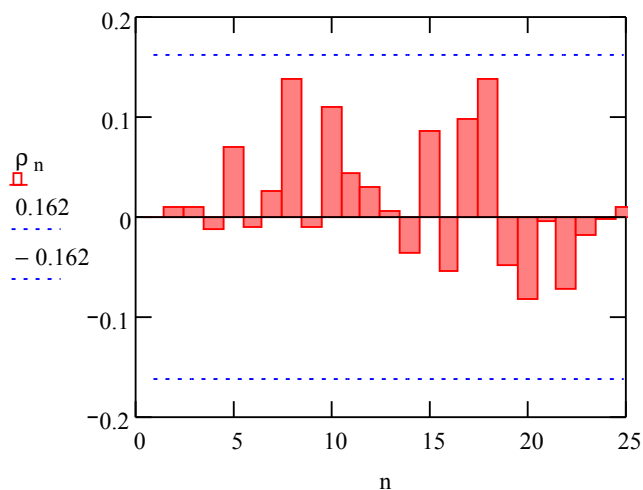


График 13. Автокорреляционная функция остатков прироста валютного курса

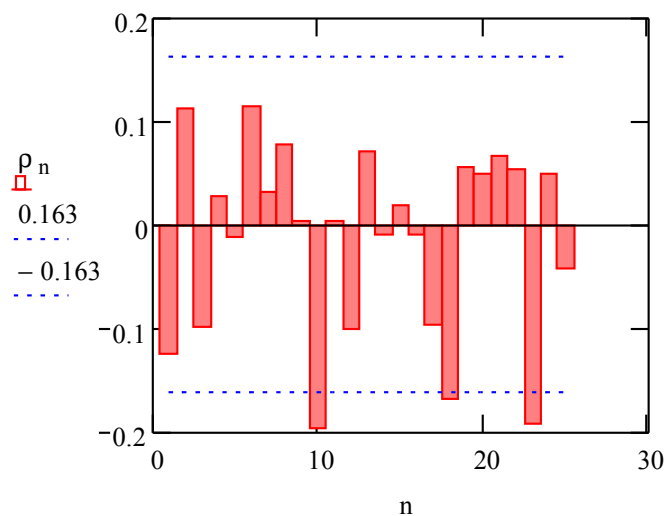


График 14. Автокорреляционная функция остатков индекса ЭОНИА

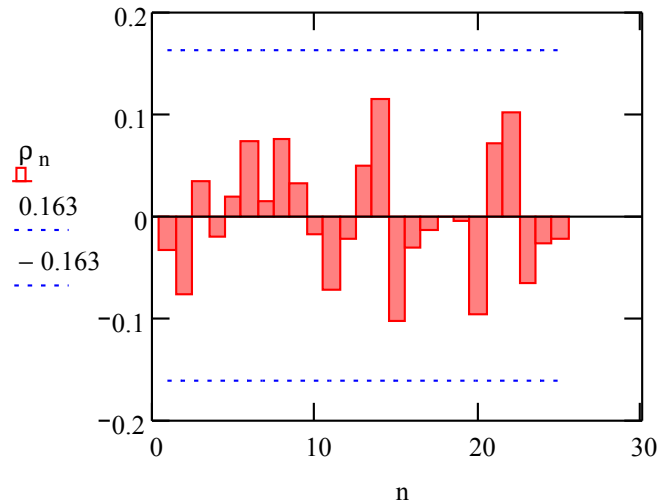


График 15. Автокорреляционная функция остатков ставки по федеральным фондам

На графиках изображены автокорреляционные функции остатков для 25 лагов. Для того, чтобы оценить значимость этих автокорреляций, они обычно сравниваются с границами, равными двум стандартным отклонениям, которые рассчитываются как $\pm 2\sqrt{T}$, где T - количество наблюдений. На графиках эти границы отображены пунктирной линией. Как мы видим, только для индекса ЭОНИЯ три коэффициента автокорреляции находится на грани значимости, поэтому можно считать, что остатки во всех трех моделей представляют собой приблизительно белый шум. Это подтверждает адекватность выбранных нами моделей.

После их оценки, мы получим следующее:

$$\Delta exr_t = 0.00013 + 0.376\Delta exr_{t-1} - 0.2\theta_{2exr}\Delta exr_{t-2} + \varepsilon_t$$

$$ffr_t = 0.042 + 1.413ffr_{t-1} - 0.108ffr_{t-2} - 0.316ffr_{t-3} + \varepsilon_t$$

$$eonia_t = 0.087 + 1.045eonia_{t-1} + 0.071eonia_{t-3} - 0.143eonia_{t-5} + \varepsilon_t$$

Основная цель построения модели временного ряда – прогнозирование будущих значений переменных. Зачастую такие модели обладают лучшими прогностическими способностями, по сравнению со структурными макроэкономическими моделями. Прогноз на несколько шагов вперед осуществляется достаточно просто. Мы оценили вектор коэффициентов авторегрессии порядка k $\theta = (\delta, \theta_1, \dots, \theta_k)$. Имеет место следующее выражение для прогноза на один шаг вперед:

$$Y_{T+1} = \delta + \theta_1 Y_T + \dots + \theta_k Y_{T-k} + \varepsilon_{T+1}$$

Следовательно

$$Y_{T+1|T} = E\{Y_{T+1}|Y_T, Y_{T-1}, \dots\} = \theta Y_T + E\{\varepsilon_{T+1}|Y_T, Y_{T-1}, \dots\} = \theta Y_T$$

Прогноз на два шага вперед записывается так:

$$Y_{T+2} = \delta + \theta_1 Y_{T+1} + \dots + \theta_k Y_{T-k+1} + \varepsilon_{T+2}$$

$$Y_{T+2|T} = E\{Y_{T+2}|Y_T, Y_{T-1}, \dots\} = \theta E\{Y_{T+1}|Y_T, Y_{T-1}, \dots\} = \theta^2 Y_T$$

Таким образом, мы можем получить прогноз на неограниченное количество шагов период. Естественно, что качество прогнозов на значительный горизонт, скорее всего, будет оставлять желать лучшего. Построим графики прогнозов наших величин на 25 шагов вперед. Пунктиром на графиках изображены фактические значения переменных, крупным пунктиром – подогнанные модельные значения, а сплошной линией – прогноз. Вспомним, что для оценки моделей мы пользовались наблюдениями 1-155, поэтому наш информационный набор на момент T составляет $\{Y_T, Y_{T-1}, \dots, Y_{T-154}\}$. Кроме того, поскольку мы моделировали не сами

значения валютного курса, а его логарифмические приросты, то изображенные ниже значения валютного курса являются восстановленной по приростам динамикой, $exr_t = exr_{t-1} \times e^{dexr_t}$.

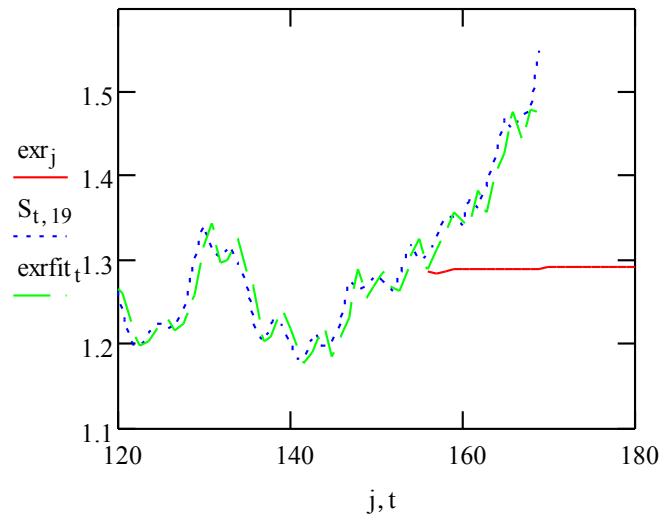


График 16. Расчетные значения авторегрессионной модели и прогноз валютного курса

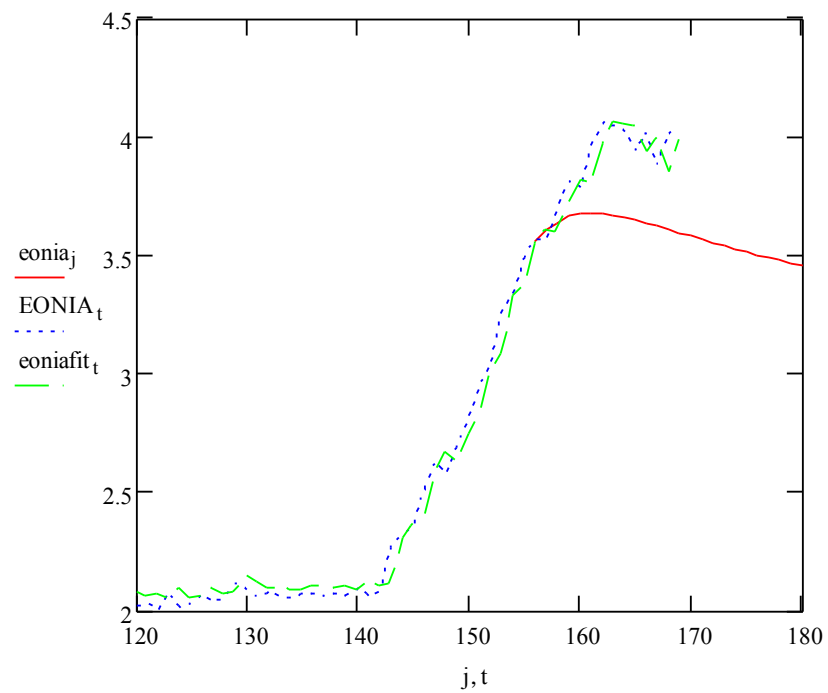


График 17. Расчетные значения авторегрессионной модели и прогноз индекса ЭОНИА

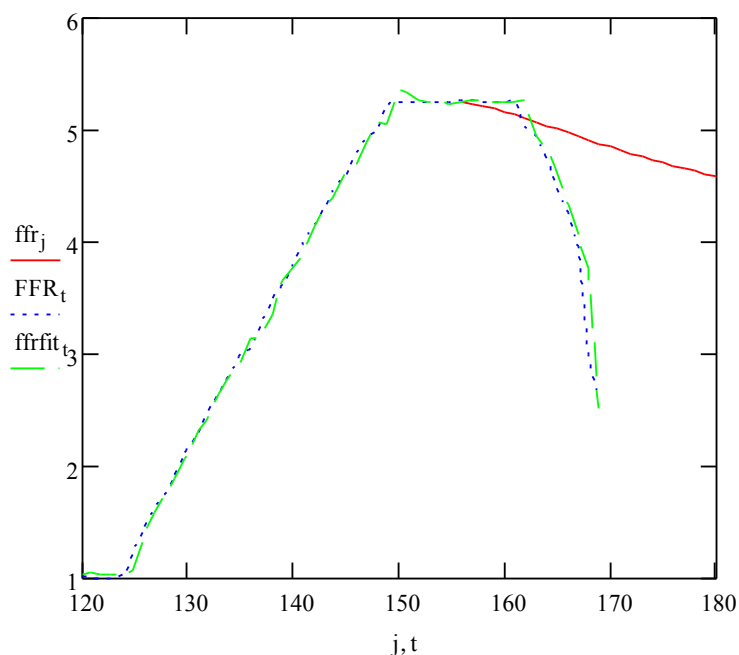


График 18. Расчетные значения авторегрессионной модели и прогноз ставки по федеральным фондам

Как мы видим, подгонка моделей хорошая, однако они не могут выдавать хороший прогноз на несколько шагов вперед. В случае с валютным курсом прогноз оказался самым неадекватным. Он не смог уловить даже приблизительную динамику валютного курса в последующие два года. Прогнозы для процентных ставок также не слишком хороши, однако в них хотя бы просматривается верное направление движения будущих процентных ставок.

Безусловно, простота моделей не позволяет им улавливать и извлекать из имеющегося на момент T набора информации всю содержащуюся в нем информацию о будущих движениях. Для того, чтобы продвинуться в этом направлении, перейдем к построению более сложных моделей, в которые уже будут обеспечивать не чисто техническое прогнозирование, но и позволят при оценке будущей динамики учитывать экономические взаимосвязи, а именно, мы сконцентрируемся на взаимосвязи валютного курса и кредитно-денежной политики центральных банков. Для этого перейдем к оценке функций реагирования.

Вопросы

1. Построение гэта выпуска
2. Проверка стационарности процессов процентных ставок и валютного курса
3. Выбор порядка авторегрессии
4. Проверка адекватности модели, построение прогноза

2.2. Ретроспективные функции реагирования

Как уже говорилось раньше, функции реагирования являются формализацией кредитно-денежной политики центрального банка. Ретроспективные функции оценивают зависимость решений центрального банка от текущих экономических показателей. В классическом варианте таким показателями являются инфляция и гэта выпуска. Поскольку мы оцениваем месячные данные, а решения по ставке принимаются в определенный день, то можно предположить, что оценки экономических переменных на конец месяца уже известны центральному банку, поэтому такая функция имеет место.

Начнем с того, что посмотрим, насколько хорошо политика ФРС и ЕЦБ описывается правилом Тейлора в его классическом виде с предложенными им коэффициентами. Для ФРС и ЕЦБ соответствующие правила записываются так:

$$ffr_t = cpi_t + 0.5usgap_t + 0.5(cpi_t - 2) + 2$$

$$eonia_t = hicp_t + 0.5eugap_t + 0.5(hicp_t - 2) + 2$$

где cpi_t - индекс потребительских цен США, $usgap_t$ - гэп выпуска для США, $hicp_t$ - гармонизированный индекс потребительских цен для Еврозоны, $eugap_t$ - гэп выпуска Еврозоны, ffr_t и $eonia_t$ - ставки процентов ФРС и ЕЦБ соответственно. Сравним предсказанные правилами Тейлора и фактические процентные ставки. Пунктиром на графиках изображены фактические значения процентных ставок, сплошной линией – модельные.

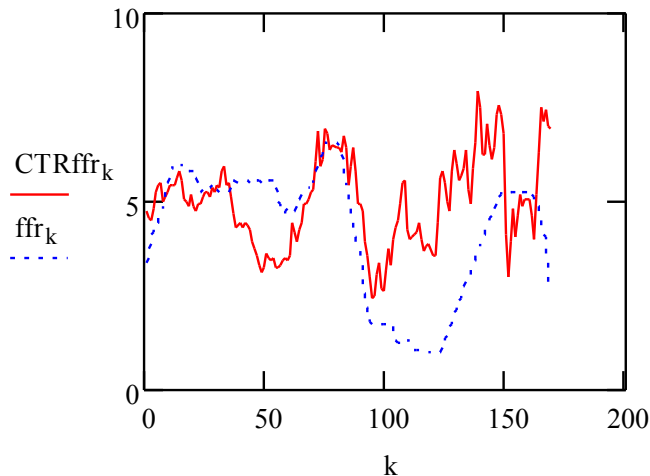


График 19. Классическое правило Тейлора для ставки по федеральным фондам

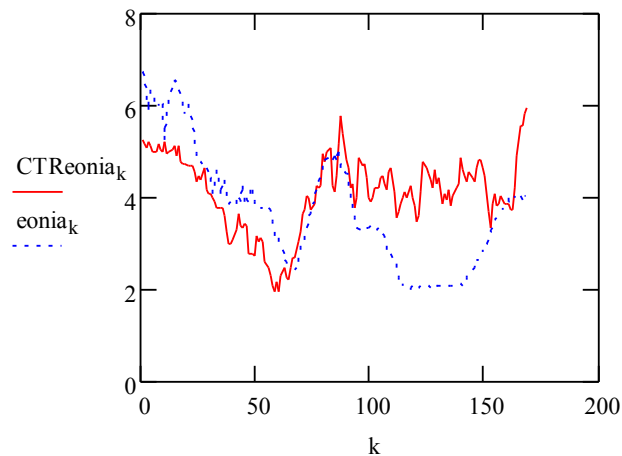


График 20. Классическое правило Тейлора для индекса ЭОНИЯ

Как видно, правила Тейлора, в целом улавливают динамику процентных ставок. Однако нельзя сказать, что решения принимаются на их основе. Безусловно, огромное значение имеют выбранные данные.

Сказать про различие данных

Рассчитаем показатели качества подгонки модели R^2 , который показывает долю дисперсии выборки, объясненной моделью:

$$R^2 = \frac{\hat{V}\{\hat{y}_i\}}{\hat{V}\{y_i\}} = \frac{1/N - 1 \sum_{i=1}^N (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{1/N - 1 \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2}$$

где \hat{y}_i - расчетные значения, \bar{y} - выборочное среднее, N - число наблюдений.

Для ставки по федеральным фондам $R^2=0,713$, для индекса ЭОНИЯ $R^2=0,501$. Это довольно высокие значения, учитывая простоту модели и сложность описываемого ей процесса.

На графиках заметна следующая тенденция: сначала модельные значения ниже фактических, затем – выше.

Теперь оценим функцию реагирования того же вида, что и правило Тейлора, т.е. оценим две модели вида

$$ffr_t = \alpha_1 + \beta_{11}cpi_t + \beta_{12}usgap_t + \varepsilon_{1t}$$

$$eonia_t = \alpha_2 + \beta_{21}cpi_t + \beta_{22}usgap_t + \varepsilon_{2t}$$

Оценку произведем методом наименьших квадратов. Получим следующие спецификации:

$$ffr_t = 3.551 + 0.232cpi_t + 2.94usgap_t + \varepsilon_{1t}$$

$$eonia_t = 2.45 + 0.597cpi_t + 2.05usgap_t + \varepsilon_{2t}$$

Вспомним, что константа отражает реальную ставку процента плюс целевое значение инфляции. Приняв, что реальная ставка процента одинакова и равна 2%, можно оценить целевые уровни инфляции. Безусловно, речь идет не о количественной, а о качественной оценке. Можно сказать, что целевой уровень инфляции в Еврозоне ниже, чем в США, что отражает большую нацеленность ЕЦБ на сдерживание инфляции.

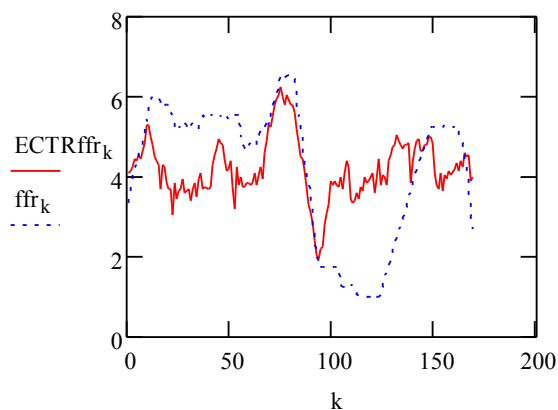


График 21. Оцененное правило Тейлора для ФРС

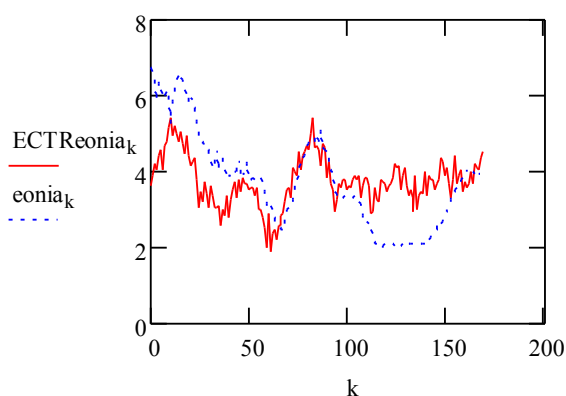


График 22. Оцененное правило Тейлора для ЕЦБ

Удивительно, но у оцененных вариантов правила Тейлора доли объясненной моделью дисперсии оказались значительно ниже, чем у классической модели, с коэффициентами, предложенными Тейлором: для ставки по федеральным фондам скорректированный $R^2=0,182$, для индекса ЭОНИЯ $R^2=0,261$. Но они по-прежнему улавливают динамику фактических ставок.

Если посмотреть на графики, можно заметить, что классическое правило Тейлора гораздо более волатильно, чем оцененное правило Тейлора. Правило Тейлора описывает, как центральные банки выбирают процентную ставку в предположении, что ключевыми показателями являются инфляция и гэп выпуска. Результаты оценки говорят о том, что если бы банки руководствовались только двумя показателями при принятии решений по кредитно-денежной политике, то траектория процентных ставок должна была бы быть более сглаженной, но не в смысле краткосрочных колебаний, а в смысле продолжительности циклов понижения и повышения ставки. Безусловно, как уже обсуждалось ранее, существуют различные показатели инфляции и гэпа выпуска. Кроме того, центральный банк может руководствоваться не текущим показателем инфляции, а средним за некоторый период (что находит подтверждение в исследованиях). Однако выбранные нами показатели инфляции и гэпа выпуска являются общепризнанными и широко используемыми, а отсутствие усреднений приводит лишь к нереалистичности в смысле частых краткосрочных (в пределах 1-2 месяцев) и неамплитудных колебаний процентной ставки (что, естественно, невозможно), что не мешает проследить за существенной динамикой процентных ставок.

Отсюда можно сделать вывод (с поправкой на возможную неправильность спецификации модели), что банки при принятии решений в рамках кредитно-денежной политики подвержены феномену *overreaction*. Это означает, что в периоды, когда показатели инфляции и гэпа выпуска свидетельствуют в пользу необходимости повышения процентной ставки, центральные банки повышают ее слишком сильно, и наоборот, в периоды необходимости ослабления кредитно-денежной политики ставки чрезмерно снижаются. Возможно, причина заключается в инерционности экономики. Результаты действий центрального банка проявляются далеко не сразу, а через некоторый период времени, который называют лагом передаточного механизма кредитно-денежной политики. Длину этого лага очень трудно определить, соответственно, центральным банкам трудно сделать своевременный вывод об адекватности или неадекватности предпринимаемых мер.

Попробуем изменить спецификацию функции реагирования, добавив в нее показатель денежной массы. Исходя из установок политики ЕЦБ можно предположить, что его включение должно улучшить модель. Оценим следующие регрессии:

$$ffr_t = \alpha_1 + \beta_{11}cpi_t + \beta_{12}usgap_t + \beta_{13}m3us + \varepsilon_{1t}$$

$$eonia_t = \alpha_2 + \beta_{21}cpi_t + \beta_{22}usgap_t + \beta_{23}m3eu + \varepsilon_{2t}$$

где $m3us$ - логарифмический прирост денежной массы М3 в США, а $m3eu$ - аналогичный показатель для Евросоюза. Значительных, видимых улучшений мы не получили. Обратимся к формальному сравнению моделей. Мы будем сравнивать по трем параметрам. Во-первых, сравним значения скорректированных R^2 . Во-вторых вычислим информационные критерии Акаике (AIC) и Шварца (BIC):

$$AIC = \ln \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N e_i^2 + \frac{2K}{N}$$

$$BIC = \ln \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N e_i^2 + \frac{K}{N} \ln N$$

где K – количество регрессоров, включая свободный член. Предпочитается та модель, для которой значение AIC или BIC ниже. Наконец, протестируем значимость увеличения R^2 с помощью F -теста:

$$F = \frac{(R_1^2 - R_0^2) / J}{(1 - R_1^2) / (N - K)}$$

где J – количество дополнительных регрессоров в расширенной модели. Результаты расчетов приведены в таблице:

| Критерий | Модель без МЗ | Модель с МЗ |
|-------------|---------------|-------------|
| Скор. R^2 | 0,182 | 0,197 |
| AIC | -0,002 | -0,002 |
| BIC | -0,002 | -0,002 |
| F -тест | 3,101 | |

Таблица 6. Сравнение моделей. Ставка по федеральным фондам

| Критерий | Модель без МЗ | Модель с МЗ |
|-------------|---------------|-------------|
| Скор. R^2 | 0,261 | 0,296 |
| AIC | -0,001 | -0,001 |
| BIC | -0,001 | -0,001 |
| F -тест | 8,253 | |

Таблица 7. Сравнение моделей. ЭОНИА

Увеличение R^2 значимо, модель несколько улучшает результаты, но не нельзя назвать это изменение радикальным. Нельзя сказать, что центральные банки в значительной степени ориентируются на денежную массу.

Таким образом, нельзя сказать, что функции реагирования с большой точностью описывают выбор центральными банками процентной ставки. Но в целом их траектория модельных значений процентных ставок согласуется с историческую динамику принятых решений по процентным ставкам. Возможно, причина заключается в том, что мы учитывали текущие значения макроэкономических переменных для определения текущих же уровней процентных ставок, что не соответствует действительности. Перейдем к оценке функций реагирования, учитывающих доступность информации на момент принятия решений банками.

Вопросы

1. Различия между оцененными функциями реагирования и классическим правилом Тейлора
2. Проверка влияния денежной массы на принятие решений ЕЦБ и ФРС

2.3. Функции реагирования, учитывающие доступность информации

С эмпирической точки зрения, ряд авторов делали акцент на том, что правила кредитно-денежной политики дают возможность достаточно хорошо описать поведение центральных банков в разных странах, по крайней мере в определенные периоды. Как уже отмечалось, наиболее весомая из всех публикаций в данной сфере, статья Тейлора «Discretion Versus Policy Rules in Practice», предлагает правило, в котором ФРС устанавливает ставку в зависимости от лагированных показателей выпуска и инфляции, а не от их ожидаемых значений. Однако, перспективные функции реагирования включают правило Тейлора в качестве особого случая: если лагированная информация или линейная комбинация лагированной инфляции и лагированного гэпа выпуска являются достаточной статистикой для прогнозирования инфляции, тогда перспективная функция обращается в правило Тейлора. С другой стороны, перспективная спецификация позволяет центральному банку учитывать широкий спектр информации (а не только лагированные значения инфляции и гэпа) для того, чтобы формировать представление будущем состоянии экономики, что выглядит достаточно правдоподобно.

Перейдем к оценке перспективных функций реагирования. Одним из способов оценить такую функцию является использование прогнозных данных вместо фактических. Однако

проблематично собрать достаточное количество регулярных прогнозов для требуемых переменных. Поэтому для того, чтобы учесть возможную недоступность фактических данных центральному банку на момент принятия решения, при оценке используется метод инструментальных переменных. В качестве инструментов выбираются лагированные значения переменных, включенных в функцию реагирования, которые точно доступны центральным банкам на момент принятия решения.

Сформируем набор инструментальных переменных. Он будет включать в себя четыре лага соответствующей процентной ставки, инфляции, гэпа выпуска и изменения денежной массы. Матрица X состоит из единичного вектора и векторов текущих значений инфляции и гэпа выпуска, матрица Z состоит из векторов инструментальных переменных, y – вектор зависимой переменной. Тогда вектор оценок с помощью инструментальных переменных $\hat{\beta}_{IV}$ можно по следующей формуле:

$$\hat{\beta}_{IV} = (X^T Z (Z^T Z)^{-1} Z^T X)^{-1} X^T Z (Z^T Z)^{-1} Z^T y$$

Расчетные значения ставки по федеральным фондам и индекса ЭОНИЯ приведены на графиках ниже и обозначены сплошными линиями. Пунктиром нарисованы фактические значения.

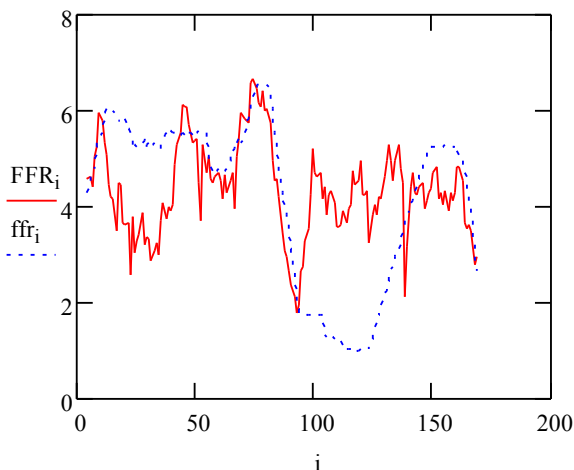


График 23. Ставка по федеральным фондам методом инструментальной переменной

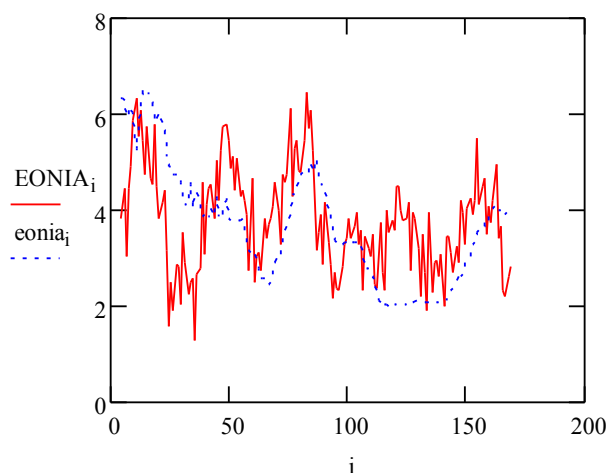


График 24. Оценка индекса методом инструментальной переменной

Для ставки по федеральным фондам $R^2=0,449$, для индекса ЭОНИЯ $R^2=0,862$. Несмотря на увеличение R^2 , визуально мы не видим радикальных изменений, а расчетные значения индекса ЭОНИЯ стали чрезмерно волатильными.

Таким образом, поскольку существенных улучшений учет доступности информации на момент принятия решений не дает. Динамику процентных ставок можно адекватно отразить и с помощью обычных ретроспективных функций реагирования.

Вопросы

1. Метод учета доступности информации на момент принятия решений

2.4. Учет валютного курса функции реагирования

В стандартном виде правило Тейлора включает в себя только показатели инфляции и выпуска. Однако следует также проверить, как реагируют центральные банки на валютный курс.

В связи с учетом валютного курса отметим, что в миссии ЕЦБ заявлено о защите стоимости евро как одном из приоритетов кредитно-денежной политики. В случае ФРС, скорее всего, основываясь на ее официальной позиции, мы можем ожидать незначимый коэффициент при валютном курсе.

Не существует однозначного мнения по поводу того, как должен учитываться валютный курс при формулировании кредитно-денежной политики. Даже если исключить контроль за капиталом и интервенции на валютной рынок как неэффективные или непривлекательные методы избежать зависимости валютного курса от внутренней процентной ставки, остается открытым вопрос, как должен реагировать центральный банк на изменения валютного курса.

Эмпирические исследования, посвященные данному вопросу могут быть отнесены к «новым нормативным макроэкономическим исследованиям». Они используют количественные модели, объединяющие теоретические и методические разработки различных направлений мысли. Типичная логика таких исследований такова: потенциальная функция реагирования встраивается в макроэкономическую модель, находятся параметры модели, исследуется специфика стохастического поведения переменных (инфляции и гэпа), и выбирается функция реагирования, которая дает наилучшие результаты в терминах целевой функции.

Валютный курс – важная составная часть передаточного механизма многих моделей оценки кредитно-денежной политики. Как правило, валютный курс входит в модель как часть арбитражного уравнения, описывающего связь между процентными ставками двух стран через ожидания изменения валютного курса. Большинство моделей предполагает абсолютную мобильность капитала и использует условие паритета процентных ставок. Валютный курс также влияет на условия торговли, а следовательно и на экспорт и импорт. Возможно, наиболее сложным для моделирования является воздействие изменений валютного курса на цены товаров в другой стране и дальнейшее распространение этого эффекта на внутренние цены.

Рассмотрим результаты некоторых исследований (Laurence Ball(1999), Svensson(2000), Taylor(1999)). В каждой из этих работ рассматривается функция реагирования вида:

$$i_t = \beta_\pi \pi_t + \beta_y y_t + \beta_{e1} e_t + \beta_{e2} e_{t-1}$$

Модель не включает константу, это означает, что целевой уровень инфляции равен 0, а процентная ставка и валютный курс измеряются по отношению к долгосрочным показателям устойчивого состояния. Таким образом, параметрами политики являются β_π , β_y , β_{e1} , β_{e2} . Если $\beta_\pi > 1$, $\beta_\pi > 0$, $\beta_{e1} = \beta_{e2} = 0$, тогда данная функция реагирования обращается в классическое правило Тейлора.

При рассматриваемом виде функции реагирования вопрос о роли валютного курса в кредитно-денежной политике сводится к вопросу о том, являются ли соответствующие параметры модели ненулевыми, и если да, то какие знаки и значения они должны иметь. Например, Обстфельд и Рогофф (Obstfeld и Rogoff, 1995) считают, что $\beta_{e1} < 0$, а $\beta_{e2} = 0$, т.е.

реальный обменный курс выше «нормального» должен вести в понижению банком краткосрочной процентной ставки, к ослаблению кредитно-денежной политики.

Учет лагированного валютного курса позволяет выявить более сложные реакции центрального банка на валютный курс, чем простой отклик на его текущее значение. Например, если $\beta_{e2} > 0$ и $\beta_{e1} < 0$, но по абсолютному значению больше, чем β_{e2} , тогда первоначальная реакция на отклонение валютного курса может частично компенсироваться в следующем периоде.

Бол (Ball, 1999) в своем исследовании получил значения параметров модели $\beta_{e1} = -0,37$, $\beta_{e2} = 0,17$. Эти параметры были признаны автором оптимальными в рамках анализа простой макроэкономической модели с жесткими ценами. Увеличение валютного курса на 10% приведет к снижению ставки процента на 3,7 процентных пункта, которое в следующем периоде будет компенсировано повышением ставки на 1,7 процентных пункта, приводя, таким образом, к снижению ставки на 2 процентных пункта в долгосрочном периоде. Отрицательная реакция в модели Бола объясняется тем, что увеличение валютного курса имеет обратный эффект на агрегированный спрос. Удорожание валюты делает иностранные товары дешевле, а отечественные – более дорогими, снижая тем самым чистый экспорт, снижение ставки процента смягчает этот эффект.

Частичная компенсация снижения ставки вызвана запаздывающим влиянием валютного курса на инфляцию. Уровень инфляции в течение некоторого времени еще остается низким из-за повышения валютного курса, однако поскольку снижение инфляции лишь временное, центральному банку не следует слишком ослаблять кредитно-денежную политику, за это отвечает коэффициент β_{e2} .

В модели Бола функция реагирования с такими параметрами приводит к лучшим результатам (в смысле амплитуды колебаний ВВП относительно потенциального уровня и амплитуды колебаний инфляций вокруг целевого значения), чем модель с параметрами $\beta_{e1} = \beta_{e2} = 0$. Тем не менее, улучшения незначительны.

Свенссон (Svensson, 2000), который использовал сходное правило кредитно-денежной политики, но другую макроэкономическую модель, получил значения параметров $\beta_{e1} = -0,45$, $\beta_{e2} = 0,45$, при этом он так же, как и Бол не обнаружил значительных улучшений стабильности при использовании функции реагирования с найденными значениями параметров. Более того, размеры флуктуаций выпуска даже увеличились.

В работе Тейлора (Taylor, 1999) анализ еще одного варианта макроэкономической модели привел к параметрам $\beta_{e1} = -0,25$, $\beta_{e2} = 0,15$, однозначных свидетельств в пользу увеличения стабильности целевых показателей получено не было.

По мнению Тейлора, причина может заключаться в следующем. Выбор нулевых значений параметров $\beta_{e1} = \beta_{e2} = 0$ означает лишь отсутствие прямой реакции банков на валютный курс, в то время как не ограничивает потенциальные косвенные отклики. Так, если банк руководствуется функцией реагирования, в которую включены только инфляция и гэд выпуска, ожидания будущей динамики этих переменных формируют соответствующие ожидания относительно динамики процентных ставок. Например, произошло повышение валютного курса. В большинстве моделей открытой экономики такое повышение будет иметь два эффекта: оно понизит реальный ВВП и понизит инфляцию. Инфляция также может снизиться из-за сокращения выпуска. В оцениваемых моделях эти эффекты будут иметь место не сразу, а через определенный лаг вследствие инерции передаточного механизма кредитно-денежной политики. По причине наличия лага повышения курса сегодня приведет к уменьшению ожидаемых уровней выпуска и инфляции, что в свою очередь, повлечет снижение ожидаемых процентных ставок. В соответствии с моделями временной структуры процентных ставок, учитывающими рациональные ожидания, снижение ожидаемых краткосрочных ставок приведет к снижению долгосрочных процентных ставок. Таким образом, увеличение валютного

курса приведет к снижению текущих процентных ставок, даже при отсутствии переменной валютного курса в функции реагирования. Следовательно, значительного улучшения результатов при сравнении спецификаций функций реагирования не происходит из-за того, что реакция центрального банка на изменения валютного курса в рамках рассмотренных моделей неизбежна, вне зависимости от значения параметров β_{e1} , β_{e2} . Это подтверждает необходимость рассматривать валютный курс в контексте политики центральных банков.

Проведем оценку методом наименьших квадратов следующих регрессий:

$$ffr_t = \alpha_1 + \beta_{11}cpi_t + \beta_{12}usgap_t + \beta_{13}m3us + \beta_{14}exr_t + \varepsilon_{1t}$$

$$eonia_t = \alpha_2 + \beta_{21}cpi_t + \beta_{22}usgap_t + \beta_{23}m3eu + \beta_{24}exr_t + \varepsilon_{2t}$$

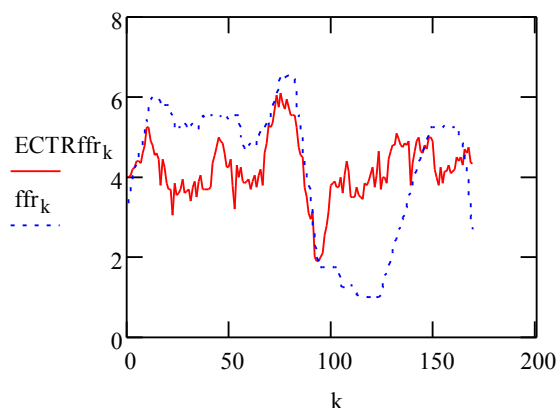


График 25. Функция реагирования для ФРС с валютным курсом

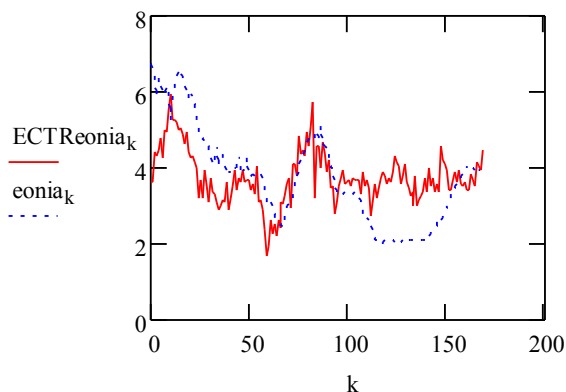


График 25. Функция реагирования ЕЦБ с валютным курсом.

Для ставки по федеральным фондам скорректированный $R^2=0,197$, для индекса ЭОНИЯ скорректированный $R^2=0,292$.

Это соответствует большинству известных результатов. Прямо центральные банки на валютный курс внимания не обращают. Однако, скорее всего, в некоторых ситуациях, например, ситуации чрезмерного удорожания национальной валюты, валютный курс может в значительной степени повлиять на принимаемые решения. Этот аспект взаимосвязи кредитно-денежной политики и валютного курса будет рассмотрен в следующей главе.

Исходя из рассмотренных оценок, можно сделать вывод, что функция реагирования является хорошим инструментом ретроспективного анализа кредитно-денежной политики. Причем, даже наиболее простые варианты, включающие только инфляцию и гэдп выпуска, удовлетворительно объясняют принятые центральными банками решения.

Вопросы

1. Учитывают ли центральные банки при принятии решений валютный курс?
2. В чем возможные причины незначимости коэффициентов при валютном курсе?

3. Прогнозирование валютного курса и политики ФРС и ЕЦБ в единой системе

В связи со сложностями, связанными с используемыми данными, учетом ожиданий макроэкономических переменных, а также с дискреционной составляющей кредитно-денежной политики, прогнозирование на основе простой регрессии функции реагирования может быть неадекватными. Во-первых, горизонт прогнозирования ограничен всего одним шагом, а во-вторых, одномерные регрессии не могут воспроизвести сложную динамику макроэкономических переменных.

Более сложных методов требует и наша главная задача – прогнозирование курса доллара к евро в контексте политики ЕЦБ и ФРС. Как уже отмечалось выше, прямое включение валютного курса в функции реагирования не позволяет дать четкий ответ на вопрос, каким образом реагируют банки на изменение валютного курса. Однако очевидно, что их действия, а именно, изменения процентных ставок, непосредственно влияют на динамику валютного курса.

Рассмотренные выше сложности приводят нас к необходимости поиска более подходящих методов для моделирования динамики макроэкономических переменных в контексте их тесной взаимосвязи. Таким методом является векторная авторегрессия. Данный метод позволяет системно прогнозировать несколько временных рядов и обеспечивает богатую динамику прогнозируемых переменных. Перейдем к характеристике векторной авторегрессии и построению системы прогнозирования.

3.1. Прогнозирование валютного спот-курса и процентных ставок на основе стандартной VAR

Пионером метода векторных авторегрессий является Кристофер Симс (Sims, 1980). Данный метод был разработан в ответ на необходимость прогнозирования динамики нескольких переменных одновременно. Простые авторегрессионные модели и большие системы структурных уравнений, особенно популярные тогда, показали неудовлетворительные результаты в 70-е годы, что выразилось в росте цен в тот период, вызванном, по общему мнению, неправильной кредитно-денежной политикой, основывавшейся на рекомендации таких моделей.

Векторная авторегрессия (VAR) - это обобщение одномерной авторегрессии на многомерный случай, и каждое уравнение в VAR - регрессия по методу наименьших квадратов одной переменной на запаздывающие значения себя и других переменных в VAR. Тем не менее, несмотря на кажущуюся простоту, этот инструмент способен уловить богатую динамику многомерных временных рядов.

Выделяют три различных VAR-модели¹⁴: приведенная форма VAR, рекурсивная VAR и структурная VAR. Все три являются динамическими линейными моделями, которые связывают текущие и прошлые значения вектора Y_t n -мерного временного ряда. Приведенная форма и рекурсивные VAR — это статистические модели, которые не используют никакие экономические соображения за исключением выбора переменных. Эти VAR используются для описания данных и прогноза. Структурная VAR включает ограничения, полученные из макроэкономической теории, и эта VAR используется для структурного вывода и анализа политики. Нас интересует, прежде всего, приведенная форма VAR.

Приведенная форма VAR выражает Y_t в виде распределенного лага прошлых значений плюс серийно некоррелированный член ошибки, то есть обобщает одномерную авторегрессию на случай векторов. Математически приведенная форма модели VAR — это система n уравнений, которые можно записать в матричной форме следующим образом:

¹⁴ Подробнее см. Stock, Watson, “Vector Autoregressions”, Journal of Economic Perspectives, 15/4, 2001

$$Y_t = \alpha + A_1 Y_{t-1} + \dots + A_p Y_{t-p} + \varepsilon_t$$

где α - это $n \times 1$ вектор констант, A_1, A_2, \dots, A_p - это $n \times n$ матрицы коэффициентов, а ε_t - это $n \times 1$ вектор серийно некоррелированных ошибок, о которых предполагается, что они имеют среднее ноль и матрицу ковариаций Σ_ε . Ошибки ε_t - это непредсказанная часть динамики в Y_t , остающаяся после учета линейного распределенного лага прошлых значений.

Оценить параметры приведенной формы VAR легко. Каждое из уравнений содержит одни и те же регрессоры (Y_{t-1}, \dots, Y_{t-p}), и нет взаимных ограничений между уравнениями. Таким образом, эффективная оценка (метод максимального правдоподобия с полной информацией) упрощается до обычного МНК, примененного к каждому из уравнений.

Одно из ключевых достоинств метода VAR – широкие возможности вневыборочного прогнозирования. На каждом шаге в системе VAR генерируются будущие значения входящих в систему переменных, позволяя таким образом прогнозировать динамику на формально неограниченное число шагов вперед. Более подробно VAR будет рассмотрена в процессе построения нашей системы прогнозирования.

Перейдем непосредственно к построению нашей системы прогнозирования. Для этого мы модернизируем методом VAR в двух направлениях. Во-первых для позволим коэффициентам в входящих в систему уравнениях изменяться со временем при вневыборочном прогнозировании; во-вторых встроим в VAR стохастическую имитацию. Первое изменение позволит учитывать возможное изменение политики центральных банков во времени, т.е. тех весов, которые они придают инфляции и гэпу выпуска, что сделает систему прогнозирования более гибкой. Второе же изменение призвано снять детерминистические ограничения прогноза, не вполне реалистичные при рассмотрении столь сложной системы как экономика, заключающей в себе значительную неопределенность. Более подробно эти изменения будут разобраны дальше, уже при построении системы.

Для построения нашей системы необходимо на основе этих показателей сформировать переменные, которые непосредственно будут участвовать в расчетах. Для прогноза мы будем использовать информацию об изменениях параметров экономики, т.е. не абсолютные значения, а приросты. Причина заключается в том, что абсолютные значения не имеют отрицательной части распределения, что сказывается на качестве прогнозирования на основе регрессии. Вследствие использования приростов количество имеющихся наблюдений сокращается на одно, остается 169 наблюдений.

Начнем с переменных, требующих простых преобразований - с показателей инфляции (CPI для США и HICP для Еврозоны). Расчет месячного изменения уровня инфляции в США (будем пользоваться логарифмическими приростами) производится по формуле:

$$dcp_i = \ln\left(\frac{cpi_i}{cpi_{i-1}}\right)$$

Аналогично для Еврозоны:

$$dhicp_i = \ln\left(\frac{hicp_i}{hicp_{i-1}}\right)$$

Это первый элемент функции реагирования.

Второй элемент, как уже указывалось ранее, должен характеризовать реальную экономическую активность, им будет служить гэп выпуска. Гэп выпуска мы строили в предыдущих разделах.

Поскольку гэп выпуска принимает как положительные, так и отрицательные значения, мы не можем рассчитать относительные логарифмические приросты, поэтому вычислим абсолютные изменения гэта:

$$\begin{aligned} dusgap_i &= usgap_i - usgap_{i-1} \\ deugap_i &= eugap_i - eugap_{i-1} \end{aligned}$$

Теперь нам осталось вычислить приросты валютного курса exr_i :

$$dexr_i = \ln\left(\frac{exr_i}{exr_{i-1}}\right)$$

Получив все необходимые временные ряды, перейдем к построению системы прогнозирования.

Создадим матрицу S размерности 170×21 , которая будет содержать в себе наши временные ряды. Первая строка матрицы – названия переменных, столбец – дата наблюдения.

Наша задача – моделирование динамики курса доллара к евро (переменной $dexr$) в контексте политики ФРС и ЕЦБ. Мы предполагаем, что банки принимают решения по ставке процента (переменная $eonia$ в случае ЕЦБ и переменная ffr в случае ФРС) на основе показателей динамики инфляции (переменная $dhipc$ для ЕЦБ и $dcpi$ для ФРС) и динамики гэпа выпуска ($deugap$ для ЕЦБ и $dusgap$ для ФРС). Поскольку валютный курс одновременно зависит как от экономики США и действий ФРС, так и от экономики Еврозоны и действий ЕЦБ, то целесообразно не рассматривать каждую из экономик в отдельности, задавая отдельные VAR, а объединить их в одну модель. Таким образом, мы сможем учесть потенциальное взаимодействие банков, а также в неявном виде соотношение процентных ставок, которое имеет непосредственное влияние на формирование валютного курса.

Получим такую VAR:

$$\begin{pmatrix} dhipc_t \\ dcpi_t \\ deugap_t \\ dusgap_t \\ eonia_t \\ ffr_t \\ dexr_t \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \delta_1 \\ \delta_2 \\ \delta_3 \\ \delta_4 \\ \delta_5 \\ \delta_6 \\ \delta_7 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \theta_{11} & \theta_{12} & \theta_{13} & \theta_{14} & \theta_{15} & \theta_{16} & \theta_{17} \\ \theta_{21} & \theta_{22} & \theta_{23} & \theta_{24} & \theta_{25} & \theta_{26} & \theta_{27} \\ \theta_{31} & \theta_{32} & \theta_{33} & \theta_{34} & \theta_{35} & \theta_{36} & \theta_{37} \\ \theta_{41} & \theta_{42} & \theta_{43} & \theta_{44} & \theta_{45} & \theta_{46} & \theta_{47} \\ \theta_{51} & \theta_{52} & \theta_{53} & \theta_{54} & \theta_{55} & \theta_{56} & \theta_{57} \\ \theta_{61} & \theta_{62} & \theta_{63} & \theta_{64} & \theta_{65} & \theta_{66} & \theta_{67} \\ \theta_{71} & \theta_{72} & \theta_{73} & \theta_{74} & \theta_{75} & \theta_{76} & \theta_{77} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} dhipc_{t-1} \\ dcpi_{t-1} \\ deugap_{t-1} \\ dusgap_{t-1} \\ eonia_{t-1} \\ ffr_{t-1} \\ dexr_{t-1} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \varepsilon_{1t} \\ \varepsilon_{2t} \\ \varepsilon_{3t} \\ \varepsilon_{4t} \\ \varepsilon_{5t} \\ \varepsilon_{6t} \\ \varepsilon_{7t} \end{pmatrix}$$

Прогнозирование на несколько шагов вперед с помощью VAR осуществляется так же, как и в одномерной авторегрессии. На графиках ниже приведены фактические значения переменных (пунктир), модельные значения переменных (длинный пунктир) и прогноз на период от 156 до 180, т.е. на 25 шагов вперед.

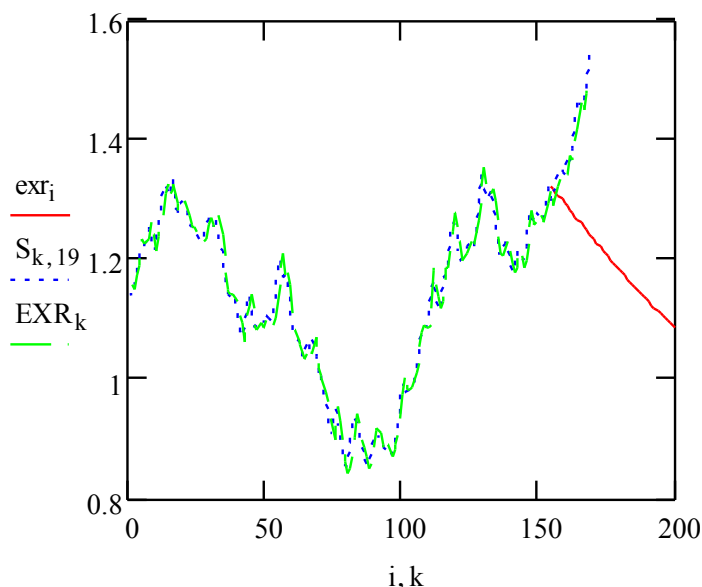


График 25. Прогноз валютного курса с помощью VAR

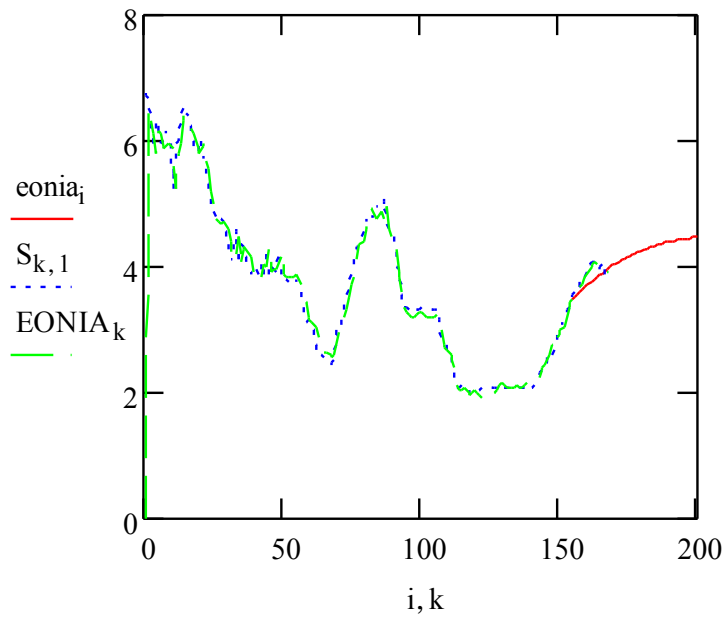


График 26. Прогноз индекса ЭОНИА с помощью VAR

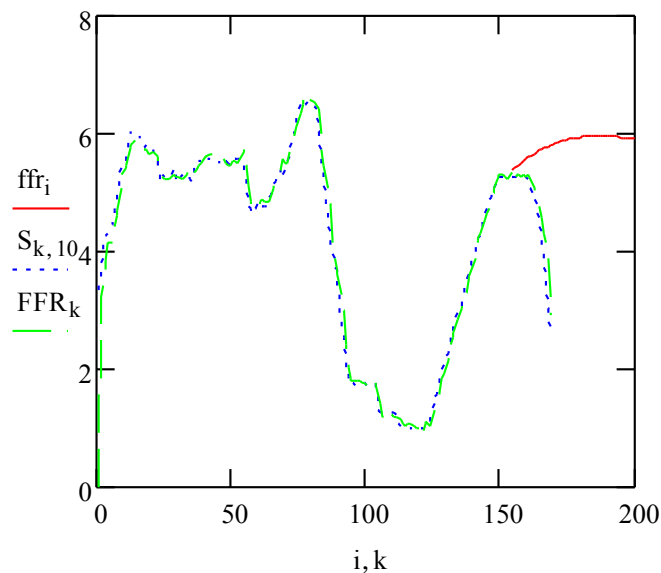


График 26. Прогноз ставки по федеральным фондам с помощью VAR

Как мы видим, прогноз по своему качеству мало отличается от прогнозов одномерной авторегрессии. Система демонстрирует значительную инерционность и не способна вне выборки уловить перемены в направлении динамики.

Вопросы

1. Построение VAR
2. Прогноз с помощью VAR

3.2. Детерминистическое прогнозирование кредитно-денежной политики центральных банков и валютного курса как саморазвивающихся процессов

Модернизируем нашу VAR.

Как и прежде, система задается следующим образом:

$$\begin{cases} dhicp_t = \delta_1 + \theta_{11}dhicp_{t-1} + \theta_{12}dcp_{t-1} + \theta_{13}deugap_{t-1} + \theta_{14}dusgap_{t-1} + \theta_{15}eonia_{t-1} + \theta_{16}ffr_{t-1} + \theta_{17}dextr_{t-1} + \varepsilon_{1t} \\ dcp_{t-1} = \delta_2 + \theta_{21}dhicp_{t-1} + \theta_{22}dcp_{t-1} + \theta_{23}deugap_{t-1} + \theta_{24}dusgap_{t-1} + \theta_{25}eonia_{t-1} + \theta_{26}ffr_{t-1} + \theta_{27}dextr_{t-1} + \varepsilon_{2t} \\ deugap_t = \delta_3 + \theta_{31}dhicp_{t-1} + \theta_{32}dcp_{t-1} + \theta_{33}deugap_{t-1} + \theta_{34}dusgap_{t-1} + \theta_{35}eonia_{t-1} + \theta_{36}ffr_{t-1} + \theta_{37}dextr_{t-1} + \varepsilon_{3t} \\ dusgap_t = \delta_4 + \theta_{41}dhicp_{t-1} + \theta_{42}dcp_{t-1} + \theta_{43}deugap_{t-1} + \theta_{44}dusgap_{t-1} + \theta_{45}eonia_{t-1} + \theta_{46}ffr_{t-1} + \theta_{47}dextr_{t-1} + \varepsilon_{4t} \\ eonia_t = \delta_5 + \theta_{51}dhicp_{t-1} + \theta_{52}dcp_{t-1} + \theta_{53}deugap_{t-1} + \theta_{54}dusgap_{t-1} + \theta_{55}eonia_{t-1} + \theta_{56}ffr_{t-1} + \theta_{57}dextr_{t-1} + \varepsilon_{5t} \\ ffr_t = \delta_6 + \theta_{61}dhicp_{t-1} + \theta_{62}dcp_{t-1} + \theta_{63}deugap_{t-1} + \theta_{64}dusgap_{t-1} + \theta_{65}eonia_{t-1} + \theta_{66}ffr_{t-1} + \theta_{67}dextr_{t-1} + \varepsilon_{6t} \\ dextr_t = \delta_7 + \theta_{71}dhicp_{t-1} + \theta_{72}dcp_{t-1} + \theta_{73}deugap_{t-1} + \theta_{74}dusgap_{t-1} + \theta_{75}eonia_{t-1} + \theta_{76}ffr_{t-1} + \theta_{77}dextr_{t-1} + \varepsilon_{7t} \end{cases}$$

Или же в матричном варианте:

$$\begin{pmatrix} dhicp_t \\ dcp_{t-1} \\ deugap_t \\ dusgap_t \\ eonia_t \\ ffr_t \\ dextr_t \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \delta_1 \\ \delta_2 \\ \delta_3 \\ \delta_4 \\ \delta_5 \\ \delta_6 \\ \delta_7 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \theta_{11} & \theta_{12} & \theta_{13} & \theta_{14} & \theta_{15} & \theta_{16} & \theta_{17} \\ \theta_{21} & \theta_{22} & \theta_{23} & \theta_{24} & \theta_{25} & \theta_{26} & \theta_{27} \\ \theta_{31} & \theta_{32} & \theta_{33} & \theta_{34} & \theta_{35} & \theta_{36} & \theta_{37} \\ \theta_{41} & \theta_{42} & \theta_{43} & \theta_{44} & \theta_{45} & \theta_{46} & \theta_{47} \\ \theta_{51} & \theta_{52} & \theta_{53} & \theta_{54} & \theta_{55} & \theta_{56} & \theta_{57} \\ \theta_{61} & \theta_{62} & \theta_{63} & \theta_{64} & \theta_{65} & \theta_{66} & \theta_{67} \\ \theta_{71} & \theta_{72} & \theta_{73} & \theta_{74} & \theta_{75} & \theta_{76} & \theta_{77} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} dhicp_{t-1} \\ dcp_{t-1} \\ deugap_{t-1} \\ dusgap_{t-1} \\ eonia_{t-1} \\ ffr_{t-1} \\ dextr_{t-1} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \varepsilon_{1t} \\ \varepsilon_{2t} \\ \varepsilon_{3t} \\ \varepsilon_{4t} \\ \varepsilon_{5t} \\ \varepsilon_{6t} \\ \varepsilon_{7t} \end{pmatrix}$$

Оценивая данную VAR на нашей выборке, мы можем получить значения параметров θ_{ij} , и затем построить прогноз на много шагов вперед, получая будущие значения рекурсивным способом. Однако при этом мы неявно предполагаем, что взаимосвязь между переменными, т.е. сами параметры θ_{ij} , остаются неизменными во времени. Это достаточно сильное ограничение. Весьма вероятно, что с течением взаимосвязь между переменными эволюционирует, в этом случае прогностические возможности VAR уменьшаются, сужается горизонт адекватного прогнозирования, что и было показано в предыдущем пункте. Одним из очевидных примеров такого изменения, который уже упоминался выше, - это изменение политики центральных банков. Поскольку ни один из банков не следует правилам Тейлора в чистом виде и элементы дискреционной политики всегда имеют место, центральный банк в некоторые периоды времени может придавать большее значение инфляции, в другие периоды – гэпу выпуска, например, в случаях чрезмерно активного развития инфляции. Кроме того, в некоторые периоды банк может обращать внимание на валютный курс и изменять ставку, когда показатели инфляции и гэпа выпуска того не требуют¹⁵.

Создадим такой алгоритм прогнозирования на основе VAR, который бы позволял учитывать изменение параметров во времени. Это позволит сделать прогнозирование более гибким.

Алгоритм заключается в следующем: на шаге t оценивается VAR на основе предыдущих значений временных рядов определенной глубины, т.е. на основе обучающей выборки определенного размера (мы будем использовать в наших расчетах 63 периода). На основе этого получают значения переменных для шага $t+1$. Далее опять происходит процедура оценки на основе обучающей выборки того же размера, но уже смещенной на один шаг вперед: если на шаге t оценка производилась по наблюдениям на интервале $(t-63, t)$, то на следующем шаге обучающая выборка уже будет составлять $(t-62, t+1)$. Таким образом, в нее уже будут включено прогнозные значение, полученное на предыдущем шаге. При такой процедуре влияние фактических значений переменных, полученных из статистических баз данных, постепенно ослабевает (обучающая выборка смещается), и через 64 шага оно будет полностью исключено. Это позволяет проследить развитие системы на очень далекий горизонт.

¹⁵ Некоторые свидетельства подобного поведения ЕЦБ содержатся в «How the ECB and the US FED Set Interest Rates»

Опишем реализацию такого алгоритма в Маткад. Матрица объясняющих переменных задается с помощью функции *augment*, которая объединяет заданную часть (в нашем случае - $(t-64, t-2)$) временных рядов по каждой имеющейся переменной в матрицу. Зависимая переменная задается из тех же временных рядов, но со смещением на 1 шаг вперед. Например, если мы описываем зависимость *dhipc*, то вектора значений объясняющей переменной берется интервал $(t-63, t-1)$. Далее воспользуемся командами *regress* и *interp*, которые позволяют оценить линейную регрессию и на основе полученных результатов с помощью интерполяции рассчитать значение зависимой переменной для заданных значений объясняющих. В нашем случае, например для *dhipc*, мы можем получить значение $dhipc_t$ на основе значений

$$\begin{pmatrix} dhipc_{t-1} \\ dspi_{t-1} \\ deugap_{t-1} \\ dusgap_{t-1} \\ eonia_{t-1} \\ ffr_{t-1} \\ dexr_{t-1} \end{pmatrix}$$
 Таким образом мы проводим расчеты для всех компонентов VAR. Затем,

последовательно увеличивая на 1 значения t , мы получаем прогноз на необходимый горизонт всех входящих в VAR переменных.

В таком варианте используются встроенные в Маткад функции оценки регрессий и прогноза на основе регрессии на один шаг вперед методом интерполяции. Укажем также альтернативный вариант алгоритма, при котором все вычисления задаются самостоятельно, зато алгоритм имеет более удобную для восприятия форму. Последовательность команд на языке Маткада приведена ниже.

$$\begin{pmatrix} \text{dhicp}_i \\ \text{dcpi}_i \\ \text{deugap}_i \\ \text{dusgap}_i \\ \text{eonia}_i \\ \text{ffr}_i \\ \text{dex}_i \end{pmatrix} := \left| \begin{array}{l} \text{Y1} \leftarrow \text{submatrix}(\text{dhicp}, i - \text{mem}, i - 1, 0, 0) \\ \text{Y2} \leftarrow \text{submatrix}(\text{dcpi}, i - \text{mem}, i - 1, 0, 0) \\ \text{Y3} \leftarrow \text{submatrix}(\text{deugap}, i - \text{mem}, i - 1, 0, 0) \\ \text{Y4} \leftarrow \text{submatrix}(\text{dusgap}, i - \text{mem}, i - 1, 0, 0) \\ \text{Y5} \leftarrow \text{submatrix}(\text{eonia}, i - \text{mem}, i - 1, 0, 0) \\ \text{Y6} \leftarrow \text{submatrix}(\text{ffr}, i - \text{mem}, i - 1, 0, 0) \\ \text{Y7} \leftarrow \text{submatrix}(\text{dex}, i - \text{mem}, i - 1, 0, 0) \\ \text{X1} \leftarrow \text{submatrix}(\text{dhicp}, i - \text{memory}, i - 2, 0, 0) \\ \text{X2} \leftarrow \text{submatrix}(\text{dcpi}, i - \text{memory}, i - 2, 0, 0) \\ \text{X3} \leftarrow \text{submatrix}(\text{deugap}, i - \text{memory}, i - 2, 0, 0) \\ \text{X4} \leftarrow \text{submatrix}(\text{dusgap}, i - \text{memory}, i - 2, 0, 0) \\ \text{X5} \leftarrow \text{submatrix}(\text{eonia}, i - \text{memory}, i - 2, 0, 0) \\ \text{X6} \leftarrow \text{submatrix}(\text{ffr}, i - \text{memory}, i - 2, 0, 0) \\ \text{X7} \leftarrow \text{submatrix}(\text{dex}, i - \text{memory}, i - 2, 0, 0) \\ \text{Z} \leftarrow \text{augment}(\text{diag}(\text{identity}(\text{mem})), \text{X1}, \text{X2}, \text{X3}, \text{X4}, \text{X5}, \text{X6}, \text{X7}) \\ \text{B1} \leftarrow (\text{Z}^T \cdot \text{Z})^{-1} \cdot \text{Z}^T \cdot \text{Y1} \\ \text{B2} \leftarrow (\text{Z}^T \cdot \text{Z})^{-1} \cdot \text{Z}^T \cdot \text{Y2} \\ \text{B3} \leftarrow (\text{Z}^T \cdot \text{Z})^{-1} \cdot \text{Z}^T \cdot \text{Y3} \\ \text{B4} \leftarrow (\text{Z}^T \cdot \text{Z})^{-1} \cdot \text{Z}^T \cdot \text{Y4} \\ \text{B5} \leftarrow (\text{Z}^T \cdot \text{Z})^{-1} \cdot \text{Z}^T \cdot \text{Y5} \\ \text{B6} \leftarrow (\text{Z}^T \cdot \text{Z})^{-1} \cdot \text{Z}^T \cdot \text{Y6} \\ \text{B7} \leftarrow (\text{Z}^T \cdot \text{Z})^{-1} \cdot \text{Z}^T \cdot \text{Y7} \\ \text{B} \leftarrow \text{augment}(\text{B1}, \text{B2}, \text{B3}, \text{B4}, \text{B5}, \text{B6}, \text{B7}) \\ \text{B}^T \cdot \begin{pmatrix} 1 \\ \text{dhicp}_{i-1} \\ \text{dcpi}_{i-1} \\ \text{deugap}_{i-1} \\ \text{dusgap}_{i-1} \\ \text{eonia}_{i-1} \\ \text{ffr}_{i-1} \\ \text{dex}_{i-1} \end{pmatrix} \end{array} \right.$$

Всего в нашей выборке 169 наблюдений, осуществим такое вневыборочное прогнозирование начиная со 156 шага, чтобы была возможность сравнить прогноз с фактическими значениями. Прогноз рассчитаем на 25 шагов вперед. Это будет соответствовать прогнозированию динамики переменных с января 2006 года на 25 месяцев вперед, используя только информацию до декабря 2005 года включительно. Размер обучающей выборки, как уже упоминалось, составляет 63 наблюдения. Результаты прогнозирования представлены на графиках. Сплошной кривой обозначены прогнозные значения, пунктиром – фактические.

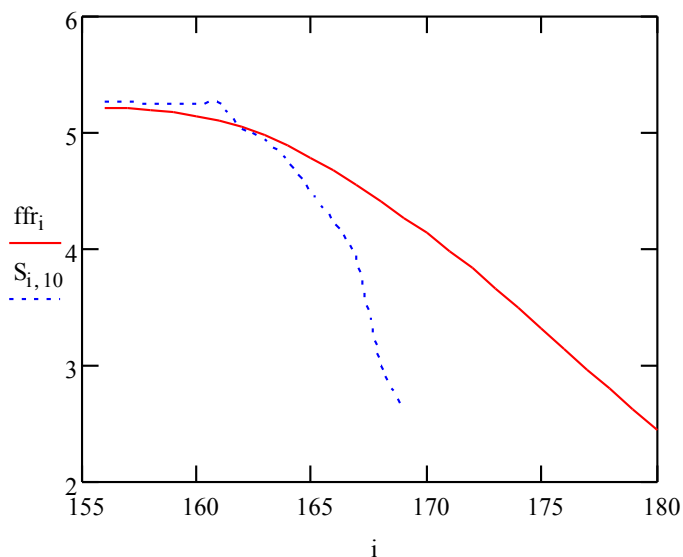


График 27. Прогноз ставки по федеральным фондам

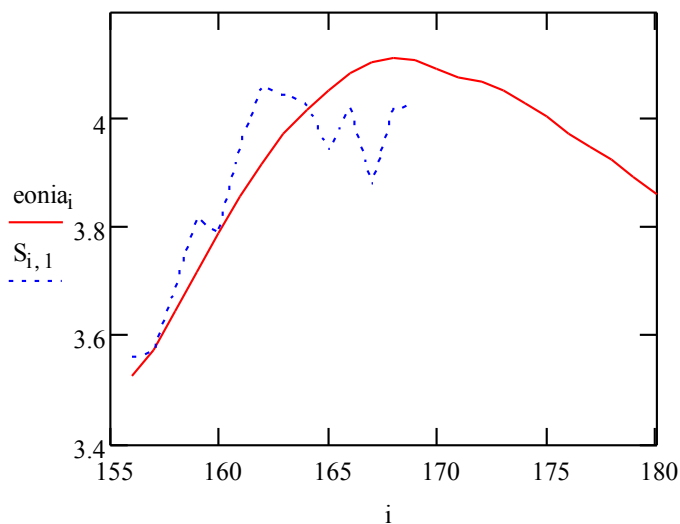


График 28. Прогноз индекса eonia

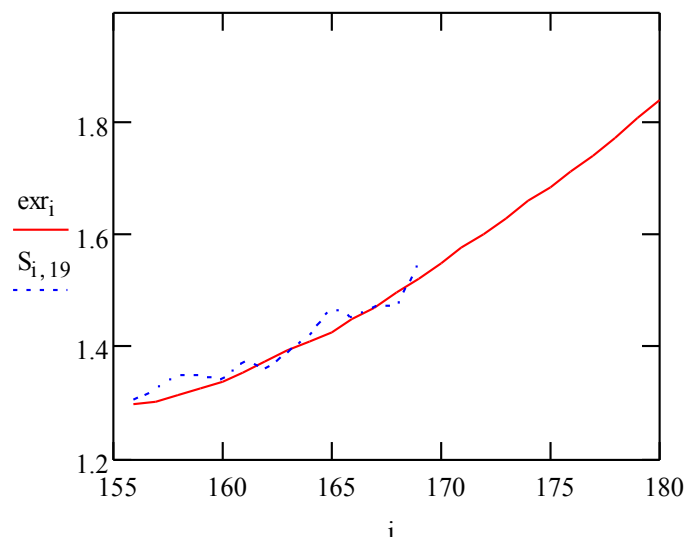


График 29. Прогноз валютного курса доллара к евро

Как видно из графиков, система достаточно неплохо отражает будущую динамику переменных. Поскольку в системе рассчитываются только значения прироста курса, то соответствующие значения валютного курса получены по формуле:

$$exr_i = exr_{i-1} e^{dexr_i}$$

С некоторыми погрешностями наша модифицированная VAR оказалась способной уловить завершение цикла подъемов европейской ставки, а также начало цикла понижения процентной ставки США. Динамика валютного курса неплохо отражена до конца имеющихся (для проверки прогноза) статистических данных, однако в дальнейшем траектория движения валютного курса выглядит не вполне реалистичной. Прогноз на более длительный горизонт, на 100 шагов вперед, представлен в Приложении 4. Отметим, что благодаря VAR, из имеющейся выборки, извлеченная информация, которая обеспечивает нелинейную динамику на большое количество шагов в будущее.

Вопросы

1. Идея саморазвивающейся системы
2. Модификация VAR для построения саморазвивающейся системы
3. Построение саморазвивающейся системы в Маткаде

3.3. Учет в рамках VAR ограничений, с которыми сталкивается политика центральных банков

Построенная в предыдущем пункте саморазвивающаяся система позволила дать относительно точные прогнозы, особенно, если рассматривать их на качественном уровне, с точки зрения способности уловить переломные моменты в траектории на достаточно длинном периоде прогнозирования. Однако динамика валютного курса выглядит не до конца реалистичной, особенно при рассмотрении саморазвивающейся системы на расширенном горизонте (см. Приложение 4). Валютный курс растет до 2 и более долларов за евро, что представляется далеким от реальности. Причина заключается в том, что встроенная в нашу систему функция реагирования центральных банков, как мы видели в предыдущей главе, не всегда способна отразить истинные действия ФРС и ЕЦБ, особенно в ретроспективной формулировке. Чтобы придать нашей системе более реалистичный характер, обратимся к следующему факту.

Как уже обсуждалось ранее, в официальных документах ЕСЦБ указано, что ЕЦБ и национальные центральные банки, составляющие вместе Евросистему, имеют своей главной целью поддержание ценовой стабильности, защищая стоимость евро. Это означает, что при

проведении кредитно-денежной политики ЕЦБ обращает внимание на валютный курс. Однако это не обязательно означает, что центральный банк систематически вычисляет необходимые изменения процентной ставки. Более того, такая гипотеза не подтвердилась при учете валютного курса в функции реагирования. Одним из вариантов могут быть активные действия центрального банка в ответ на чрезмерные изменения курса.

На основании этого попробуем встроить в нашу систему некоторые ограничения. Конкретно, представим, что для ЕЦБ существует некоторое граничное значение валютного, при превышении которого, ЕЦБ начинает изменять процентные ставки, пытаясь снизить стоимость чрезмерно подорожавшего евро, поскольку слишком дорогая национальная валюта, как известно, делает национальные товары неконкурентоспособными на мировых рынках.

Мы не будем пользоваться какими-либо расчетами при выборе такого граничного значения, хотя, безусловно, эта тема заслуживает отдельного исследования. Предположим, что таким граничным значением является 1,7. При приближении курса к отметке 1.6 в этом году ЕЦБ открыто выражал опасения, что подобный высокий курс наносит ущерб экономике Еврозоны, так что подобное значение не выглядит неправдоподобно.

Теперь необходимо определиться с тем, как будет реагировать банк на превышение валютным курсом критической отметки. Базовым изменением процентной ставки является 0,25 процентных пункта, поэтому рассмотрим менее агрессивный вариант действий банка – снижение процентной ставки на одну базовую единицу, т.е. на 0,25, - и более агрессивный – снижение процентной ставки сразу на 0,5 процентных пункта.

Внесем необходимые изменения в нашу систему. С помощью команды *if* встроим в процесс формирования вектора прогнозов две альтернативы: пока валютный курс находится ниже отметки 1,7, значения для каждого следующего шага генерируются, как и прежде, но если валютный курс превышает критическую отметку, то процентная ставка на следующем шаге автоматически снижается на 0,25 (или на 0,5) процентных пункта, значения же остальных переменных формируются тем же способом, что и раньше. При этом, поскольку в нашей системе мы ранее учитывали только приросты валютного курса, теперь на каждом шаге на основании приростов будем высчитывать валютный курс. Вот выглядит алгоритм построения описанной альтернативы на языке Маткада:

$$\begin{array}{l}
\left(\begin{array}{c} 1 \\ \text{dhicp}_{i-1} \\ \text{dcpi}_{i-1} \\ \text{deugap}_{i-1} \\ \text{dusgap}_{i-1} \\ \text{eonia}_{i-1} \\ \text{ffr}_{i-1} \\ \text{dex}_{i-1} \end{array} \right) \\
X \leftarrow \\
\left(\begin{array}{c} B1^T \cdot X \\ B2^T \cdot X \\ B3^T \cdot X \\ B4^T \cdot X \\ B5^T \cdot X \\ B6^T \cdot X \\ B7^T \cdot X \\ \text{exr}_{i-1} \cdot e^{B7^T \cdot X} \end{array} \right) \\
Y \leftarrow \quad \text{if } \text{exr}_{i-1} \cdot e^{B7^T \cdot X} < 1.7 \\
\left(\begin{array}{c} B1^T \cdot X \\ B2^T \cdot X \\ B3^T \cdot X \\ B4^T \cdot X \\ \text{eonia}_{i-1} - 0.25 \\ B6^T \cdot X \\ B7^T \cdot X \\ \text{exr}_{i-1} \cdot e^{B7^T \cdot X} \end{array} \right) \\
Y \leftarrow \quad \text{otherwise}
\end{array}$$

Посмотрим, как изменилась в результате наших преобразований прогнозируемая динамика валютного курса.

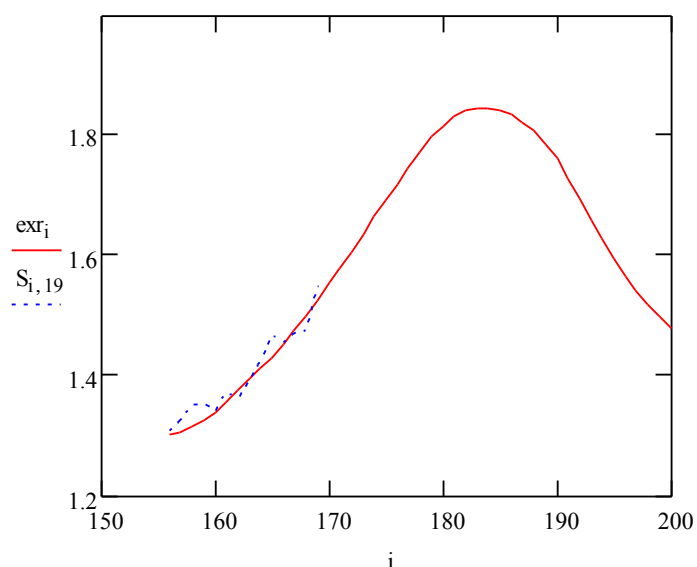


График 30. Валютный курс при ограничении 1,7, реакции 0,25 со стороны ЕЦБ

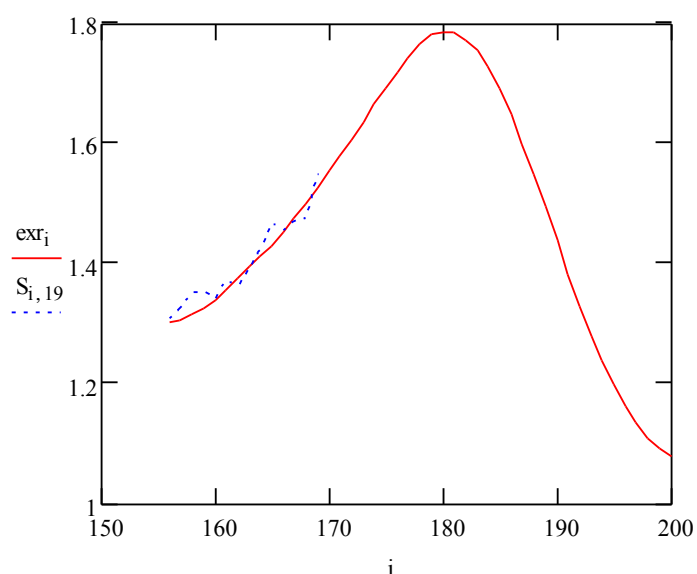


График 30. Валютный курс при ограничении 1,7, реакции 0,5 со стороны ЕЦБ

Как мы видим, мы получили ожидаемый результат. Продолжительный рост валютного курса в область нереалистичных значений прекратился. При достижении некоторого значения в районе заданных границ курс изменяет направление динамики, при этом траектория выглядит достаточно адекватно. Более того, с учетом уже известного на сегодняшний момент развития событий, мы смогли на основе информации на 1 января 2007 года качественно спрогнозировать динамику валютного курса на два года вперед. Мы определили, что рост во второй половине рассматриваемого периода сменится падением. Безусловно, мы не смогли в точности отразить будущие значения валютного курса и время перегиба тенденции, но в целом мы смогли получить общую картину динамики курса, предупреждающую инвесторов о возможном снижении в 2008 году. Отметим, что вариант с агрессивной реакцией банка (снижение ставки на 0,5 процентных пункта) выглядит менее реалистично, чем вариант с мягкой реакцией.

Проведем аналогичный анализ, предположив, в случае чрезмерного роста курса доллара к евро ФРС будет препятствовать падению стоимости валюты США. Рассмотрим также два типа реакции, соответствующие повышению ставки на 0,25 или на 0,5 процентных пункта

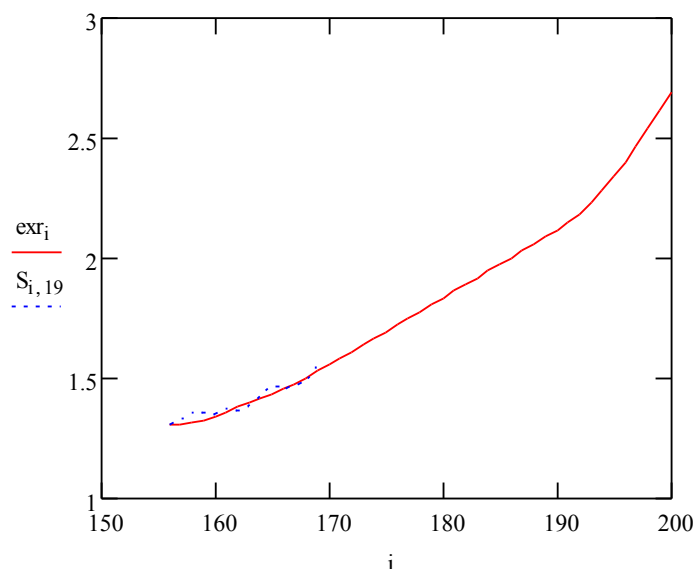


График 31. Валютный курс при ограничении 1,7, реакции 0,25 со стороны ФРС

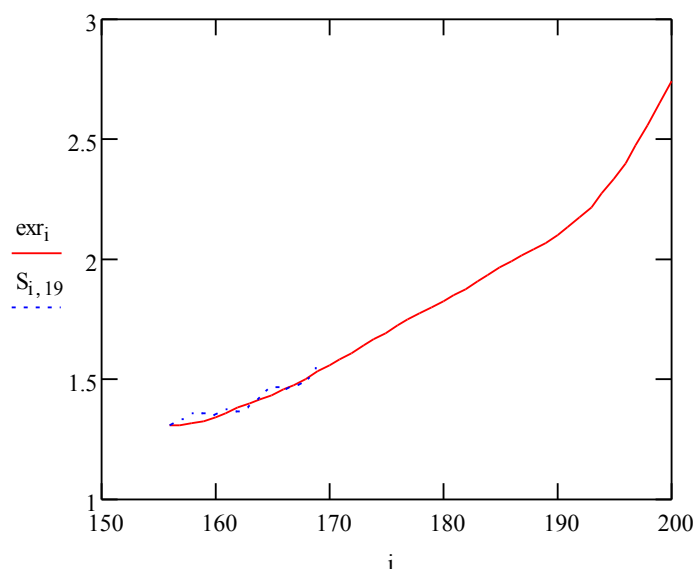


График 32. Валютный курс при ограничении 1,7, реакции 0,5 со стороны ФРС

Картина мало изменилась, по сравнению с вариантом, когда ограничения отсутствовали. По-видимому, подобное описание реакции ФРС не соответствует действительности.

В целом, это соответствует различию указанным в официальных документах целям банков: в отличие от ФРС ЕЦБ в соответствии со своей миссией должен отдавать приоритет при проведении кредитно-денежной политики в том числе валютному курсу.

Вопросы

1. Идея учета в рамках VAR ограничений, с которыми сталкиваются банки
2. Встраивание в VAR ограничений, с которыми сталкиваются банки

3.4. Переход от детерминистского прогноза к стохастическому прогнозу

Для того чтобы расширить возможности модели и обогатить динамику переменных, построим стохастическую модификацию VAR, которая позволит сделать вероятностный прогноз интересующих нас величин.

Изменения состоят в следующем. Теперь на каждом шаге прогноз величины задается не регрессионной оценкой с последующей интерполяцией, а стохастическим процессом, т.е.

реализацией случайного числа, имеющего нормальное распределение с заданными параметрами. Параметры распределения задаются исходя из взаимосвязи между переменными, оцененной на обучающей выборке. Матожидание зависимого процесса даётся множественным регрессионным прогнозом, а стандартное отклонение - как стандартное отклонение зависимой переменной, умноженное на корень из единицы минус квадрат корреляции всех объясняющих переменных с зависимой. В целях удобства расчетов заменим множественную корреляцию z-оценкой множественной корреляции. Таким образом, прогноз на следующий шаг будет иметь ожидаемое значение, рассчитанное детерминистским способом, однако фактическая реализация будет подвержена случайному разбросу. Такой подход больше соответствует реальным рыночным процессам, подверженным разнообразным шокам.

Обратимся к описанию данного алгоритма в Mathcad. На шаге $(t-1)$ значения для шага t будем получать в результате реализации функции *norm*. В качестве матожидания выступает такой же детерминистский прогноз, какой мы использовали в предыдущем варианте, а в качестве дисперсии – z-оценки множественной корреляции, умноженные стандартное отклонение зависимой переменной. Таким образом:

$$dhicp_t : N(E[dhicp_t | dhicp_{t-1}, dcpi_{t-1}, deugap_{t-1}, dusgap_{t-1}, eonia_{t-1}, ffr_{t-1}, dextr_{t-1}], \sigma_{t-1}^y)$$

Аналогично определяются и остальные переменные. Приведем пример расчета z-оценок для 3х переменных и выборки длиной 10^{16} :

$$R = \frac{\sum_{k=0}^9 \left(\frac{x_k - \bar{x}}{\sigma_x} \times \frac{y_k - \bar{y}}{\sigma_y} \times \frac{z_k - \bar{z}}{\sigma_z} \right)}{10}$$

Итак, рассчитав прогноз на основе такой стохастической VAR, мы получим одну из возможных реализаций прогнозов. Безусловно, нельзя считать такую реализацию прогнозом из-за ее вероятностной природы. Поэтому необходимо провести такие расчеты неоднократно, каждый раз фиксируя получившиеся прогнозы для всех шагов в будущем.

Осуществим наш эксперимент 100 раз. В результате мы получим 100 вариантов прогнозов на 25 шагов вперед для каждой переменной. Теперь мы можем проанализировать распределение прогнозов. Для этого воспользуемся функцией *histogram* с параметром интервалов, равном 10. Данная функция разбивает диапазон значений на заданное количество интервалов, и для каждого интервала подсчитывает число попавших в него наблюдений.

Рассмотрим распределение прогнозов на каждом шаге в сравнении с нормальным распределением. Для этого, во-первых, вычислим длину интервалов int_t , полученных в результате вычисления параметров гистограммы; а во-вторых рассчитаем параметры нормального распределения. Параметры рассчитываются по имеющимся реализациям прогнозов для каждого шага с помощью функций *mean* и *stdev*.

Нормальное распределение строим следующим образом. Вычисляем интервал, в который попадают большая часть реализаций случайной величины при нормальном распределении: из теории вероятности известно, что таким интервалом является $(\mu \pm 3\sigma)$, где μ - матожидание, оценкой которого является среднее (полученное с помощью *mean*), σ - стандартное отклонение, (оценка которого рассчитана с помощью *stdev*). Далее формируем вспомогательную переменную, значения которой формируются так:

$$p_j = \mu - 3\sigma + \frac{(\mu + 3\sigma) - (\mu - 3\sigma)}{200} \times j,$$

где j – целое число, которое изменяется от 0 до 200. Таким образом, мы получаем разбивку указанного интервала на 200 частей¹⁷. И далее, для каждого p_j вычисляем плотность

¹⁶ Наши фактические расчеты слишком громоздки, чтобы их приводить здесь целиком. Принципиально они не отличаются от приводимого примера. Отличия только в количестве переменных и объеме выборки

¹⁷ Число 200 взято условно. Главное условие – это число должно быть достаточно большим, чтобы построенное распределение было похоже на непрерывное нормальное распределение.

нормального распределения, которая задается функцией $dnorm$. В итоге мы получили приближение нормального непрерывного распределения с заданными параметрами, оцененными по выборке реализаций прогнозов.

Графики, отражающие распределение прогнозов валютного курса и процентных ставок через 1 месяц, 2 месяца, 3 месяца, 4 месяца, 5 месяцев, 6 месяцев, 12 месяцев, 18 месяцев и 24 месяца, приведены в Приложении 1. Сплошной линией обозначено распределение прогнозов, а пунктирной – нормальное распределение с соответствующими параметрами.

Как видно из графиков, распределение прогнозов, в целом похоже на нормальное распределение. Асимметрия распределения прогнозов относительно нормального распределения, возможно, может свидетельствовать о повышательной (в случае смещенности вправо) или понижательной (в случае смещенности влево) тенденции, которая будет преобладать в том или ином периоде в будущем.

Интересной особенностью распределения прогнозов на различных является его много модальностью. Причем зачастую значения моды ощутимо отличаются друг от друга. Возможно, это свидетельствует о наличии нескольких устойчивых режимов валютного курса (или процентной ставки).

Не забудем, что мы пользуемся стохастической векторной моделью, поэтому результаты прогноза представлены не кривыми, а распределениями кривых. Именно такой, в вероятностных терминах, прогноз наиболее реалистичен.

Построим график наиболее вероятных прогнозных значений. Для этого необходимо сформировать ряд из модальных значений каждого шага прогноза. Но, как уже отмечалось, на многих шагах имеют место несколько мод, в таких случаях мы будем вычислять медианное значение, которое является наилучшей характеристикой неизвестного распределения. Прогнозы валютного курса и процентных ставок, построенные таким образом, приведены ниже.

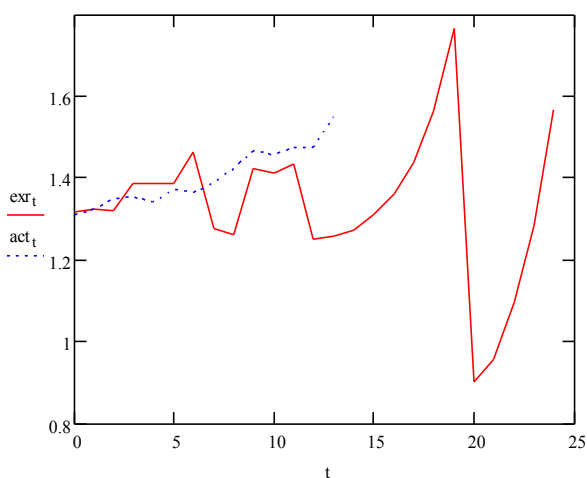


График 33. Наиболее вероятный прогноз валютного курса

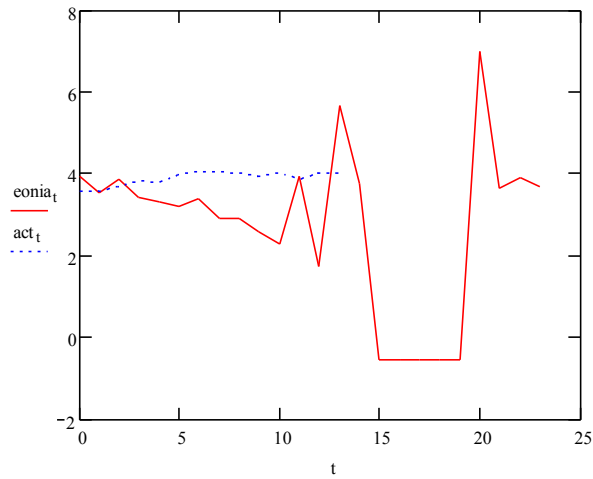


График 34. Наиболее вероятный прогноз EONIA

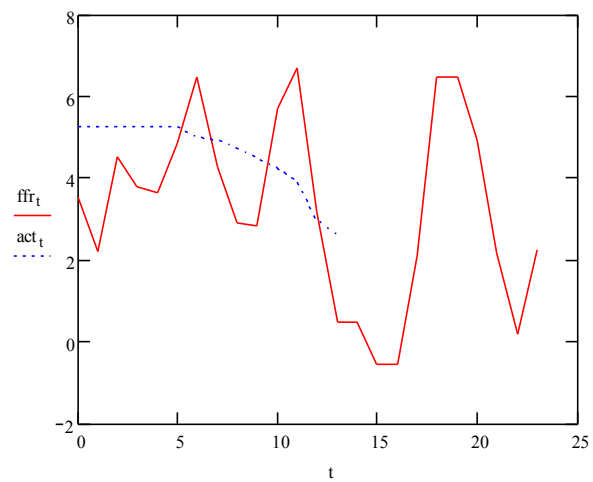


График 35. Наиболее вероятный прогноз FFR

Попробуем избавиться от чрезмерной волатильности прогноза, применив один из способов фильтрации зашумленных сигналов. Для этого осуществляем быстрое преобразование Фурье для дискретных данных для прогнозов. Берем архимедовы нормы для каждого шага, вычисляем их среднее для того, чтобы определить значение фильтра. После фильтрации осуществляем обратное преобразование. Это обычный способ фильтрации зашумленных сигналов. В итоге получаем сглаженный ряд прогнозов, которые служат сигналами о направлении динамики движения (синяя линия).

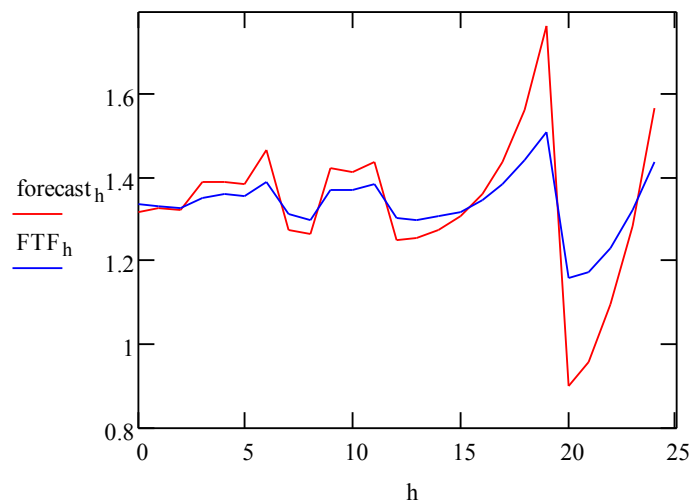


График 36. Наиболее вероятный прогноз валютного курса, сглаженный с помощью быстрого преобразования Фурье

Как мы видим, прогноз стал чуть менее волатильным, но значительные колебания на конец прогнозного периода сократились. Прогноз предсказывает повышательную тенденцию до 19 шага, а затем резкий спад с последующим отскоком. Прогноз сделан по состоянию на конец декабря 2006 года, поэтому колебания соответствуют второй половине 2008 года. Как мы сегодня можем сказать, они качественно отразили резкое падение курса доллара. Вообще говоря, подобные резкие колебания можно интерпретировать как сигнал наличия значительной неопределенности на рынке в будущем, связанной с нарушением обычных механизмов формирования валютного курса, которые могут быть вызваны, например, финансовым кризисом. Эта гипотеза о нарушении механизмов получит некоторое подтверждение в следующей главе.

Модель, безусловно, требует доработки – достаточно указать на то, что она может в некоторых случаях выдавать в качестве прогноза нулевую (или даже находящуюся на доли процентного пункта ниже нуля) величину процентной ставки. Вместе с тем ее эвристическая ценность и информативность даже в таком упрощенном виде достаточно ощутимы и позволяют аналитику выстраивать сравнительно надежные сценарии будущего.

Вопросы

1. Сущность стохастического прогноза
2. Как встроить стохастическую компоненту в VAR
3. Осуществление стохастического прогнозирования
4. Построение наиболее вероятных прогнозов
5. Интерпретация результатов

3.5. Теория непокрытого паритета процентных ставок: двоичный выбор как подходящий формализм для проверки

Напомним, что теория непокрытого паритета процентных ставок гласит, что ожидаемый прирост логарифмов валютного курса зависит от разности процентных ставок:

$$(\Delta \ln(exr))^e = i_{usa} - i_{eu}.$$

Связь между валютным курсом и разностью процентных ставок плохо описывается обычной регрессией, «лобовые» регрессионные проверки этого соотношения потерпели неудачу. Исходя из этого во многих исследованиях сделан вывод, что непокрытый паритет процентных ставок не адекватен реальности. В этом параграфе мы покажем, что, тем не менее, на его основе можно спрогнозировать динамику валютного курса. Это свидетельствует в пользу реалистичности теории. Для принятия решений на валютном рынке мы воспользуемся моделью двоичного выбора.

Модели двоичного выбора позволяют описывать ситуации принятия решений, когда для выбора доступны две альтернативы. Данный класс моделей описывает вероятность того что зависимая переменная примет значение единицы $y_i = 1$. В общем случае имеем:

$$P\{y_i = 1 | x_i\} = G(x_i, \beta)$$

для некоторой функции $G(\cdot)$. Это выражение означает, что вероятность получения результата $y_i = 1$ зависит от вектора x_i , содержащего факторы, существенные для определения y_i . Например, вероятность того, что индивид владеет машиной, зависит от его дохода, возраста т.д. Очевидно, что функция $G(\cdot)$ должна принимать значения только на интервале от 0 до 1. Как правило, рассматриваются только функции вида $G(x_i, \beta) = F(x_i^T \beta)$. Поскольку $F(\cdot)$ также должна изменяться от 0 до 1, в качестве F выбирают функцию распределения вероятностей. Чаще всего используют нормальное распределение

$$F(w) = \Phi(w) = \int_{-\infty}^w \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}t^2} dt$$

получая при этом пробит-модели, и логарифмическое стандартное распределение:

$$F(w) = \Phi(w) = \frac{e^w}{1 + e^w}$$

получая логит-модели.

Для того, чтобы адаптировать его к моделям бинарного выбора, нам необходимо сформировать двоичную переменную, характеризующую изменение валютного курса. Воспользуемся наиболее простым вариантом. Будем считать, что курс повысился, если его логарифмический прирост больше нуля, и наоборот, понижение курса фиксируем при отрицательном приросте. Таким образом, мы будем моделировать знак изменения валютного курса. Сформируем две переменные, отдельно для повышения (переменная *up*) и отдельно для понижения (переменная *down*) курса. Для каждого наблюдения повышение/понижение соответствует 1, во всех остальных случаях переменные равны нулю.

Наша задача – оценить вероятность повышения/понижения валютного курса на следующем шаге в зависимости от текущей разности процентных ставок:

$$P\{up_{i+1} = 1 | x_i\} = G(ffr_i - eonia_i, \beta)$$

$$P\{down_{i+1} = 1 | x_i\} = G(ffr_i - eonia_i, \theta)$$

В этом случае пробит-модель для повышения имеет вид:

$$F(\beta_0 + \beta_1(ffr_i - eonia_i)) = \Phi(\beta_0 + \beta_1(ffr_i - eonia_i)) = \int_{-\infty}^{\beta_0 + \beta_1(ffr_i - eonia_i)} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}t^2} dt$$

Логит-модель для повышения валютного курса выглядит так:

$$F(\beta_0 + \beta_1(ffr_i - eonia_i)) = \Phi(\beta_0 + \beta_1(ffr_i - eonia_i)) = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1(ffr_i - eonia_i)}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1(ffr_i - eonia_i)}}$$

Соответствующие модели для понижения имеют аналогичный вид. Перейдем к оценке моделей. Поскольку стандартное логарифмическое нормальное распределение и стандартное нормальное распределения очень похоже, и дают практически одинаковые результаты, оценивать будем только логит-модель.

Для моделей двоичного выбора используется метод максимального правдоподобия. В этом случае функция правдоподобия имеет достаточно простую форму. Вклад в функцию правдоподобия наблюдения *i* при $y_i = 1$ задается вероятностью $P\{y_i = 1 | x_i\}$ как функцией неизвестного вектора параметров β , это же верно и для $y_i = 0$. Функция правдоподобия для всей выборки задается так:

$$L(\beta) = \prod_{i=1}^N P\{y_i = 1 | x_i; \beta\}^{y_i} P\{y_i = 0 | x_i; \beta\}^{1-y_i}$$

Подчеркнем, что функция правдоподобия зависит от β . Для оценки функции правдоподобия более удобна логарифмическая форма функции правдоподобия. Заменяя $P\{y_i = 1 | x_i\}$ на $F = (x_i^T \beta)$, запишем логарифмическую функцию правдоподобия для повышения валютного курса:

$$\ln L(\beta_0, \beta_1) = \sum_{i=1}^N up_i \ln F(\beta_0 + \beta_1(ffr_i - eonia_i)) + \sum_{i=1}^N (1 - up_i) \ln(1 - F(\beta_0 + \beta_1(ffr_i - eonia_i)))$$

Заменяя F стандартным или логарифмическим стандартным распределением, мы получаем выражение, максимизация которого относительно β_0, β_1 , дает нам их оценки максимального правдоподобия.

Перейдем к расчетам. Напомним, что при формировании двоичной переменной ее значение в момент *i* должно соответствовать повышению (снижению) валютного курса в

момент $i-1$. Формирование осуществим при помощи функции *if...otherwise*, задавая соответствующие условия. Для повышения это выглядит так: если $\Delta \ln(exr)_{i+1} > 0$, то $up_i = 1$, в противном случае $up_i = 0$. То же самое и для переменной понижения: если $\Delta \ln(exr)_{i+1} < 0$, то $down_i = 1$, в противном случае $down_i = 0$.

Получив, все необходимые коэффициенты, максимизируем функцию правдоподобия на всей выборке, используя функцию *maximize*. Теперь для каждого наблюдения разности процентных ставок мы можем рассчитать модельные вероятности повышения (понижения) валютного курса в следующем периоде pur_i ($pdown_i$). Здесь и далее будем приводить расчеты только для переменной повышения валютного курса вследствие идентичности вычислений для pur_i и $pdown_i$. Для логит-модели такая вероятность будет равна:

$$P\{up_i = 1 | \hat{\beta}_{10} + \hat{\beta}_{11}(ffr_i - eonia_i)\} = \frac{e^{\hat{\beta}_{20} + \hat{\beta}_{21}(ffr_i - eonia_i)}}{1 + e^{\hat{\beta}_{20} + \hat{\beta}_{21}(ffr_i - eonia_i)}}$$

где $\hat{\beta}_{10}, \hat{\beta}_{11}, \hat{\beta}_{20}, \hat{\beta}_{21}$ - оцененные параметры модели. Поскольку в моделях используются стандартизированные распределения, т.е. распределения, имеющие среднее 0 и стандартное отклонение 1, то модельные значения двоичной переменной формируются следующим образом:

$$up_i = 1, \quad P\{up_i = 1 | \hat{\beta}_{10} + \hat{\beta}_{11}(ffr_i - eonia_i)\} > 0.5$$

$$up_i = 0, \quad P\{up_i = 1 | \hat{\beta}_{10} + \hat{\beta}_{11}(ffr_i - eonia_i)\} \leq 0.5$$

Оценим качество подгонки моделей. В отличие от моделей линейной регрессии, для моделей двоичного выбора не существует единого измерителя качества модели. Зачастую показатели качества явно и неявно основываются на сравнении моделью, включающей в себя в качестве объясняющей переменной только константу. Обозначим $\ln L_1$ значение максимального правдоподобия интересующей нас модели, а $\ln L_0$ - значение максимального правдоподобия модели, имеющей только константу в качестве объясняющей переменной. Чем больше разность между этими величинами $\ln L_1 - \ln L_0$, тем больше расширенная модель добавляет к ограниченной модели. На основе этой идеи можно рассчитать следующие показатели:

$$pseudo - R^2 = 1 - \frac{1}{1 + 2(\ln L_1 - \ln L_0) / N}$$

$$McFaddenR^2 = 1 - \ln L_1 / \ln L_0$$

Эти показатели изменяются на интервале от 0 до 1, и чем ближе они к 1, тем больше добавка модели $\ln L_1$. Результаты расчетов приведены в таблице

| Показатель | up_i | $down_i$ |
|----------------|--------|----------|
| $pseudo - R^2$ | 0,189 | 0,247 |
| $McFaddenR^2$ | 0,147 | 0,196 |

Таблица 6. Показатели качества логит-модели

Как видно из таблицы, показатели качества невысоки. Однако в данном случае для нас не столь важна доля объясненной дисперсии, сколько способность модели генерировать адекватный прогноз знака будущего прироста валютного курса. Для оценки указанного аспекта построим на основе модели три простых стратегии игры на рынке.

Первая стратегия основывается только занятии длинных позиций. На каждом шаге мы прогнозируем, увеличится ли курс в следующем периоде ($up_i = 1$) или нет ($up_i = 0$). Если прогноз предсказывает повышение, мы занимаем длинную позицию, в противном случае

остаемся вне рынка. Стратегию можно описать в Маткаде с помощью функции *if*. На графике отображены результаты стратегии.

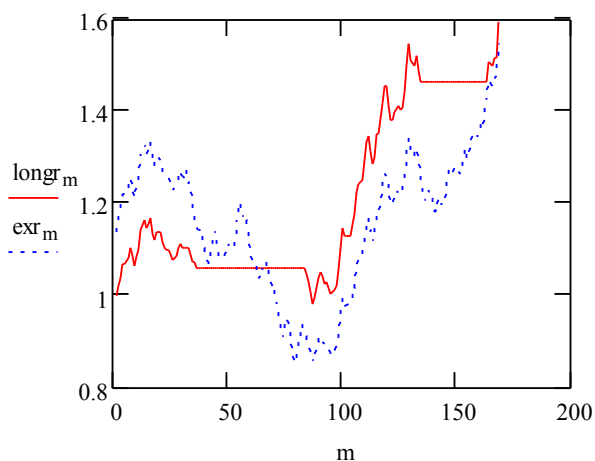


График 37. Доходность при занятии только длинных позиций, логит-модель

За рассматриваемый период, включающий в себя 169 наблюдений, с февраля 1994 года по февраль 2008 года, наша доходность составила 59,5 % без учета транзакционных издержек и возможного плеча. При этом, если бы мы следовали принципу «купи и держи», то доходность составила бы 36%. Стратегия показала очень хороший результат, учитывая, что мы были ограничены только длинными позициями, а курс на рассматриваемом периоде демонстрировал разнонаправленную динамику. Как видно на графике, мы практически не пропустили периоды роста валютного курса.

Теперь построим вторую стратегию. Она аналогично первой, но теперь мы будем занимать только короткие позиции, когда прогноз $down_i = 1$.

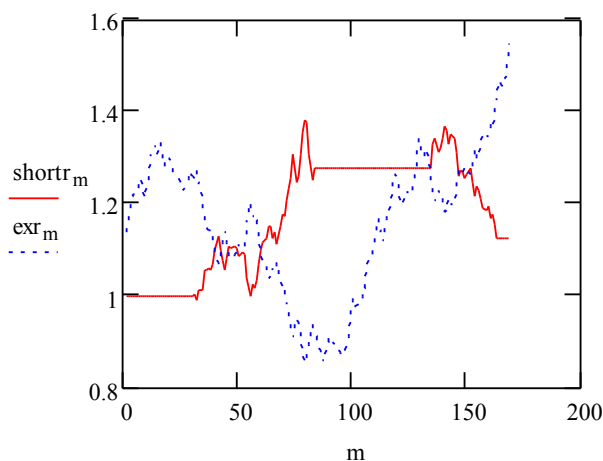


График 38. Доходность при занятии только коротких позиций

В данном случае доходность составляет 12,5%. При этом мы значительно проиграли на росте курса евро в 2006 году, занимая неправильные позиции.

Наконец, в третьей стратегии объединим предыдущие две. В момент i мы генерируем на основе текущей разности процентных ставок прогноз на 1 шаг вперед; прогноз делаем как для переменной up , так и для переменной $down$. Если $up_i = 1$, а $down_i = 0$, т.е. в модели для повышения курса прогнозируется повышение, а в модели для понижения — не понижение, то мы занимаем длинную позицию. Если $up_i = 0$, а $down_i = 1$, то мы занимаем короткую позицию. Если обе переменные равны 0, то мы остаемся вне рынка. В случае же $up_i = 1$ и $down_i = 1$ мы

сравниваем pup_i и $pdown_i$ и выбираем позицию, соответствующую наиболее вероятному прогнозу. В Маткаде алгоритм такой стратегии описывается следующим образом:

$$r_m := \begin{cases} \text{if } (pdown_{m-1} > 0.5) \wedge (pup_{m-1} > 0.5) \\ \left| \begin{array}{l} r_{m-1} \cdot \left(1 + \frac{exr_{m-1} - exr_m}{exr_{m-1}} \right) \text{ if } pdown_{m-1} > pup_{m-1} \\ r_{m-1} \cdot \frac{exr_m}{exr_{m-1}} \text{ otherwise} \end{array} \right. \\ r_{m-1} \cdot \left(1 + \frac{exr_{m-1} - exr_m}{exr_{m-1}} \right) \text{ if } pdown_{m-1} > 0.5 \\ \text{otherwise} \\ \left| \begin{array}{l} r_{m-1} \cdot \frac{exr_m}{exr_{m-1}} \text{ if } pup_{m-1} > 0.5 \\ r_{m-1} \text{ otherwise} \end{array} \right. \end{cases}$$

Результаты представлены ниже.

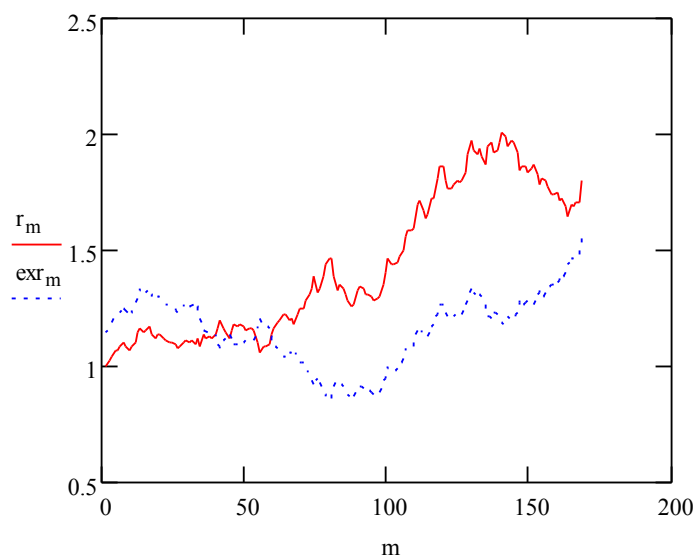


График 39. Доходность при занятии и коротких, и длинных позиции

Наша доходность составила 79,5%. Вспомним, что доходность стратегии «купи и держи» равна 36%. Занимая короткие и длинные позиции в зависимости от значения разности процентных ставок, т.е. фактически действуя на базе теории непокрытого паритета процентных ставок, нам удалось значительно обыграть рынок. Существенные потери мы понесли лишь в 2006 году, однако, хоть и со значительным опозданием, модель идентифицировала растущий тренд. Такие результаты свидетельствуют в пользу адекватности идеи непокрытого паритета процентных ставок. Кроме того, отметим, что удачный прогноз сочетается с низкими значениями качества модели.

В рамках проведенного эксперимента мы осуществляли внутривыборочное прогнозирование. Однако наиболее ценным качеством модели является ее способность прогнозировать вне выборки, на которой модель была оценена. Осуществим вневыборочное прогнозирование.

Прежде всего, необходимо выбрать выборку, по которой будем оценивать модель. Посмотрим еще раз на график валютного курса:

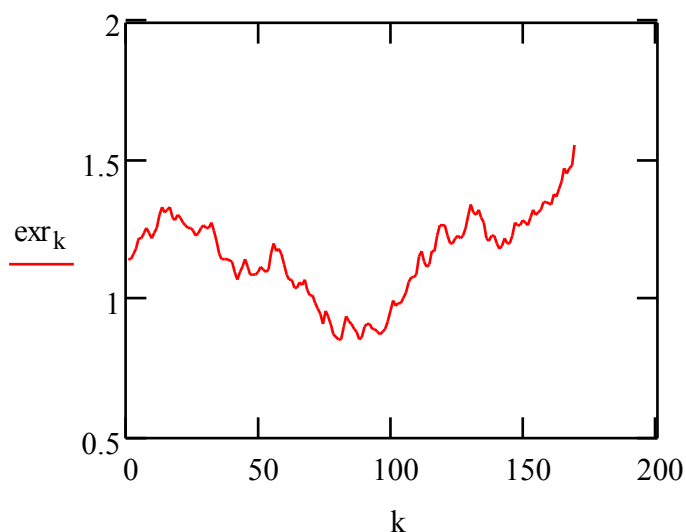


График 39. Валютный курс доллара к евро.

Как уже отмечалось, валютный курс за рассматриваемый период демонстрировал разнонаправленную динамику. Для того, чтобы вне оценочной выборки модель была способна определить и рост, и падение курса, в искомую выборку должны войти как период повышения курса, так и период снижения. Не применяя формальные расчеты, мы видим на графике, что подходящим периодом является период с 1 по 50 наблюдение. Повторим все сделанные ранее расчеты с той разницей, что функция правдоподобия будет максимизироваться для наблюдений с 1 по 50, а результативность стратегий мы будем рассчитывать за период с 51 шага по 169, что соответствует интервалу с марта 1998 года по февраль 2008.

| Показатель | up_i | $down_i$ |
|----------------|--------|----------|
| $pseudo - R^2$ | 0,109 | 0,081 |
| $McFaddenR^2$ | 0,173 | 0,131 |

Таблица 7. Показатели качества логит-модели

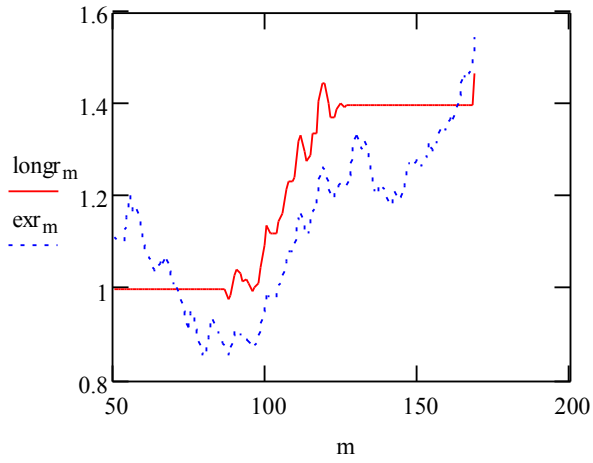


График 40. Доходность при занятии длинных позиций вне выборки

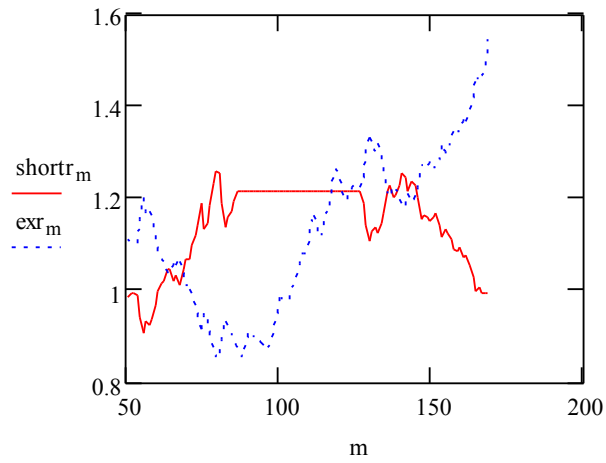


График 41. Доходность при занятии коротких позиций вне выборки

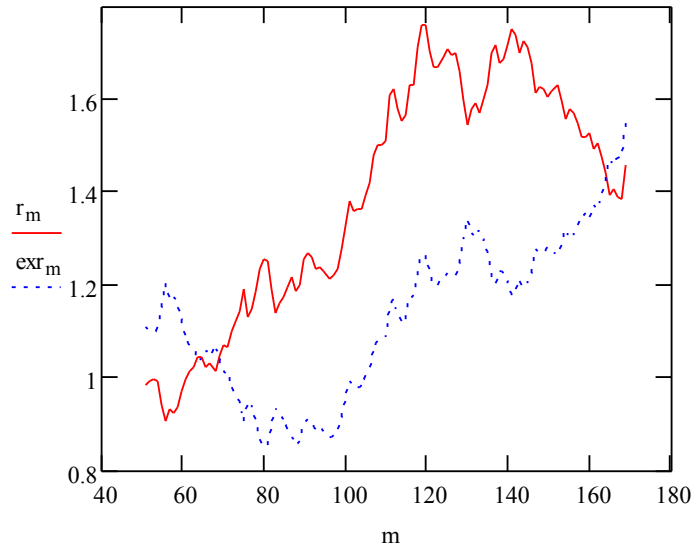


График 42. Доходность при занятии и длинных, и коротких позиций вне выборки

| Стратегия | Доходность |
|------------------------|------------|
| Только длинные позиции | 46,9% |

| | |
|----------------------------|-------|
| Только короткие позиции | -0,8% |
| Короткие и длинные позиции | 45,8% |
| «Купи и держи» | 42% |

Таблица 7. Статистика доходностей.

За исключением стратегии коротких позиций, стратегии показали хорошие результаты. Заметим, что показатели качества модели и в этом случае были низкими. Наиболее важным фактом является высокое значение доходности стратегии, позволяющей занимать и короткие, и длинные позиции. Данная стратегия немного проигрывает стратегии длинных позиций на рассматриваемом периоде, однако мы не ставили себе задачу поиска наиболее удачного способа принятия инвестиционных решений на валютном рынке.

Для нас существенно другое. Стратегия коротких и длинных позиций, как видно на графике, позволяла зарабатывать как в периоды роста, так и в периоды падения курса, т.е. она, будучи построена на оценке за период 1994-1998 гг., оказалась способной уловить разнонаправленную динамику валютного курса в течение последующих десяти лет. Исключение составляет лишь последний год, который является «проблемным» для всех рассмотренных значений.

Такие результаты подтверждают адекватность концепции непокрытого паритета процентных ставок. Более того, за рассматриваемый прогнозный период, 1998-2008 гг., в финансовой системе произошли существенные изменения – произошло формирование Еврозоны в 2001-2002 гг. Этот факт теоретически должен оказать существенное влияние на процессы формирования валютного курса. Однако способность нашей стратегии, построенной на основе непокрытого паритета процентных ставок и оцененной в период, предшествующий изменениям, идентифицировать направление движения валютного курса позволяют говорить о том, что механизм формирования курса на основе разности ставок, возможно, является фундаментальным, и действует вне зависимости от институциональной структуры финансовых рынков.

Снижение прогностических возможностей модели в последний год, скорее всего, связано с наступлением глобального финансового кризиса, в условиях которого механизмы формирования валютного курса, по всей видимости, исказились.

Вопросы

1. Сущность модели двоичного выбора
2. Адаптация модели двоичного выбора к проверке непокрытого паритета процентных ставок
3. Построение стратегий на основе модели двоичного выбора
4. Выборочное и вневыборочное прогнозирование
5. Интерпретация результатов

Выводы

Механизм формирования валютного курса, его зависимость от макроэкономических переменных – один из открытых вопросов современной экономики. Существующие модели обладают слабыми прогностическими возможностями. Между тем, это чрезвычайно важная задача. Основные теоретические концепции, в том числе и широко известная концепция непокрытого паритета процентных ставок, в целом не подтверждаются эмпирическими исследованиями.

Однако теоретические рассуждения, а также интуиция, говорят о том, что вопрос выявления связи между макроэкономическими переменными и валютным курсом – это, прежде всего, вопрос выбора подходящего метода.

Рассмотрев задачи центральных банков США и Еврзоны и описав принципы и механизмы проведения банками кредитно денежной политики, мы формализовали их поведение функцией реагирования.

Встраивание функции реагирования в модель классической векторной авторегрессии, общепризнанным достоинством которой является способность улавливать сложную динамику переменных, не принесло желаемых результатов.

Однако использование оригинальных методов на основе модифицированной векторной авторегрессии позволило, во-первых, построить долгосрочные прогнозы, отражающие переломы тенденций в будущем, а во-вторых, придать прогнозу вероятностный, а значит, более реалистичный характер.

Также, было предложено использование модели двоичного выбора в целях проверки концепции непокрытого паритета процентных ставок. Анализ показал, что, в противовес выводам большинства исследований, непокрытый паритет процентных ставок адекватно отражает реальность.

Ключевые методы, использованные в анализе, описаны не только с помощью формул, но и на языке Маткад, это призвано помочь читателям самостоятельно повторить авторские расчеты.

Приложения

Приложение 1. Распределение стохастических прогнозов в сравнении с нормальным распределением на каждом шаге горизонта прогнозирования

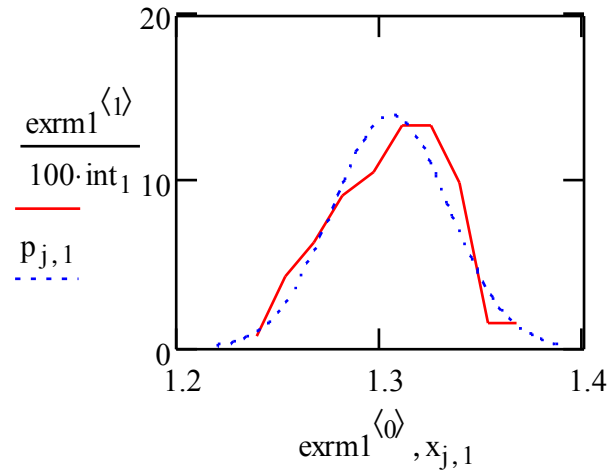


График 40. Валютный курс, 1 месяц

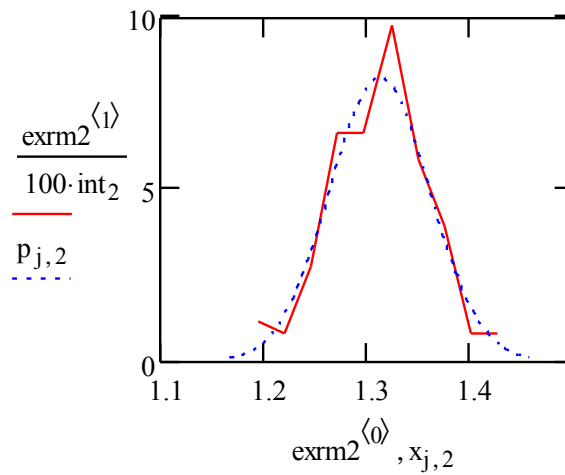


График 41. Валютный курс, 2 месяца

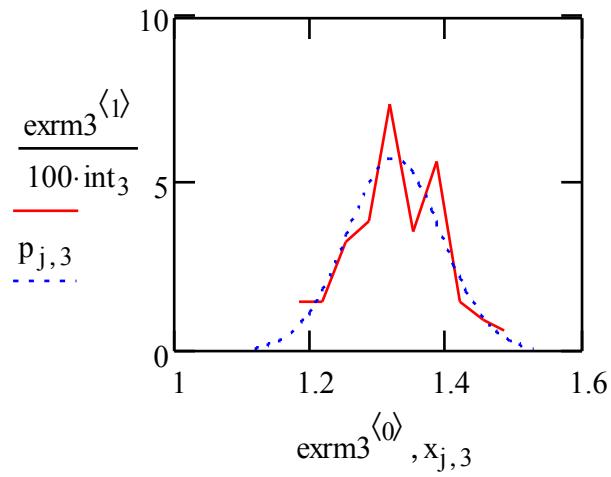


График 42. Валютный курс, 3 месяца

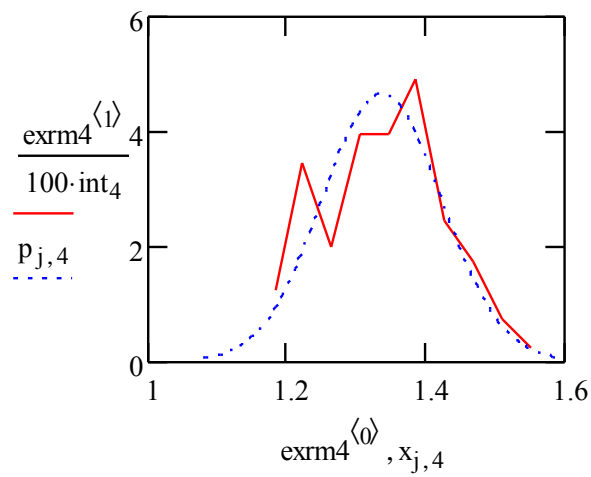


График 43. Валютный курс, 4 месяца

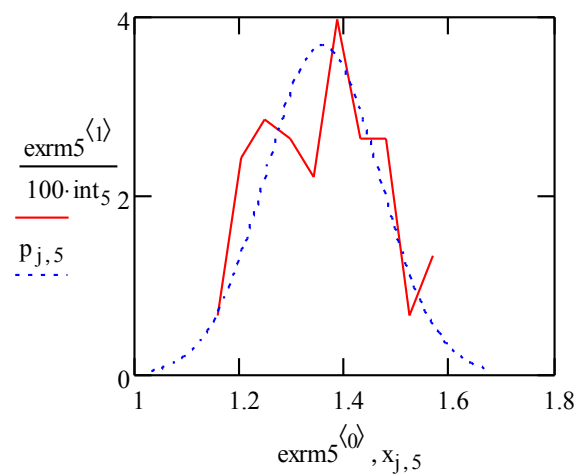


График 44. Валютный курс, 5 месяцев

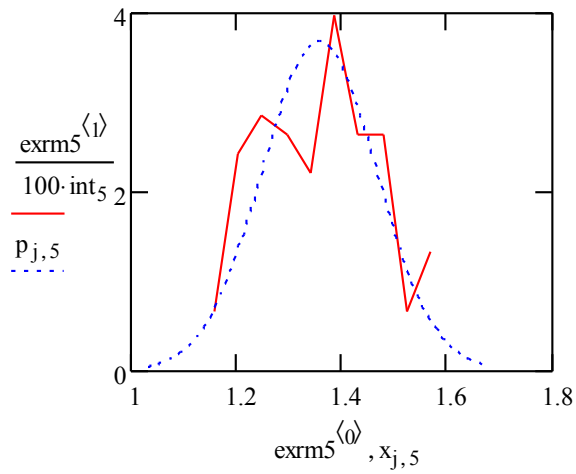


График 45. Валютный курс, 6 месяцев

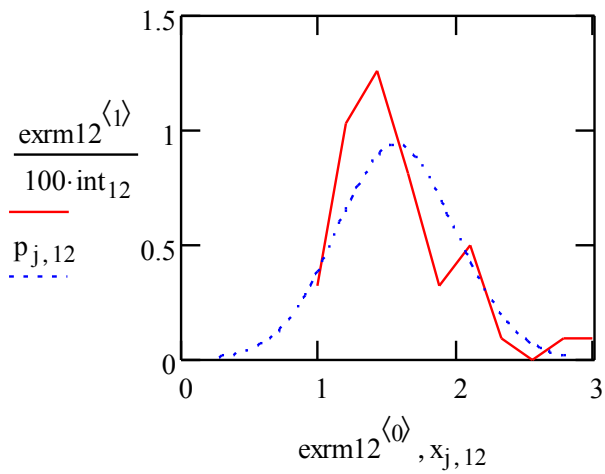


График 46. Валютный курс, 12 месяцев

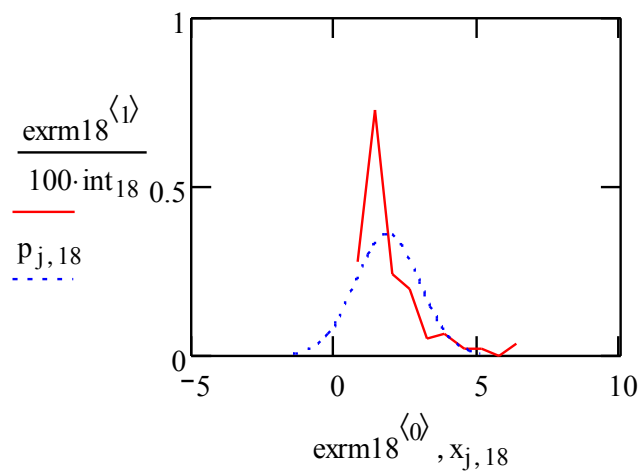


График 47. Валютный курс, 18 месяцев

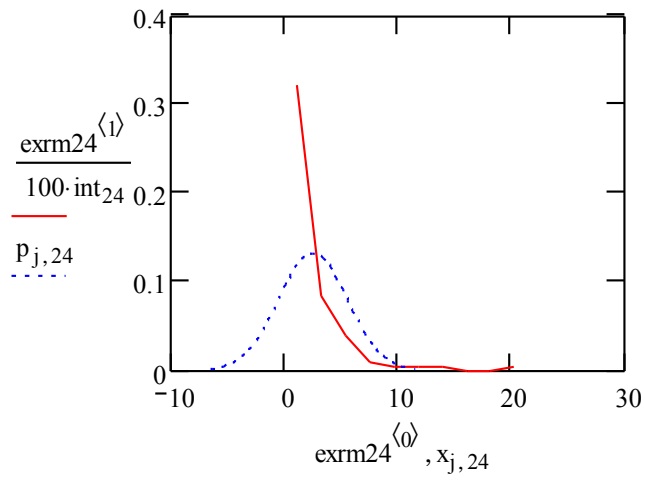


График 48. Валютный курс, 24 месяца

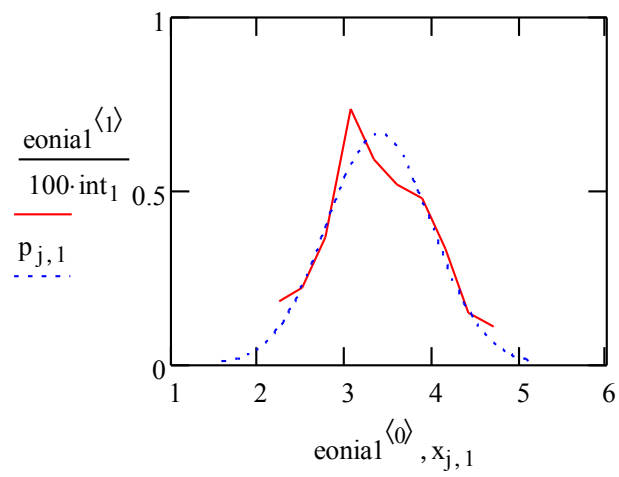


График 49. EONIA, 1 месяц

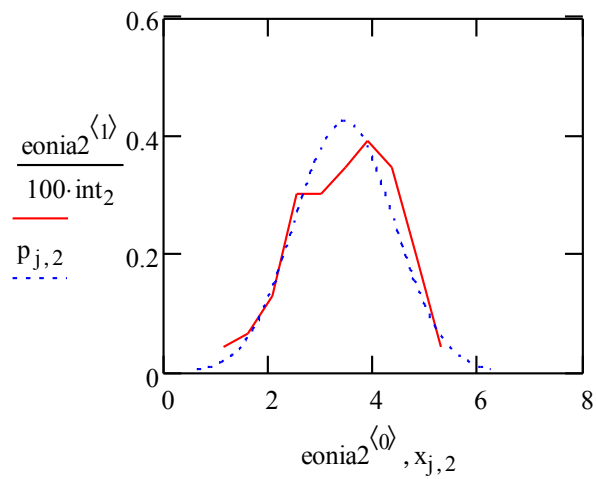


График 50. EONIA, 2 месяца

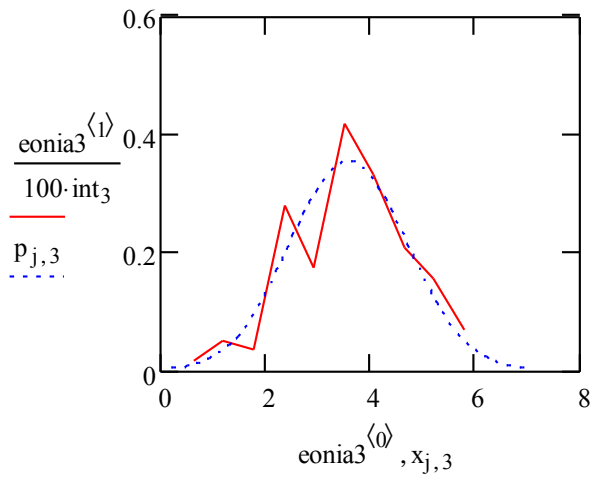


График 51. EONIA, 3 месяца

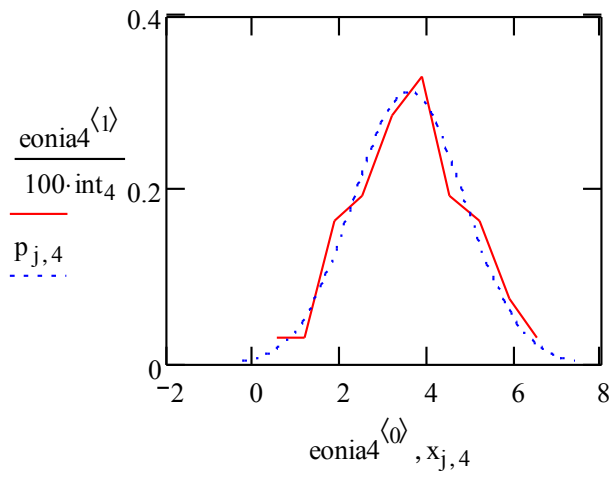


График 52. EONIA, 4 месяца

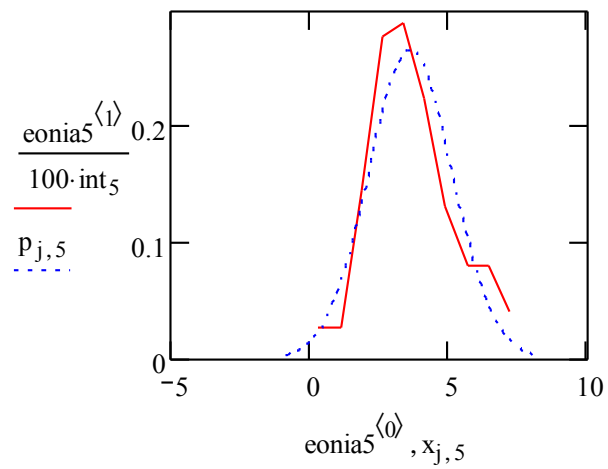


График 53. EONIA, 5 месяца

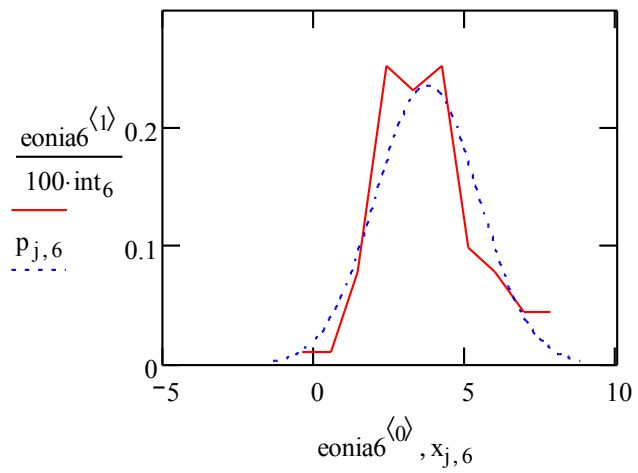


График 54. EONIA, 6 месяцев

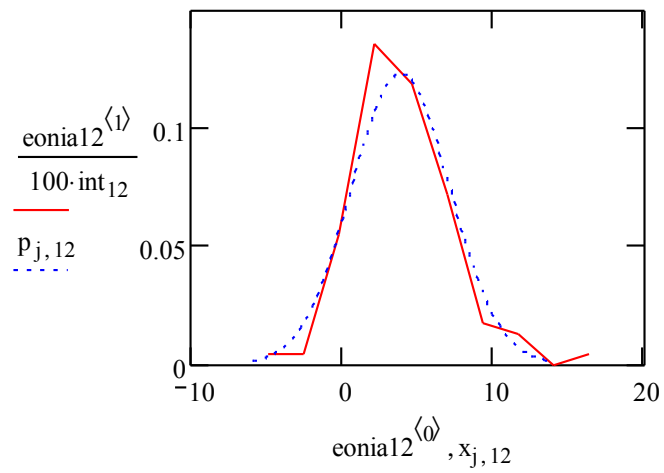


График 55. EONIA, 12 месяцев

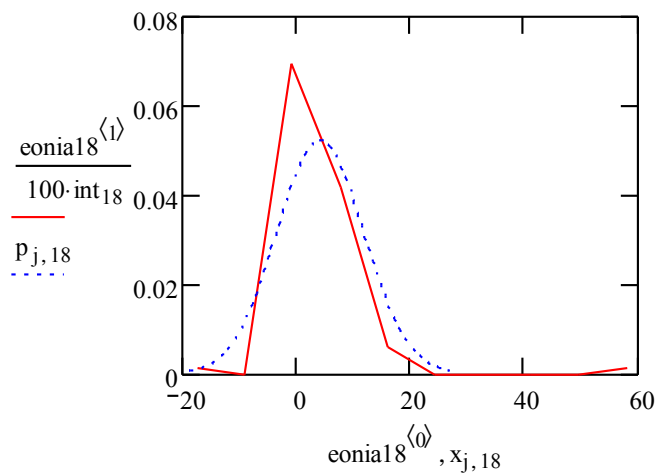


График 56. EONIA, 18 месяцев

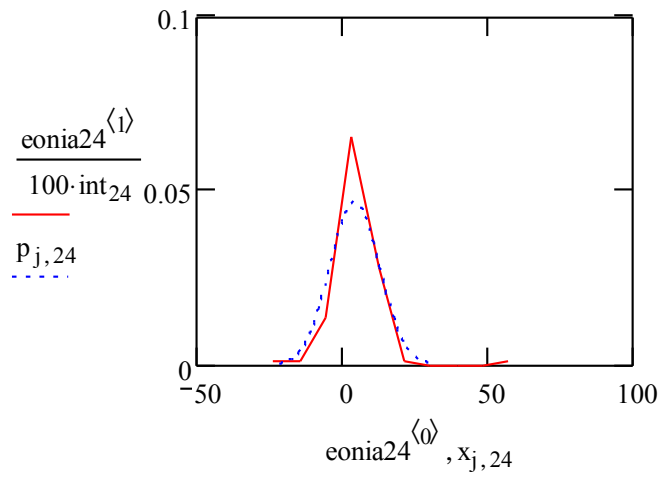


График 57. EONIA, 24 месяца

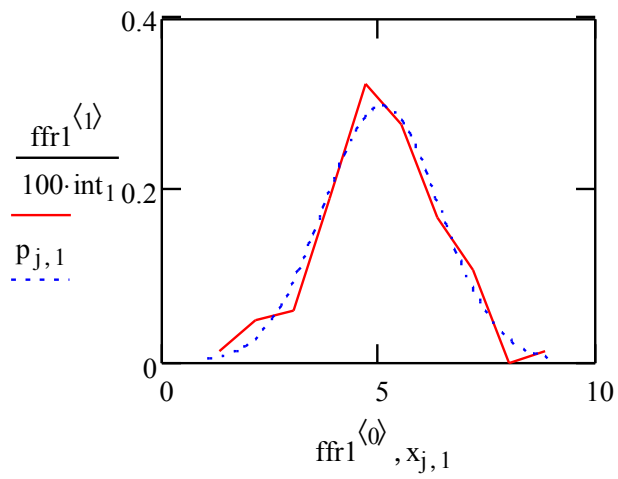


График 58. FFR, 1 месяца

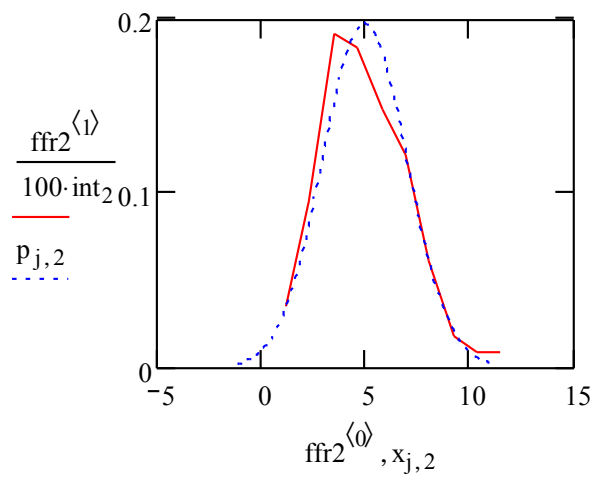


График 59. FFR, 2 месяца

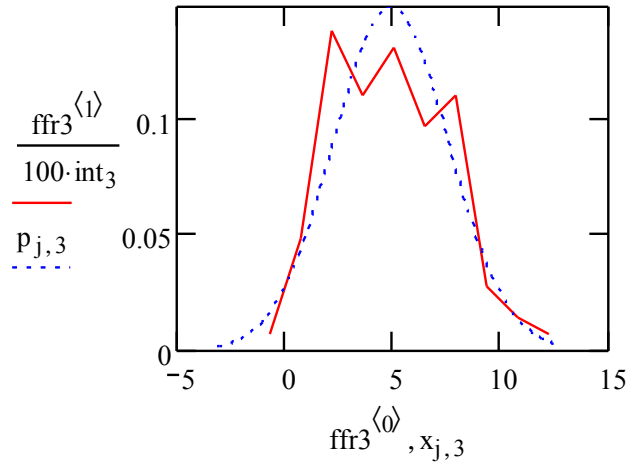


График 60. FFR, 3 месяца

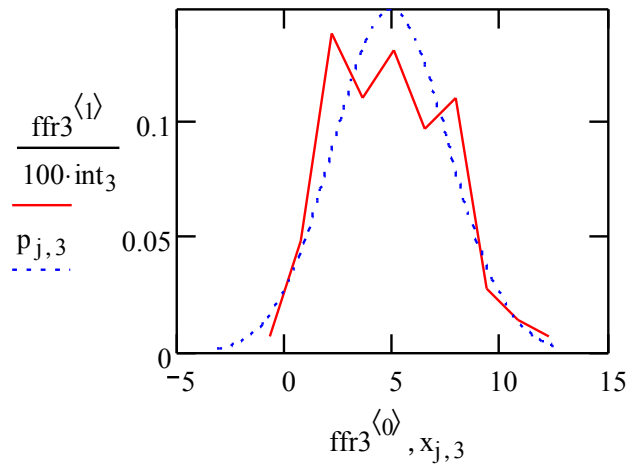


График 61. FFR, 4 месяца

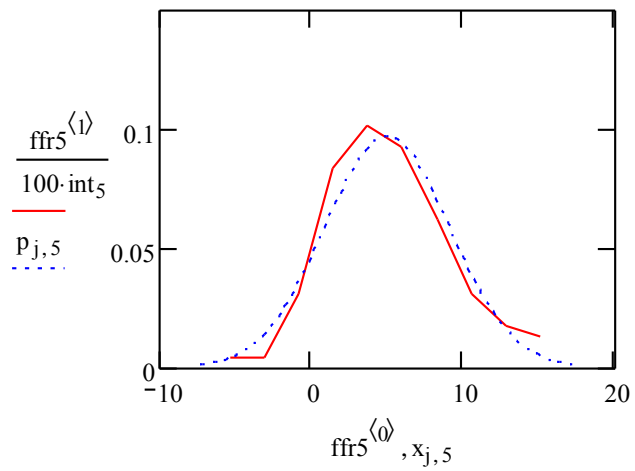


График 62. FFR, 5 месяца

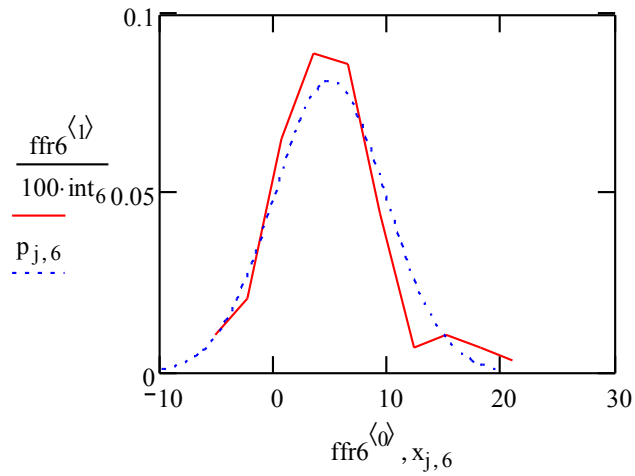


График 63. FFR, 6 месяцев

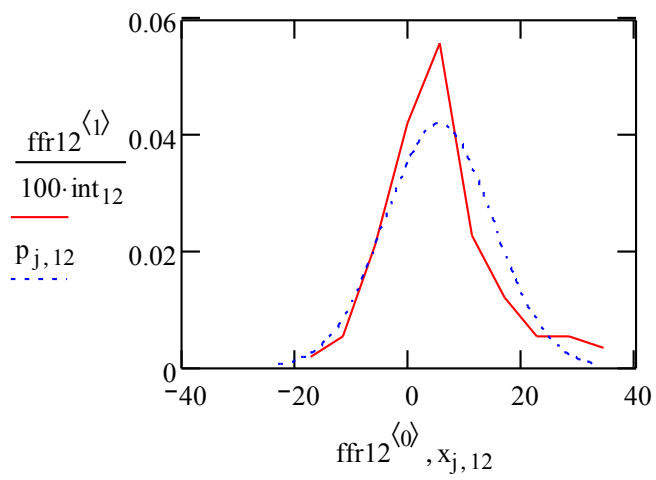


График 64. FFR, 12 месяцев

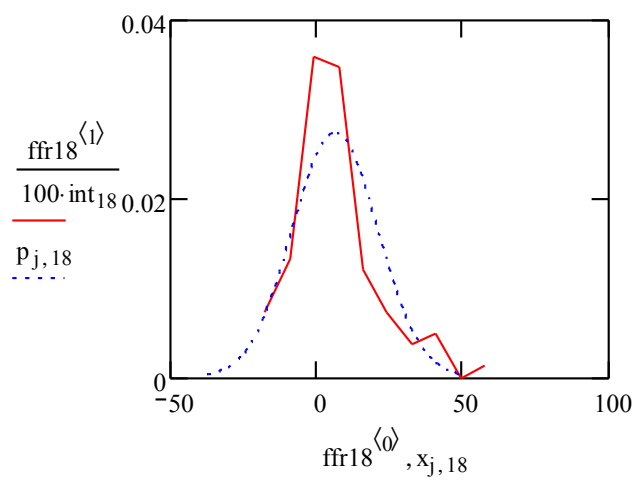


График 65. FFR, 18 месяцев

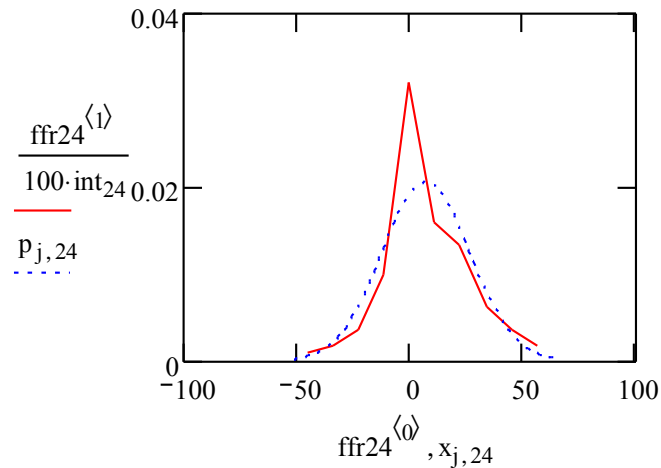


График 66. FFR, 24 месяца

Приложение 2. Стационарность и единичные корни. Краткие сведения

Стационарность стохастического процесса подразумевает, что вариации и автоковариации конечны и независимы от времени. Можно легко показать, что МА процессы конечного порядка является стационарным по построению, поскольку они соответствуют взвешенной сумме фиксированного количества стационарных процессов белого шума. Конечно, этот результат нарушается, если позволить коэффициентам МА изменяться во времени, как например, в следующей модели:

$$y_t = \varepsilon_t + g(t)\varepsilon_{t-1}$$

Где $g(t)$ – некоторая детерминистическая функция t . В этом случае мы имеем:

$$E\{y_t^2\} = \sigma^2 + g^2(t)\sigma^2$$

Которое не является независимым от t . Следовательно описанный выше процесс нестационарен.

Стационарность авторегрессионных или *ARMA* процессов менее тривиальна. Например, рассмотрим авторегрессионный процесс первого порядка:

$$y_t = \theta y_{t-1} + \varepsilon_t$$

с параметром $\theta = 1$. Взятие дисперсий от обеих частей $V\{y_t\} = V\{y_{t-1}\} + \sigma^2$, имеет бесконечное множество решений, если $\sigma^2 = 0$, в противном случае решений нет (т.к. процесс стационарен). Описанный процесс является авторегрессионным процессом первого порядка с единичным корнем ($\theta = 1$), чаще всего такой процесс называют «случайным блужданием». Безусловная вероятность \mathcal{Y}_y не существует, т.е. бесконечна, и процесс нестационарен. Фактически для любого значения параметра $|\theta| \geq 1$ рассмотренный процесс является нестационарным.

Полученные результаты можно формализовать следующим образом. Процесс *AR(1)* является стационарным тогда и только тогда, когда многочлен $1 - \theta L$ обратим, т.е. когда корень характеристического уравнения $1 - \theta z = 0$ больше единицы. Результат легко обобщается на модели *ARMA*. Модель *ARMA(p,q)*

$$\theta(L)y_t = \alpha(L)\varepsilon_t$$

соответствует стационарному процессу тогда и только тогда, когда решения z_1, \dots, z_p $\theta(z) = 0$ больше единицы по абсолютному значению. Например, процесс *ARMA(2,1)* задаваемый:

$$y_t = 1.2y_{t-1} - 0.2y_{t-2} + \varepsilon_t - 0.5\varepsilon_{t-1}$$

не является стационарным, поскольку $z=1$ – это корень $1 - 1.2z + 0.2z^2 = 0$.

Особая ситуация, заслуживающий отдельного внимания, возникает тогда, когда один корень в точности равен единице, а остальные корни больше единицы. В таком случае процесс y_t может быть записан так:

$$\theta^*(L)(1-L)y_t = \theta^*(L)\Delta y_t = \alpha(L)\varepsilon_t$$

где $\theta^*(L)$ - обратимый многочлен в L порядка $p-1$, а $\Delta \equiv 1-L$ - это оператор первых разностей. Поскольку корни авторегрессионного многочлена являются решениями $\theta^*(z)(1-z) = 0$, одно из решений - это $z=1$, т.е. единичный корень. Приведенное выше уравнение таким образом показывает, что Δy_t могут быть описаны стационарным *ARMA* процессом, если процесс y_t имеет один единичный корень. Следовательно, мы можем избавиться от нестационарности, преобразовав серию абсолютных величин в серию приростов. Запись процесса y_t в виде

$$(1-0.2L)(1-L)y_t = (1-0.5L)\varepsilon_t$$

показывает, что Δy_t описывается стационарным процессом *ARMA*(1,1):

$$\Delta y_t = 0.2\Delta y_{t-1} + \varepsilon_t - 0.5\varepsilon_{t-1}$$

Временной ряд, который становится стационарным после взятия первой разности, называется интегрированным первого порядка и обозначается $I(1)$.

Переход к приростам часто трансформирует нестационарный временной ряд в стационарный. В особенности это характерно для экономических переменных и их натуральных логарифмов. Следует заметить, что *AR* многочлен должен иметь *в точности* единичный корень. Если истинной является модель *AR*(1) с $\theta = 1.01$, мы получаем $\Delta y_t = 0.01y_{t-1} + \varepsilon_t$, что не является стационарным процессом, поскольку зависит от нестационарного процесса y_t . Следовательно, процесс *AR*(1) с $\theta = 1.01$ не является интегрированным первого порядка.

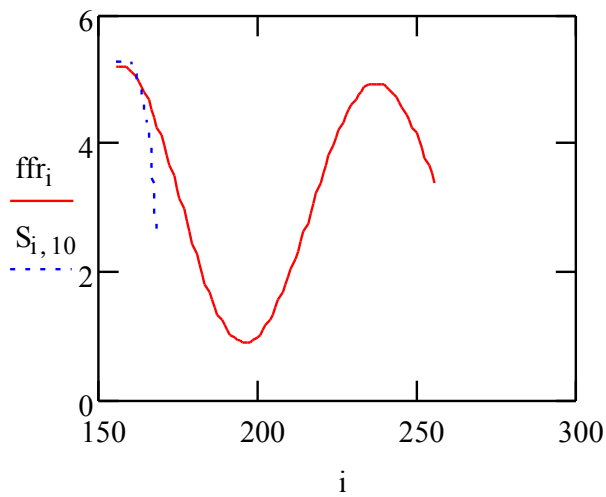
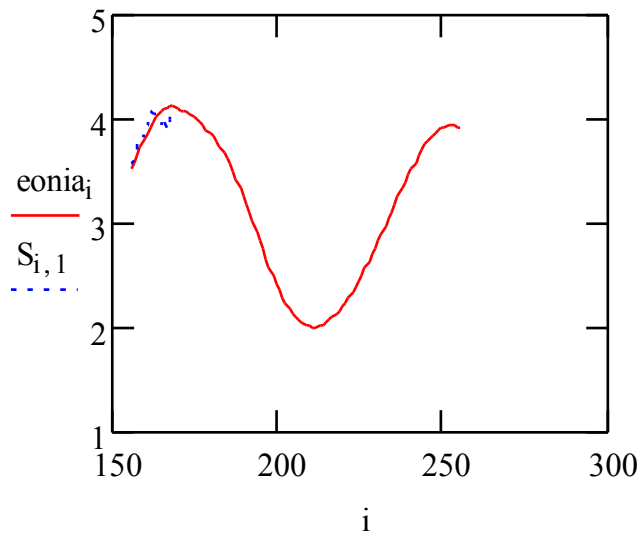
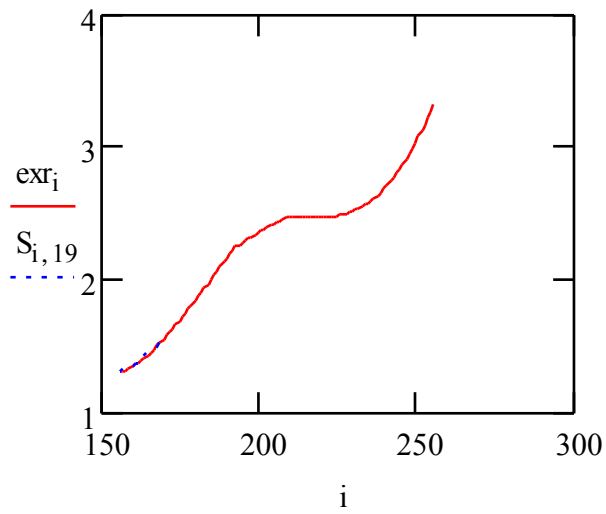
В некоторых случаях взятия первых разностей недостаточно, и взятие разностей требуется снова. В этом случае стационарный ряд задается так: $\Delta(\Delta Y_t) = \Delta Y_t - \Delta Y_{t-1}$, что соответствует изменению темпов роста в случае логарифмических переменных. Такой временной ряд называется интегрированным второго порядка, $I(2)$, и должен иметь два единичных корня.

В долгосрочном периоде различие между ситуацией, когда ряд имеет в точности единичный корень, и ситуацией, когда корень чуть больше единицы, зачастую бывает удивительно сильным. Это различие соответствует отличию свойств рядов $I(1)$ и $I(0)$. Как правило, ряд $I(0)$ колеблется вокруг своего среднего значения, имеет ограниченную дисперсию, которая не зависит от времени, а у ряда $I(1)$ амплитуда колебаний значительна. Помимо этого, $I(0)$ ряд имеет ограниченную память прошлого поведения (т.е. эффект от случайных шоков системы со временем сходит на нет), а процесс $I(1)$ имеет бесконечную память (т.е. шоки имеют постоянное воздействие на систему).

Приложение 3. 1% и 5% критические значения для тестов Дики-Фуллера

| Размер выборки | Без тренда | | С трендом | |
|----------------|------------|-------|-----------|-------|
| | 1% | 5% | 1% | 5% |
| T=25 | -3.75 | -3.00 | -4.38 | -3.60 |
| T=50 | -3.58 | -2.93 | -4.15 | -3.50 |
| T=100 | -3.51 | -2.89 | -4.04 | -3.45 |
| T=250 | -3.46 | -2.88 | -3.99 | -3.43 |
| T=500 | -3.44 | -2.87 | -3.98 | -3.42 |
| T=∞ | -3.43 | -2.86 | -3.96 | -3.41 |

Приложение 4. Долгосрочная динамика саморазвивающейся системы.



Приложение 5. Генерирование стохастического прогноза

Список литературы

1. Dornbusch, Rudiger .1976. “Expextations and Exchange Rate Dynamics”. Journal of Political Economy 84
2. Mussa, Michael. 1982. “A Model of Exchange Rate Dynamics”, Journal of Political Economy, 90(1)
3. Obstfeld, Maurice. 1985. “Floating Exchange Rates: Experience and Prospects”. Brookings Papers on Economic Activity 2
4. Obstfeld, Maurice and Kenneth Rogoff. 1995. “Exchange Rate Dynamics Redux”. Journal of Political Economy 103.
5. Mark, Nelson. 2005. “Changing Monetary Policy Rules, Learning and Real Exchange Rate Dynamics”. NBER Working Paper No. 11061
6. “Board of Governors of the Federal Reserve System, 2005. The Federal Reserve System: Purposes and Functions”. www.federalreserve.gov
7. ЕЦБ, 2004. «Денежно-кредитная политика ЕЦБ». www.ecb.int
8. Oraphnides, Athanasios, 2007. “Taylor Rules”, FEDS Working Paper, Federal Reserve Board, Washington D.C.
9. Simons, H.C. 1936. Rules vs Authorities in Monetary Policy. Journal of PoliticalEconomy 44(1),
10. Friedman, Milton, 1960. A Program for Monetary Stability. New York: FordhamUniversity Press.
11. McCallum, B.T., 1988. Robustness Properties of a Rule for Monetary Policy. Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy 29, Autumn
12. McCallum, B.T., 1993. Specification and Analysis of a Monetary Policy Rule forJapan. Bank of Japan Monetary and Economic Studies, November
13. Carlstrom, Charles and Fuerst, Timothy, 2003. “The Taylor Rule: A Guidepost for Monetary Policy?”. Federal Reserve Bank of Cleveland
14. Mehra, Yash, 1999. “A Forward-Looking Monetary Policy Reaction Function”, Federal Reserve Bank of Richmond Economic Quarterly Volume 85/2
15. Stock, James and Watson, Mark. 2001. “Vector Autoregressions”, Journal of Economic Perspectives, 15/4
16. Taylor, John B., 2001. “[The Role of the Exchange Rate in Monetary-Policy Rules. American Economic Review](#)”, American Economic Association, vol. 91(2)
17. Taylor, John B., 1993. “[Discretion versus policy rules in practice. Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy](#)”, Elsevier, vol. 39
18. Belke, Ansgar and Polleit, Thorsten. 2006. “How the ECB and the US Fed Set Interest Rates”, forthcoming in: Applied Economics
19. Meese, R. and K. Rogoff (1983a), Empirical exchange rate models of the seventies: Do they fit out of sample?, *Journal of International Economics*, 14, 3-24;
20. Meese, R. and K. Rogoff (1983b), The out-of-sample failure of empirical exchange rate models: Sampling error or misspecification?, *Exchange Rates and International Macroeconomics*, University of Chicago Press.
21. Bryant R., Hooper, P., and C. Mann (eds) (1993) *Evaluating Policy Regimes: New Research in Empirical Macroeconomics*, Brookings Institution