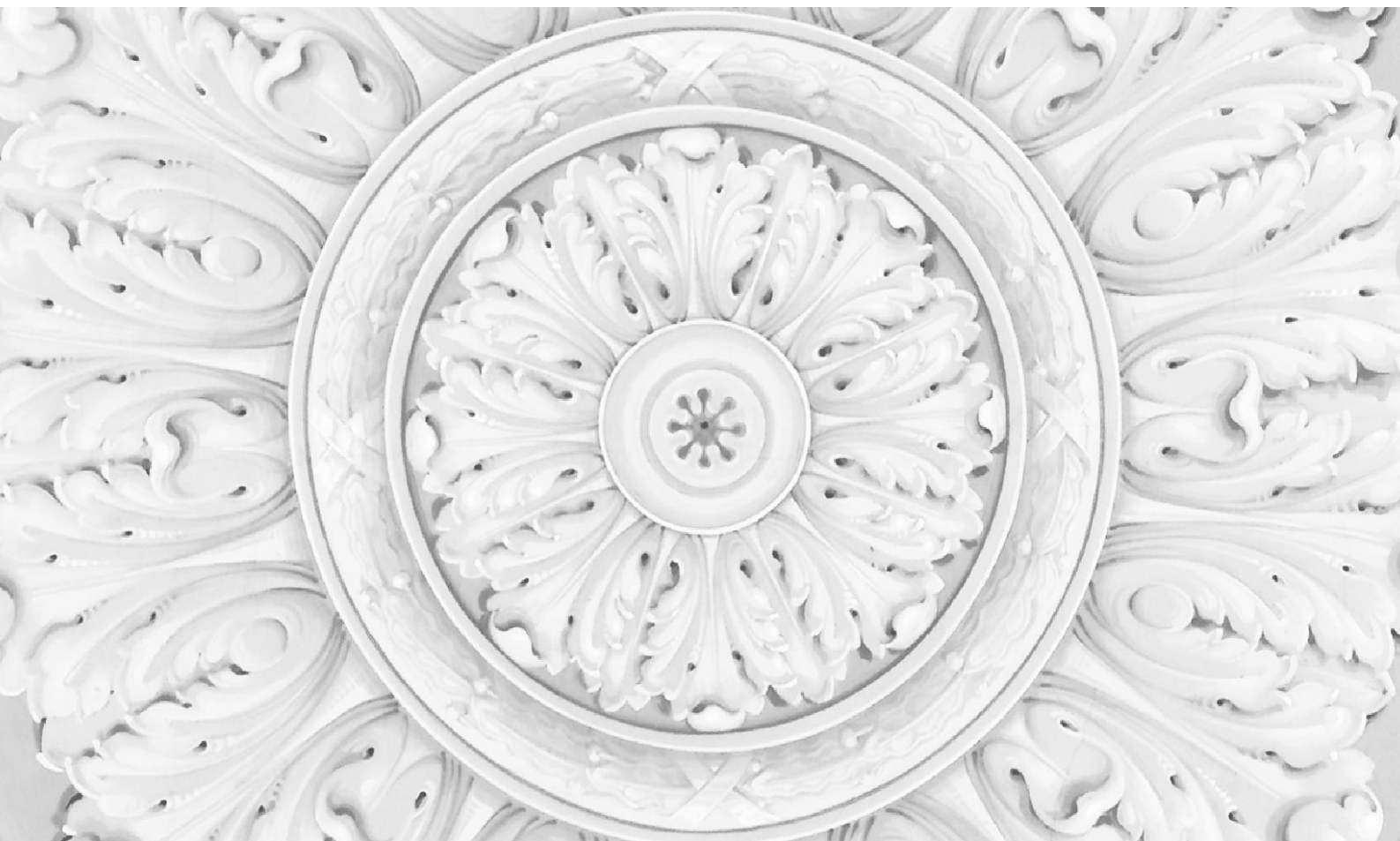




Банк России

Центральный банк Российской Федерации



**СЕРИЯ ДОКЛАДОВ
ОБ ЭКОНОМИЧЕСКИХ
ИССЛЕДОВАНИЯХ**

Дмитрий Крепцев
Алексей Поршаков
Сергей Селезнев
Андрей Синяков

Равновесная процентная ставка:
оценки для России

№13 / июнь 2016 г.

Дмитрий КрепцевБанк России. Email: kreptcevda@cbr.ru**Алексей Поршаков**Банк России. Email: Porshakovas@cbr.ru**Сергей Селезнев**Банк России. Email: seleznevsm@cbr.ru**Андрей Сinyaков**Банк России. Email: Sinyakovaa@cbr.ru

Авторы выражают благодарность Сергею Егиеву за участие в обсуждениях концепции равновесной ставки и подходов к её оценке. Ошибки и неточности принадлежат авторам.

© Банк России, 2015

Адрес ул. Неглинная, 12, Москва, 107016
Телефоны +7 495 771-91-00, +7 495 621-64-65 (факс)
Сайт www.cbr.ru

Все права защищены. Содержание настоящего Доклада (настоящих докладов) выражает личную позицию автора (авторов) и может не совпадать с официальной позицией Банка России. Банк России не несет ответственности за содержание Доклада (докладов). Любое воспроизводство представленных материалов допускается только с разрешения авторов.

Резюме

Мы оцениваем уровень равновесной процентной ставки в России в краткосрочной и в долгосрочной перспективе. Для этих целей мы сначала используем три условия для равновесия, которые на практике часто применяются по отдельности для нахождения равновесной ставки. Такие оценки оказываются очень чувствительными к неизвестным параметрам. Наименее зависящими от дополнительных суждений, сужающих возможный диапазон значений, являются оценки из паритета процентных ставок. Затем, для следования *строгому* определению равновесной ставки, мы рассматриваем эти три условия в общем равновесии в рамках разработанной нами модели для экономики России. В этой модели реального делового цикла сырьевой экономики с инвестициями мы изучаем реакцию равновесной ставки на изменение нефтяных цен, рост мировой ставки, рост «бережливости» потребителей. Ставки в краткосрочной и долгосрочной перспективе имеют очень большие доверительные интервалы (около +/-10пп). Эти расчеты мы дополняем вычислениями на панельных данных (для долгосрочного равновесия) и на основе полуструктурных методов (для текущего равновесия). Такие оценки тоже характеризуются высокой для практических целей степенью неопределенности. Итоговые точечные оценки короткой ставки в *долгосрочном равновесии* равны 1,0% в модели на панельных данных или 3,2% по процентному паритету. Точечная оценка *текущей равновесной* короткой процентной ставки из полуструктурных методов, получилась на уровне около 0,5%, она выросла с конца 2013 года на 2,5пп, а полученная из процентного паритета равна 2,7%. Неопределенность в оценке равновесных ставок по их *строгому определению* требует от центрального банка применения *робастных* правил денежной политики.

Ключевые слова: равновесная (естественная) процентная ставка, модель реального делового цикла с инвестициями, рост потенциального ВВП, непокрытый процентный паритет, малая открытая экономика страны экспортера сырья

JEL классификация: E32, E43, E52.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|-----|
| Введение | 5 |
| 1. Обзор литературы | 12 |
| 2. Равновесная ставка в краткосрочной и долгосрочной перспективе: частные равновесия | |
| 2.1. Равновесная ставка и рост потенциального ВВП | 15 |
| 2.2. Связь с мировой процентной ставкой | 18 |
| 2.3. Связь с производительностью капитала | 22 |
| 3. Равновесная процентная ставка в общем равновесии | 24 |
| 4. Полуструктурные эконометрические модели равновесной ставки | 29 |
| 4.1. Модель на панельных данных | 29 |
| 2.2. Полуструктурная модель Laubach&Williams | 31 |
| Заключение | 33 |
| Литература | 35 |
| Приложения 1-4 | 358 |

ВВЕДЕНИЕ

Равновесная процентная ставка¹, начиная с Woodford (1999), - неотъемлемый элемент всех макроэкономических моделей, используемых для принятия решений по денежно-кредитной политике. Несмотря на свою теоретическую значимость, в своей политике центральные банки не всегда публично ссылаются на это понятие². Это не позволяет внешнему наблюдателю понять роль в принятии решений о ключевой процентной ставке, которую центральные банки отводят сравнению фактической ставки с равновесной. Главная трудность для центральных банков – высокая неопределённость в измерении уровня равновесной процентной ставки³ (большие доверительные интервалы оценок), что справедливо и в отношении других ненаблюдаемых показателей, например, потенциального ВВП. Это касается и трудностей с выделением важных факторов, которые влияют на равновесную реальную ставку, в частности связанных с соотношением бизнес-цикла и финансового цикла, см. критику концепции равновесной ставки в Borio (2015).

В этой работе мы задаемся целью оценить уровень равновесной процентной ставки в России. Мы рассматриваем три определения равновесной процентной ставки. Для каждого из определений мы строим соответствующие им модели и пытаемся в этих моделях оценить уровень равновесной ставки в России.

Первое определение. Равновесной называется такой уровень процентной ставки, который установится в экономике в долгосрочной перспективе, т.е. после исчерпания действия всех шоков.

¹ Говоря про равновесную процентную ставку, обычно подразумевают реальную равновесную процентную ставку. «Реальность» процентной ставки означает, что процентная ставка существует даже в экономике без денег, просто как цена реальных ресурсов в долг. Это цена ресурсов, которые можно перенести из следующего периода в настоящий период. На практике, имея представление об уровне реальной ставки можно составить представление об уровне номинальной ставки. Номинальные переменные (инфляционные ожидания или цель по инфляции) потом просто добавляются к реальной равновесной ставке для понимания её уровня на практике:

$$i \stackrel{\text{def}}{=} r + \pi^e$$

где: i – номинальная процентная ставка, r – реальная процентная ставка, π – инфляционные ожидания (или инфляция).

² См. например, различную практику ФРС и ЕЦБ: очень активное использование Yellen, Janet (2015), “Normalizing Monetary Policy: Prospects and Perspectives,” Remarks at the conference on New Normal Monetary Policy, Federal Reserve Bank of San Francisco и полное игнорирование в заявлениях Председателя ЕЦБ Марио Драги, Introductory statement to the press conference, ECB, 2016

К ранним научным работам в этой сфере принадлежит, например, см. Amato, J., The role of the natural rate of interest in monetary policy, BIS working paper, 2005. К более поздним, Carlstrom and Charles T. and Timothy S. Fuerst (2016), “The Natural Rate of Interest in Taylor Rules,” Economic Commentary, No. 2016-01, Federal Reserve Bank of Cleveland.

³ См. Taylor, J., Wieland, V. Finding the Equilibrium Real Interest Rate in a Fog of Policy Deviations, 2016

Заметим, что измерить номинальную равновесную ставку может быть даже сложнее, чем реальную равновесную ставку из-за ненаблюдаемого на практике уровня инфляционных ожиданий, только если не предполагать, что ожидания закорены на цели центрального банка. При этом, из-за не наблюдаемости инфляционных ожиданий, даже измерение фактической реальной процентной ставки в экономике является не меньшей проблемой.

Второе определение. Равновесной называется такой уровень процентной ставки, который установился бы в экономике при гибких ценах, т.е. уровень, который соответствует нахождению выпуска на потенциальном уровне в каждый момент времени⁴. В реальной экономике из-за наличия ценовых жесткостей этот уровень не наблюдаем.

Третье определение: равновесной называется процентная ставка, получающаяся в полуструктурной модели при применении фильтров и характеризующая некий нециклический уровень ставок. Это определение является наиболее размытым, поэтому здесь мы будем определять равновесную ставку, как получающуюся из модели Lubach&Williams (2003), широко применяемой для фильтрации «равновесной» ставки.

Первое определение акцентирует внимание на долгосрочном периоде, когда экономика будет находиться в долгосрочном равновесии⁵ с инфляцией равной цели ЦБ и ВВП соответствующим потенциальному. Такая оценка будет служить ориентиром для процентных ставок в экономике в долгосрочном периоде. Второе определение рассматривает равновесную ставку в текущем периоде, когда ставка находится под влиянием различных реальных шоков, и может изменяться сразу после реализации этих шоков. В третьем определении так же рассматривается краткосрочный аспект⁶.

В литературе равновесную ставку по первому определению оценивают часто в частном равновесии. Это означает, что рассматриваются отдельно несколько ключевых условий, задающих *равновесие процентной ставки*. Но эти условия не рассматриваются все вместе - в общем равновесии. Некоторыми из таких условий являются три уравнения «отсутствия арбитража»:

- безразличие потребительского выбора между текущим и будущим потреблением (такой выбор влияет на объем сбережений и задает связь ставки и темпов роста потребления или потенциального ВВП),

и два условия, важные для определения формы этих сбережений:

- отсутствие арбитража между вложениями в финансовые активы (по некоторой процентной ставке) и в физический капитал,

- отсутствие арбитража между вложениями в отечественные и зарубежные финансовые активы – непокрытый паритет процентных ставок.

Уравнения, описывающие эти условия, затем оцениваются эконометрически или их структурные параметры просто калибруются (подбираются из других соображений). Полученные так «равновесные» процентные ставки не обязаны совпадать из-за неточности

⁴ Это определение тесно связано с определением потенциального выпуска и соответствует так называемому «естественному» потенциальному выпуску. См. Vetlov et al. (2011)

⁵ Далее под долгосрочным равновесием мы понимаем детерминистическое состояние равновесия для DSGE модели. При этом рассматривается только линейная модель и не учитываются эффекты высшего порядка.

⁶ Различие между определениями описывается в частности в Amato, J. (2005) и даже в публичных заявлениях ФРС, см. Yellen (2015) сноска 4.

оценок параметров или данных. Обеспечить их согласованность можно, например, построив модель общего равновесия, которая позволила бы понять механику сходимости процентных ставок из отдельных условий, и то, к какому равновесию они все вместе сходятся в итоге: какое из трех уравнений является в этом смысле главным?⁷ Важно, что рассматриваемые по отдельности оценки не обязаны соответствовать определениям равновесной ставки данным нами выше – это нужно помнить, когда сталкиваешься в литературе с такими оценками «равновесной» ставки. Как мы показываем в статье, лишь отдельно взятое первое условие – связь процентной ставки и темпов роста потенциального ВВП, удовлетворяет одному из определений (а именно, первому определению) равновесной процентной ставки⁸. Поэтому для оценки равновесной ставки в долгосрочной перспективе мы, прежде всего, обращаем внимание на это соотношение, и помимо его калибровки, оцениваем панельную регрессию связи процентных ставок и темпов роста подушевого ВВП, см., например, He, et al. (2015) или Hamilton, et al. (2015). Два других условия, рассматриваемые по отдельности, мы используем лишь для справки, с оговоркой, что на практике, оценки связи ставки и роста ВВП могут оказаться менее определенными, чем оценки из других условий, в частности из паритета процентных ставок.

Для оценки процентной ставки в *краткосрочной перспективе*, как правило, сразу рассматривают все три условия вместе – в общем равновесии в RBC (Real Business Cycles) моделях, см. Mendoza (1991) и Guo&Janko (2009), так как в краткосрочной перспективе важна переходная динамика, и иначе оказывается невозможно её определить.

Поэтому для оценки равновесной ставки в *краткосрочной* перспективе мы построили модель общего равновесия для России без ценовых жесткостей (с гибкими ценами) или RBC модель. В этой модели экономика обладает характерными чертами Российской экономики – является малой открытой экономикой экспортером сырья. Для наших целей мы рассмотрели трехсекторную структуру экономики в общем равновесии (для секторов добывающего энергоресурсы, производящего товары внутри страны и за границей) и учли накопление капитала (фирмы оптимальным образом определяют запас капитала и осуществляют инвестиции). Мы оценивали модель на российских статистических данных⁹. В этой модели нас интересовало не только восстановление уровня процентной ставки в краткосрочном равновесии, но и изучение переходной динамики процентной ставки – от одного долгосрочного равновесия к другому. Сам равновесный *долгосрочный* уровень мы

⁷ Ниже мы покажем, что в стандартных моделях общего равновесия малой открытой (сырьевой) экономики долгосрочная равновесная ставка определяется из первого условия, которое связывает уровень процентной ставки и темпы роста потенциального ВВП (точнее, темпы роста потребления).

⁸ Ставки из других двух условий должны сходиться к ставке, задаваемой первым условием.

⁹ Оценивается модель с ценовыми жесткостями, а затем параметры модели используются для модели без ценовых жесткостей.

оценили из других моделей, см. выше. Мы рассмотрели реакцию равновесной ставки на изменения трех видов:

1) рост коэффициента дисконтирования будущего (большая «бережливость»), с которым мы связываем рост доли старших возрастов и снижение доли молодежи в демографической структуре населения России;

2) рост мировой процентной ставки на 1пп.

3) снижение цены нефти на 10%;

Для оценки процентной ставки *по третьему определению* мы реплицировали один из самых цитируемых по этой теме фильтров – Lubach&Williams (2003, 2015) и тоже приводим соответствующие оценки. Эти оценки отражают оценку краткосрочной равновесной процентной ставки.

Наши основные результаты:

1. В *долгосрочной* перспективе в модели общего равновесия малой открытой сырьевой экономики с инвестициями равновесная ставка определяется «уравнением Эйлера», т. е. связью ставки с темпами роста потенциального ВВП. Так что, из трех условий «отсутствия арбитража» это условие оказывается «доминирующим» в определении долгосрочной ставки. Это стандартный результат в таких моделях.

2. Эконометрические оценки равновесной ставки в *долгосрочном периоде* из модели по панельным данным, связывающей короткую процентную ставку денежного рынка с темпами роста душевого ВВП и прочими переменными, имеют очень большие доверительные интервалы. Текущая точечная оценка короткой равновесной ставки в *долгосрочной* перспективе равна 1,0% с 95-ти процентным доверительным интервалом равным [-10%; +12%] по данным для 30-ти развитых и развивающихся стран с 1970-го по 2014 год. Связь с темпами роста потенциального ВВП является значимой. Ускорение темпов роста потенциального ВВП на 1пп сопровождается ростом реальной ставки на 1,1пп, рост нормы сбережений на 1%ВВП связан со снижением ставки на 0,3пп, повышение открытости экономики (и в особенности её капитального счета) тоже снижает равновесную ставку (но эффект не робастен и зависит от спецификации). В развивающихся странах ставка более чувствительна к норме сбережений, чем в развитых, и незначимо коррелирована с ростом душевого ВВП, что, по нашему мнению, помимо возможных структурных сдвигов в оценках, может отражать несовершенство финансовых рынков, не позволяющих сглаживать потребление.

3. Точечные оценки «равновесной» процентной ставки в *долгосрочной перспективе* из трех условий отсутствия арбитража (полученные в частном равновесии) приводятся в таблице 1.

Таблица 1.

| | выбор «потребление-сбережения» | выбор «физический капитал-финансовые активы» | непокрытый процентный паритет |
|--|---|---|---|
| уровень (диапазон) долгосрочной ставки | ставка средняя ¹⁰ между депозитами и кредитами д/х 4,4-4,7%% без дополнительных предположений о параметрах 0,3-83,6%% | ставка средняя между депозитами и кредитами фирм 5,5-12,5%% | краткосрочная ставка денежного рынка 2,7-3,2% |

В долгосрочной перспективе уровень процентной ставки из трех отдельных условий различен: оценки по процентному паритету получаются ниже, чем ставки из условий, зависящих от внутриэкономических факторов. Причина этого отчасти в том, что в отличие от процентного паритета, рассчитанного для коротких ставок денежного рынка, ставки из двух других теоретических условий – это средние рублевые ставки по которым совершают депозитно-кредитные операции соответствующие агенты, домохозяйства и фирмы. Эти ставки дополнительно учитывают как премию за риск, так и премию за срочность (term premium), поэтому должны быть выше ставок денежного рынка¹¹, см. Wieland (2014). Мы показываем, что ставка из выбора «потребление-сбережения» ближе всего соответствует определению равновесной ставки в долгосрочной перспективе. Но, оценка оказывается очень чувствительной к значениям коэффициента дисконтирования, оценки которого имеют широкие доверительные интервалы. Если наши предположения о нем оказываются ошибочны, то диапазон из [4,4-4,7%%] превращается в [0,3-83,6%%]. Из-за доступности данных финансовых рынков, что улучшает качество оценки, оценку по процентному паритету мы используем для проверки диапазона возможных значений процентной ставки в *долгосрочном равновесии*¹². Равновесная короткая процентная ставка по процентному паритету в долгосрочной перспективе оценивается на уровне около 2,7%-3,2%, что укладывается в доверительный интервал оценки по панельным данным (см. пункт 2 выше) и диапазон оценок из выбора «потребление-сбережения». В итоге, с учетом точечной оценки по панельным данным получаем возможные значения для короткой ставки в будущем **{1,0%; 3,2%}**.

¹⁰ Из-за модельных предположений, мы не можем соотнести эту ставку ни с депозитной, ни с кредитной ставкой. Поэтому, мы интерпретируем её как среднюю между депозитами и кредитами, что, может быть, не совсем справедливо с модельной точки зрения.

¹¹ насколько выше, зависит от равновесного превышения реальной средней депозитно-кредитной ставки банков над реальной короткой ставкой денежного рынка. По оценкам средний в 2013-2014 гг. спред лиц по депозитам-кредитам физических лиц до года был равен около 7,5пп, для кредитов/депозитов нефинансовых предприятий сроком до года спред был равен 1,5пп. Но этот спред выражен в номинальных величинах, и не учитывает, например, премию за волатильность инфляции, которую трудно оценить. Из-за этого оценки реальной короткой ставки могут оказаться заниженными.

¹² Оценка из выбора «физический капитал-финансовые активы» тоже является очень чувствительной к калибруемым параметрам.

4. Оценки равновесной процентной ставки для России в *краткосрочной перспективе*, полученные из модели общего равновесия тоже имеют очень большие доверительные интервалы (более +/- 10пп для реальной равновесной короткой ставки денежного рынка). Точечная оценка краткосрочной равновесной ставки денежного рынка является очень волатильной, резко меняющейся, отрицательно и сильно коррелированной с динамикой цены нефти (реальный шок для экономики). Так, текущая равновесная реальная процентная ставка в общем равновесии оценивается на уровне 14% в третьем квартале 2015 года. А до снижения цены нефти, во втором квартале 2014 года она равнялась 4,5%, после чего в первом квартале 2015 года выросла до пика в 23%. Мы предлагаем не ориентироваться на её фактические уровни из-за высокой неопределённости в оценке уровня.

5. Отклонения от долгосрочного равновесия, связанные с изменением коэффициента дисконтирования, снижением цены нефти или ростом мирового процента имеют следующее влияние на равновесную ставку в краткосрочном и долгосрочном периодах в общем равновесии:

- рост коэффициента дисконтирования на 0,01пп (более бережливые потребители) приводит к снижению процентной ставки, росту запаса капитала, потребления и производства в долгосрочном равновесии. В краткосрочной перспективе процентная ставка «перелетает» вниз более низкое равновесное значение. Это происходит потому, что агенты, заботящиеся о будущем потреблении, активно сокращают свою задолженность и выплачивают внешний долг, что отражается и на снижении премии за риск в процентном паритете.

- рост процентной ставки в США на 1пп не оказывает влияния на процентную ставку в долгосрочном равновесии из-за выплат подорожавшего внешнего долга и компенсирующего снижения риск-премии, но в краткосрочном равновесии процентная ставка быстро снижается на 1,4пп, и так же быстро (основная подстройка проходит за два года) возвращается к своему уровню. Валютный курс в долгосрочном равновесии укрепляется на 2% за счет меньших выплат внешнего долга. Активная выплата долга в краткосрочной перспективе и снижение риск премии, временно занижая процентную ставку, создают стимулы для роста инвестиций в капитал (на пике рост по 3%гг относительно равновесного, но с быстро убывающим темпом после пика), и роста потребления (подогреваемых ожиданиями повышения ставки). В итоге, производство в первые пять лет после шока увеличивается на 0,5%.

- снижение цены нефти на 10% не меняет долгосрочную процентную ставку, так как процентная ставка определяется параметрами долгосрочного роста, а с ним ничего не происходит. При этом краткосрочная ставка перелетает долгосрочный уровень, прибавляя 3пп, так ставка реагирует на рост премии за риск из-за более низкой цены нефти, и на дефицит ресурсов для расходов из-за медленной адаптации потребления д/х к перманентно более низкому уровню цены нефти. В экономике на этапе перехода к долгосрочному рав-

новесию потребление снижается на 1,5%гг на пике, в долгосрочной перспективе оно снижается на 4%, равно как и инвестиции. Происходит ослабление реального валютного курса – в долгосрочном равновесии он оказывается слабее на 5%. Выпуск инвестиционных товаров краткосрочно сокращается почти на 4%, а выпуск потребительских товаров, конкурирующих с импортом, растет на 1%. В долгосрочной перспективе производство сокращается на 1пп. В моменте, темпы сокращения выпуска достигают 0,5%гг, но быстро замедляются. Импорт потребительских товаров снижается в долгосрочной перспективе на 8,5%, а экспорт несырьевых товаров растет на 3,5%.

6. Оценка *текущей равновесной процентной ставки* по кредитам предприятиям сроком до года (последняя точка – первый квартал 2016 года) в *полуструктурных* моделях оказалась на уровне около 3% (что соответствует короткой реальной ставке денежного рынка на уровне около 0,5%, при среднем с 2013 года спреде номинальных ставок по кредитам до года нефинансовым предприятиям к номинальной ставке MIACR денежного рынка, равном 2,5пп¹³). Фактические ставки в 2007 году и в 2011 году опустились ниже равновесных, что могло способствовать ускорению инфляции в эти эпизоды. Подобного, несмотря на рост инфляционных ожиданий, не наблюдалось в эпизод 2014 года, что могло сыграть положительную роль в последующем замедлении (последовательной, без эффекта базы) инфляции в 2015 году.

7. *Краткосрочная оценка короткой «равновесной»* реальной процентной ставки, получающаяся из процентного паритета, оказалась равной 2,7%. Оценка этим методом в общем случае не соответствует ни одному из определений равновесной ставки, но на практике иногда служит ориентиром для равновесной ставки (в частности, в квартальных прогнозных моделях, которые используются в некоторых центральных банках). Её плюсы в том, что оценку легко рассчитывать и интерпретировать.

Последующее изложение организовано следующим образом: В **главе 1** мы приводим обзор литературы, с описанием теоретических подходов к определению равновесной процентной ставки и результатами их эмпирической проверки. В **главе 2** мы рассматриваем ключевые для определения процентной ставки элементы модели общего равновесия – три уравнения «отсутствия арбитража». В **главе 3** мы оцениваем модель общего равновесия, получаем оценки равновесной ставки и анализируем реакцию ставки на изменения отдельных переменных или параметров (цен на нефть, мировой ставки, изменения субъективного дисконтфактора). В **главе 4** мы приводим оценки равновесной ставки в полуструктурных моделях, то есть по третьему определению и оценку равновесной ставки в модели на панельных данных. В **заключении** мы описываем основные результаты и выводы из нашего исследования.

¹³ Этот спред не учитывает премию за волатильность инфляции и в реальном выражении может быть еще ниже, а реальная равновесная ставка – выше.

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Обзор подходов к определению равновесной ставки на примере экономики США представлен в работах Woodford (2000), Amato, J. (2005), Laubach&Williams (2015), Pescatori&Turunen (2015), а эмпирические оценки равновесной процентной ставки (для большой группы стран) приводятся в работах Hamilton, et al. (2015). Доступное изложение определений и расчетов реальной процентной ставки отражено в Lundvall, Westermark (2011).

Равновесная процентная ставка, как ставка, соответствующая долгосрочному равновесию экономики (и целевой инфляции), то есть первому определению, исследуется в работах Fuentes&Gredig (2007), He, et al. (2015).

Модели оценивания процентной ставки в краткосрочном равновесии представлены моделями реального делового цикла (или неокейнсианскими моделями, но с отключенными номинальными жесткостями), см. Giammarioli, N. and Valla, N. (2004), Barsky et al. (2014), Curdia et al. (2015).

Оценки по третьему определению, которые, как правило, основаны на полуструктурном подходе, см. Laubach, Williams (2003, 2015),

Эмпирические оценки равновесных процентных ставок широко представлены в литературе: Kirker (2011), IMF World Economic outlook (2014), He, et al. (2015).

В моделях общего равновесия устанавливаются основные закономерности (уравнения, ограничения), которым подчиняется динамика процентных ставок (в том числе равновесных). В частности, из моделей общего равновесия получают, что равновесная процентная ставка удовлетворяет трем ограничениям (далее мы называем их условиями отсутствия арбитража):

1. равновесие потребительского выбора (Уравнение Эйлера)

Близкая к этому концепция определения реальной равновесной ставки основана на С-CAPM (см. Giammarioli, N. and Valla, N. (2004)). Эмпирическое оценивание содержится в He, et al. 2015, Fuentes&Gredig (2007)

$$r = \sigma g - \ln \beta \tag{1}$$

где: r – реальная процентная ставка, g – темп роста подушевого ВВП (доходов или потребления). σ – величина обратная эластичности межвременного замещения, β – субъективная норма межвременных предпочтений (коэффициент дисконтирования).

Основные предсказания этой модели на практике не находят однозначного подтверждения, см. Hamilton, et al. (2015), Kocherlakota (1996) and Mehra and Prescott (2003).

2. непокрытый паритет процентных ставок, см. применительно к экономике Чили в Fuentes&Gredig (2007), для Бразилии Perrelli, Roache (2014)

$$r = r^f + \Delta E[p_{t+1}] + risk_premia \quad (2)$$

Где: r^f – процентная ставка в иностранной валюте, используемая для арбитражных операций, $\Delta E[p_{t+1}]$ – ожидаемое ослабление реального валютного курса p , $risk_premia$ – премия за риск вложений в национальные активы.

3. Редко встречающееся условие (и только в моделях с инвестициями) задается требованием выравнивания доходности инвестиций в финансовые активы и в физический капитал. Это условие описывается уравнением, см. Hall and Jorgenson (1967) или Creedy&Gemmel (2015)¹⁴

$$r + \delta - (\Delta P_{capital} - \Delta P_{GDP}) = MPK \quad (3)$$

Где: MPK (Marginal Product of Capital) – предельный продукт физического капитала (в терминах реального ВВП), $r + \delta - (\Delta P_{capital} - \Delta P_{GDP})$ – стоимость затрат на единицу капитала (User cost of capital) в реальном выражении, $\Delta P_{capital} - \Delta P_{GDP}$ – изменение относительной цены физического капитала в терминах потребительского товара или дефлятора ВВП, δ – норма амортизации капитала за период.

В литературе широко представлены также дескриптивные модели равновесия предложения (сбережений) заемных денег (loanable funds) спросу на них (инвестиции), которые через факторы спроса и предложения исследуют цену заемных денег. Эти модели опираются на отдельные результаты различных теоретических моделей, и оценивают не уровень реальной процентной ставки, а скорее направление её изменения. Наиболее часто в модельных описаниях, см. Blanchard, et al (2014), IMF WEO (2014) процентная ставка зависит от факторов, определяющих национальные сбережения, инвестиции и отношение инвесторов к риску (относительный спрос на безопасные и рискованные активы).

Факторы сбережений при этом:

¹⁴ В формуле 3 иногда делают корректировки на налоги. В частности, из предельного продукта вычитается предельный налог на корпорации. При этом, однако, важно скорректировать на налоги и доход, получаемый по финансовым активам, т.е. необходимо вводить различие между процентной ставкой «до» и «после» налогообложения. Ниже, мы показываем, что учет налогообложения, с учетом разницы между ставками налогообложения процентных доходов и ставками корпоративного налога в России, почти не влияет на оценки равновесной ставки из условия равенства доходности физических и финансовых активов. Поэтому для упрощения, налогами в формуле мы пренебрегаем.

1. возрастная структура населения (сдвиги во межвременных предпочтениях). Возрастная структура оказывает влияние как на среднюю по экономике норму сбережения, так и на темпы роста потенциального выпуска (более молодые работники могут оказаться и более производительными из-за технологического прогресса). Рост нормы сбережения (преобладание средних возрастов) действует на понижение равновесной процентной ставки, см. Ikeda&Saito (2012).

2. более высокие темпы роста потенциального ВВП приводят к росту процентной ставки при прочих равных условиях. В основе этого влияния лежит мотив сглаживания потребления (желание индивидов иметь стабильный план потребления на всю жизнь, в результате чего дополнительные текущие доходы частично сберегаются) при ожиданиях, что в будущем доходы будут расти быстрее, чем росли ранее. Эта связь роста и ставки в теории задается уравнением Эйлера.

3. Рост долговой нагрузки и последующий делевереджинг, см. Eggertsson, Mehrotra (2014). Накопление долга сопровождается высоким спросом на сбережения, который в период делевереджинга сменяется ростом сбережений, обеспечивающих погашение долга. Связанное с этим сокращение спроса должно быть уравновешено снижением процентных ставок, что стимулирует потребление и инвестиции (снижение сбережений) за счет высвобождающихся в экономике ресурсов.

4. Фискальная политика. Бюджетные дефициты, как считается, приводят к росту процентной ставки так как, частному сектору экономики для инвестиций достается меньшая часть национальных сбережений. Такая логика является очень упрощенной и не учитывает в частности, что более мягкая бюджетная политика, влияет на доходы. В результате, совокупные сбережения в экономике могут не сократиться, а вырасти. Не учитывается так же и открытый характер современных экономик, их тесная связь с международным рынком капитала. Канал, который действительно важен для влияния бюджетной политики на процентные ставки, – оценка суверенного риска инвесторами, которая напрямую входит в определение процентной ставки по процентному паритету. Накопление государственного долга (особенно внешнего) положительно коррелирует с оценкой суверенного риска, см. Vi (2011)

5. Ограничения на потоки капитала (закрытие финансового счета). Ограничение доступа страны к глобальному пулу сбережений приводит к росту равновесных процентных ставок в экономике при прочих равных условиях.

Факторами инвестиций являются элементы *user cost (rental price) of capital*, отличные от процентных ставок: скорость амортизации капитала, скорость изменения цены инвестиционных товаров, и иногда налоги. Относительное удешевление инвестиционных товаров, например, из-за технического прогресса или смещения структуры экономики в сферу услуг,

меняет и спрос на инвестиции (возможно временно), что имеет эффект на равновесную процентную ставку.

Факторы премии за риск:

1. бюджетная политика. Основные суверенные риски обычно связаны с бюджетной политикой.

2. премия за волатильность инфляции

3. неопределенность экономической политики или цен на нефть

4. Степень несклонности к риску (equity premium)

Оценки глобальных равновесных ставок отражают ряд важных широко обсуждаемых глобальных тенденций см. IMF WEO (2014), Lubik&Matthes (2015):

- избыток глобальных сбережений (Savings glut) и тренд на снижение равновесных процентных ставок, начавшийся в 2000-ые,

- снижение относительной цены инвестиционных товаров,

- замедление роста потенциального ВВП, измеряемого как средний рост на большом промежутке времени, и положительную связь ставок и роста потенциального ВВП.

В следующей главе мы подробнее остановимся на моделировании реальной процентной ставки из трех описанных выше ключевых уравнений.

2. РАВНОВЕСНАЯ СТАВКА В КРАТКОСРОЧНОЙ И ДОЛГОСРОЧНОЙ ПЕРСПЕКТИВЕ: ЧАСТНЫЕ РАВНОВЕСИЯ

В этой главе мы опишем подробнее три условия отсутствия арбитража, определяющие равновесную процентную ставку в структурных моделях (в долгосрочном, и реже, в краткосрочном периоде). Получающаяся из этих условий процентная ставка – является равновесной лишь в смысле соответствия данному конкретному условию, поэтому может не отвечать данным выше определениям равновесной процентной ставки (за исключением, как мы покажем в следующей главе, связи процентной ставки и роста потенциального ВВП). Тем не менее, рассмотрение частных равновесий, во-первых, является данью традиции в прикладных исследованиях равновесных ставок, во-вторых, позволяет получить первое (back of envelope calculations) представление об их уровне и определить степень надежности таких оценок (по их чувствительности к изменению параметров).

2.1. РАВНОВЕСНАЯ СТАВКА И РОСТ ПОТЕНЦИАЛЬНОГО ВВП

Ключевое условие для определения равновесной процентной ставки - оптимальный выбор домохозяйств между текущим потреблением и будущим потреблением (сбережениями) или уравнение Эйлера¹⁵.

$$E\left[\frac{c_{t+1}}{c_t}\right]^{-\sigma} * \beta * (1 + r_t) = 1 \quad (4)$$

Где: c_t – уровень подушевого потребления экономики в текущем периоде, c_{t+1} – уровень подушевого потребления в следующем периоде, $E[*]$ – оператор математического ожидания, $0 < \beta < 1$ – норма межвременных предпочтений (коэффициент дисконтирования будущего), $\frac{1}{\sigma}$ – эластичность межвременного замещения.

Это уравнение задает предложение сбережений (финансовых активов) - чем выше ставка, тем меньше текущее потребление (выше его рост для заданного будущего потребления) и выше предложение ресурсов для инвестиций при прочих равных условиях. Интуиция за связью роста потребления и процентной ставки может быть и обратной: более высокий рост потребления означает, что завтрашнее потребление (доходы) будет выше текущего. Мотив сглаживания потребления (желание индивидов иметь стабильный план потребления на всю жизнь) приводит к тому, что растет спрос на потребление сегодня, когда доходы еще недостаточно большие. Это приводит к росту реальной процентной ставки через рост спроса на заемные ресурсы для сглаживания потребления. В итоге, устанавливается связь между долгосрочным ростом доходов (точнее, ростом потребления) и реальной процентной ставкой по депозитно-кредитным операциям домохозяйств – уравнение 1.

$$r = \sigma g - \ln \beta$$

где: g – темп подушевого роста экономики, σ – величина обратная эластичности межвременного замещения.

В литературе и на практике достаточно часто используют именно это соотношение для определения уровня равновесной процентной ставки. При этом важно учитывать ограничения этого подхода, некоторые из которых мы приводим ниже:

1) уравнение 1 является одним из условий, задающих равновесную ставку в общем равновесии, но не единственным условием. Для долгосрочного периода её действительно оказывается достаточно (ставка определяется параметрами роста потенциального ВВП - темпами изменения населения и технологического прогресса), но для понимания краткосрочной динамики равновесной ставки, после каких-либо шоков, необходимо рассматривать процентную ставку в общем равновесии. Действительно в краткосрочной перспективе,

¹⁵ Уравнение получено для функции полезности вида $U C = \frac{c^{1-\sigma}-1}{1-\sigma}$. Постановка задачи и её решение приводится в Barro, Sala-i-Martin, Economic growth, MIT Press, 1999 со стр. 61

в результате, например шока риск премии, и ограничений для накопления капитала, рост на траектории к новому равновесию может оказаться ограничен. Но, в новом равновесии в долгосрочной перспективе, процентная ставка будет задаваться уравнением 1.

2) формула предполагает, что индивиды сглаживают потребление. В частности, что финансовые рынки позволяют переносить потребление на будущее или занимать, то есть отсутствуют кредитные ограничения. В случае наличия кредитных ограничений ставка окажется выше, см. модель Krugman-Mehrotra (2014).

3) формула не учитывает эффекты бюджетной политики.

Мы откалибровали основные эластичности в формуле (1), что позволяет оценить равновесную ставку в долгосрочной перспективе для России. Калибровка параметров уравнений приведена в Таблице 2.

Таблица 2.

| параметр | значение | источник | комментарий |
|---------------------|------------------------|---|---|
| $\frac{1}{\sigma}$ | 4,167 1 | Khvostova et al. (2014) для России стандартная калибровка см. Christoffel, et al. (2008) | Эластичность межвременного замещения |
| β квартальная | 0,85-1,098 0,99 | 95% доверительный интервал Khvostova et al. (2014) для России стандартная калибровка см. Yogo (2005) | 95% доверительный интервал для субъективного дисконтфактора |

Наши оценки роста потенциального ВВП для России в модели роста подушевого ВВП приведены в приложении 1.

С учетом доверительного интервала для β по российским микроданным из Khvostova et al. (2014), и содержательного ограничения для $\beta \leq 1$, для этих оценок роста подушевого годового ВВП на уровне 1,2-2,6%, мы получаем диапазон для реальной ставки на уровне [0,3%;83,6%] годовых. Оценка равновесной ставки оказывается чрезвычайно чувствительной к оценке субъективного дисконт фактора. Используя коэффициент дисконтирования, наиболее часто использующийся в литературе, см. Yogo (2005), на уровне 0,99 за квартал, который попадает в доверительный интервал для оценок по российским данным за квартал, мы получим диапазон для процентной ставки (в зависимости от темпов роста экономики) вида [4,4%; 4,7%] годовых¹⁶.

¹⁶ Для справки, при условии использования параметра эластичности межвременного замещения на уровне единицы - стандартного значения в литературе (полученного не на данных по экономике России), то диапазон оценок для ставки оказывается равным [5,3%;6,8%] годовых. Мы не используем эту оценку, так как она оказывается вне 95% доверительного интервала для $1/\sigma$, полученного по российским данным.

В целом, неопределенность в оценке субъективного дисконтфактора существенно снижает практическую ценность этого метода¹⁷.

2.2. СВЯЗЬ С МИРОВОЙ ПРОЦЕНТНОЙ СТАВКОЙ

Равновесие спроса на отечественные и зарубежные финансовые активы или паритет процентных ставок определяется связью отечественного рынка активов и глобального рынка. Отклонение мировой процентной ставки от внутренней процентной ставки при прочих равных условиях будет означать движение (с некоторым лагом) глобальных ресурсов в страну или внутренних из страны.

Равновесная процентная ставка в рублях должна складываться из реальной равновесной ставки в долларах США¹⁸ такой же срочности, равновесной премии за суверенный риск, равновесного изменения реального валютного курса рубля к доллару. Рассмотрим каждый из этих компонент по отдельности для короткой ставки денежного рынка в России¹⁹.

А. Ставка в долларах США.

По оценкам²⁰ краткосрочная (Federal funds rate) равновесная реальная ставка в США оценивается в краткосрочной перспективе на уровне около нуля, в долгосрочной перспективе (после 2018 года) по оценкам, ожидается её повышение до 1,25%-1,5%. Годовая term premium оценивается ФРБ Нью-Йорка²¹ на уровне около 50бп – эта величина нужна, если происходит переход от коротких ставок денежного рынка к ставкам годовой длительности.

Б. равновесная премия за риск в краткосрочной и долгосрочной перспективе²².

Есть несколько способов оценить премию за суверенный риск России, важный при принятии инвестиционных решений о покупке российских активов.

¹⁷ Уточненные оценки дисконтфактора и эластичности межвременного замещения, например из DSGE модели или эконометрических расчетов, могут дать более точные оценки равновесной ставки, однако, для России есть проблема структурных сдвигов и короткой длиной выборки. В таких моделях оценки равновесной ставки будут являться в некоторой степени усреднением исторических данных, с рядом оговорок.

¹⁸ В паритете может рассматриваться и портфель иностранных валют, который, по линейности, может быть сведен к паритету с одной валютой (доллару США), что добавит в процентный паритет изменение валютных курсов этих валют к доллару США. Поэтому достаточно рассматривать паритет только с одной валютой.

¹⁹ Стоит повторить, что оцененные таким способом ставки, в краткосрочном периоде не имеют ничего общего с тремя определениями данным выше, а являются лишь иллюстрацией того, как такие оценки иногда осуществляются на практике. Эти оценки не несут особого смысла в контексте краткосрочных реальных равновесных ставок, но на практике используются как их ориентир.

²⁰ Выступление Председателя ФРС США Дж. Йеллен в экономическом клубе 29 марта 2016 года, где ей приводятся ссылки на последние оценки равновесной ставки в США.

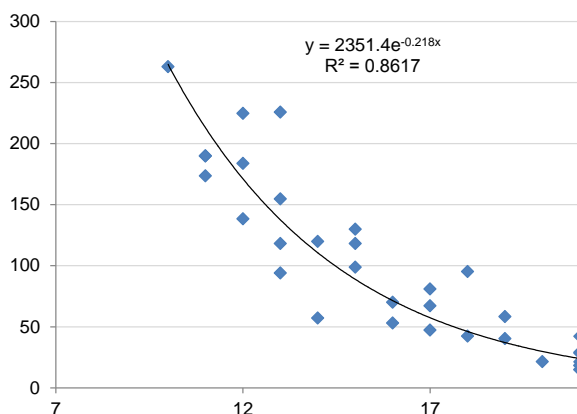
²¹ https://www.newyorkfed.org/research/data_indicators/term_premia.html

²² Риск-премию мы оцениваем на данных, характеризующих длинные ставки. Так как, риск-премия отличается от term-premium, это позволяет применять оценку риск-премии и к коротким ставкам.

Б.1. Оценки на основе CDS премии. CDS премия отражает платеж за страховку от дефолта по гособлигациям в базисных пунктах к номиналу²³. Для расчета премии за риск мы использовали две базы сравнения: CDS премию России к США и медианную CDS группы стран с аналогичным как у России кредитным рейтингом (долгосрочный рейтинг в иностранной валюте от Moody's) к медианному рейтингу группы стран с высшим кредитным рейтингом (в том числе США). В первом случае, премия за риск будет учитывать премию за специфические для России риски. Для расчетов мы использовали пятилетние CDS премии, которые, в отличие от однолетних премий, являются более ликвидным инструментом, хотя учитывают риски на пятилетнем горизонте, поэтому могут завышать риски и оценку равновесной ставки для короткого периода²⁴. Наши эконометрические оценки показывают, что средняя пятилетняя CDS премия для стран с сопоставимым с российским кредитным рейтингом (Ba1 по шкале Moody's) составляет 190 базисных пунктов к CDS премии стран с наивысшим кредитным рейтингом – см. рисунок 1. Учитывая, что долгосрочные кредитные рейтинги отражают долгосрочные тенденции при оценке рисков, указанную оценку можно считать оценкой долгосрочной риск премии, т.е. +190 базисных пунктов.

Премия за риск России, относительно США, до 2014 года, снижения цены нефти и негативных геополитических факторов, колебалась в диапазоне 100-200 базисных пунктов. В среднем 150 пунктов (чуть ниже полученных ранее +190 б.п.). С 2014 года среднее значение риск премии составило 300 базисных пунктов. Это значение можно рассматривать в качестве оценки краткосрочной риск премии.

Рисунок 1. CDS премия и долгосрочный кредитный рейтинг в иностранной валюте, Y: базисных пунктов, X: ранг рейтинга



По оси X: наивысший кредитный рейтинг, Aaa = 21, низший, C = 1
Источник: Блумберг

Рисунок 2. CDS премия России к США, базисных пунктов



Источник: Блумберг

²³ Отметим, что оценка как отношение стоимости CDS к номиналу не является строго математически верной оценкой риск-премии. Точная оценка достаточно сложна и зависит от многих факторов.

²⁴ с учётом разной премии за ликвидность у длинных и коротких CDS, различие в итоге не будет сильным

Б.2. Оценки на основе облигаций с защитой от инфляции, см.. Vomfim, A. N. (2001)

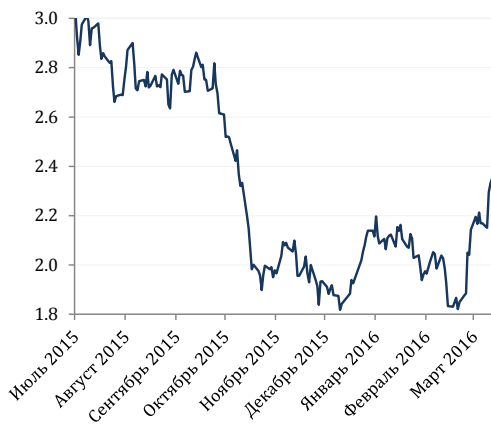
Оценки на основе семилетних облигаций с защитой от инфляции позволяют составить представление об инфляционных ожиданиях участников финансового рынка (в том числе о премии за волатильность инфляции), и о закладываемой участниками рынка реальной доходности облигаций. Сравнение реальной процентной ставки облигаций с защитой от инфляции (TIPS) в России и США позволяет составить представление об ожидаемом участниками рынка изменении реального валютного курса и премии за суверенный риск – см. рисунок 3.

Спред, составлявший в середине 2015 года около 3пп, снизился в октябре 2015 года до 2,0пп на фоне ослабления рубля и ожидавшегося повышения ставок ФРС. Затем в январе на фоне ослабления рубля (корректирующих ожидания дальнейшего ослабления с точки зрения процентного паритета) и ожиданиях более умеренного роста ставок ФРС, спред вырос. Рост продолжился в марте, отражая ожидания более умеренной нормализации денежной политики ФРС США и фактическое укрепление рубля (меньшее укрепление в ожиданиях). С октября 2015 года спред колебался в диапазоне 1,8-2,2пп, что с учетом длительного срока до погашения представляет долгосрочную оценку премии за риск (с учетом ожидаемого изменения реального валютного курса на горизонте семи лет). Итак, в этом случае, мы получаем оценку финансовых рынков как премии за риск, так и изменения реального валютного курса на рассматриваемом горизонте.

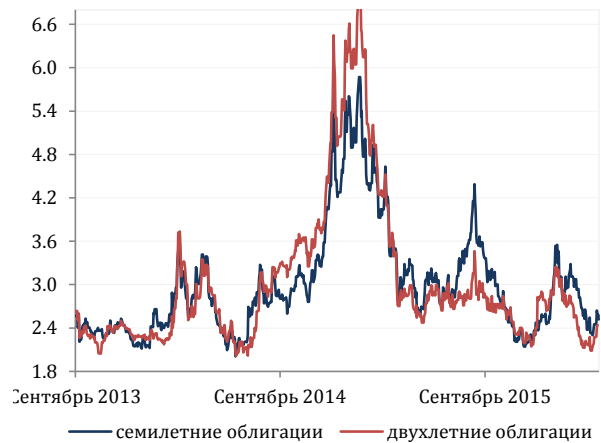
Б.3. Оценки на основе спреда доходностей суверенных еврооблигаций России и гособлигаций США с одинаковым сроком до погашения. Этот спред так же будет учитывать премию за ликвидность (liquidity premium). Для ликвидного выпуска еврооблигаций России с погашением в 2023 году спред к доходности до погашения гособлигации США с аналогичным сроком, в среднем с 2013 года составил 3пп, без кризисного периода второй половины 2014 года – первой половины 2015 года он был равен 2,5пп – см. рисунок 4. В кризис 2014 года спред увеличивался до 6,5пп. Спред отражает премию за ликвидность на указанном горизонте. Аналогичный спред между *двухлетними* синтетическими облигациями так же приведен на рисунке 4, он демонстрирует похожую динамику оценки премии за риск (с учетом премии за ликвидность) – около 2,5-3пп.

Рисунок 3 Спред реальной доходности к погашению по облигациям с защитой от инфляции в России и США, пп

Рисунок 4. Спред доходности к погашению еврооблигаций России и облигаций США, пп



Источник: Блумберг



Источник: Блумберг

В. Равновесное изменение реального валютного курса

Последнее слагаемое для восстановления уровня реальной равновесной процентной ставки в России – поправка на ожидаемое рынком ослабление реального валютного курса. Эту оценку мы получили из “Bloomberg fx rate forecast model”. Плотность распределения *номинального* валютного курса рубля к доллару США в конце первого квартала 2017 года из волатильности fx-опционов позволяет получить ожидания динамики номинального валютного курса рубля. Поправка этой оценки на оценку дифференциала инфляции в России и США через год позволяет получить оценку ожидаемой динамики *реального* валютного курса. По этим оценкам, к концу первого квартала 2017 года укрепление реального курса рубля к доллару составит около 0,4%²⁵. Мы пренебрегаем этой величиной. В долгосрочной перспективе мы полагаем неизменность реального валютного курса (следуя неизменности мировой цены нефти).

В целом, для реальной *короткой* процентной ставки (ставки денежного рынка) в России с точки зрения отсутствия арбитража получаем – см. таблицу 3.

²⁵ Расчеты на основе Bloomberg fx rate forecast model: ослабление медианного номинального валютного курса к концу первого квартала 2017 года взятого по распределению ожиданий валютного курса относительно текущего уровня (31 мая 2016 года) равно 3,5%. С поправкой на накопленную с июня 2016 года к концу первого квартала 2017 года инфляцию, которая косвенно по ожиданиям Блумберг, составит около 5,5%, за вычетом ожидаемой за 10 месяцев инфляции в США на уровне около 1,7%, укрепление реального валютного курса за год к концу первого квартала 2017 года получается на уровне около 0,3пп, что в годовом выражении составит около 0,4пп.

Таблица 3. Составляющие реальной *короткой* равновесной процентной ставки из условия паритета процентных ставок.

| | уровень ре- альной ставки, % | равновесная реальная ставка в США, % | оценки премии за риск, пп | ожидаемое ослабление ре- ального валютно- го курса |
|------------------------------|------------------------------------|---|------------------------------|---|
| краткосрочная перспектива | 2,5-3,0 | 0 | 2,5-3,0 | 0 |
| долгосрочная перспектива | 2,7-3,5 | 1,2-1,5 | 1,5; 1,9; 2,0 | 0 |

В итоге, учитывая текущие более высокие уровни премии за риск равновесную реальную безарбитражную процентную ставку мы оцениваем на уровне около 2,7% - средняя из 2,5% и 3,0%. В долгосрочной перспективе она снизится за счет снижения премии за риск на 0,7-1,2пп, что будет компенсировано повышением безрисковой ставки в США. Учитывая ожидания участников рынка (данные Блумберг) о достижении инфляцией в России в конце второго квартала 2017 года уровня 6,8%, текущая равновесная номинальная процентная ставка в рублях получается на уровне 9,5%, а равновесная *короткая* ставка в долгосрочной перспективе оценивается нами на уровне около 6,7-7,5% (4% инфляции+2,7% или 3,5%). Для годовой равновесной ставки необходимо прибавить 0,5пп.

Возможность прямых оценок составляющих процентного паритета с одной стороны делает оценку равновесной процентной ставки этим методом более надежной, чем другими методами, но ряд допущений (касающихся оценки риск-премии и равновесного реального курса) не позволяют полностью полагаться на её точность.

2.3. СВЯЗЬ С ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ ФИЗИЧЕСКОГО КАПИТАЛА

Рассмотрим отсутствие арбитража (равновесный выбор) между инвестициями в реальные и финансовые активы. Процентная ставка должна уравнивать доходность инвестиций в финансовые и реальные активы. Представим себе индивида, который выбирает между приобретением реального актива (завода) и вложением в финансовый актив (покупка облигаций или депозит) сроком на один год. Доход от вложений в реальный актив будет складываться из стоимости продукта, который этот актив создаст с помощью дополнительной единицы капитала (Marginal productivity of capital или МПК) и перепродажной цены капитала через год за вычетом амортизируемой стоимости (потерь из-за физического износа) и налогов на капитал, см. например, Hall&Jorgenson (1967). Вложение на депозит принесет некоторый реальный процент r .

Условие отсутствия арбитража требует выполнения следующего соотношения – уравнение 3:

$$r + \delta - (\Delta P_{capital} - \Delta P_{GDP}) = MPK$$

Где выражение в левой части - это user cost of capital. Иными словами это соотношение указывает на то, что дополнительный продукт от увеличения запаса капитала на единицу (предельный продукт) должен равняться издержкам по приобретению этого дополнительного капитала (user cost of capital). Любые отклонения корректируются через запас капитала. Это уравнение задает спрос на инвестиции (спрос на капитал). Чем выше ставка, тем ниже спрос на реальный капитал.

Рост производительности капитала приводит к тому, что вложения в реальные активы становятся более выгодными, чем вложения в финансовые активы по той же ставке. Происходит переток ресурсов из финансовых в реальные активы, выравнивающий доходности двух видов активов. В общем равновесии, при прочих равных условиях, будет наблюдаться рост процентных ставок.

Из этого выражения следует выражение для равновесной процентной ставки²⁶:

$$r = MPK + (\Delta P_{capital} - \Delta P_{GDP}) - \delta \quad (6)$$

Для дальнейших расчетов текущей равновесной процентной ставки мы полагаем $\delta = 5\%$ за год, $(\Delta P_{capital} - \Delta P_{GDP})$ – разность темпов роста цен по дефлятору инвестиций и ВВП. Наибольшие трудности представляет оценивание предельной производительности капитала MPK. Наиболее простым решением этой проблемы в литературе является использование производственной функции Кобба-Дугласа, см. He, et al. (2015), для которой предельная производительность капитала оказывается равной:

$$MPK = \alpha * \frac{Y}{K} \quad (7)$$

Где: α – доля дохода капитала в ВВП, $\frac{Y}{K}$ – капиталотдача (отношение ВВП к запасу капитала). Для России $\frac{Y}{K}$ составляет в среднем за 2000-2014 гг. около 0,3-0,5 по разным оценкам запаса капитала, выполненным нами на основе данных Росстата, World KLEMS Russia и МВФ²⁷. Доля капитала в доходе около 0,35. В среднем с 2011 года происходило удорожание капитальных товаров с темпом +1% в год быстрее, чем конечных товаров. Ито-

²⁶ Мы оценили это соотношение и с поправкой на налоги. В качестве корпоративного налога для России мы использовали базу данных KPMG, в котором соответствующая ставка для России равна 20% <https://home.kpmg.com/xx/en/home/services/tax/tax-tools-and-resources/tax-rates-online/corporate-tax-rates-table.html>. Ставка налога на процентные доходы полагалась равной 35%. Учет налогов почти не повлиял на результаты оценивания.

²⁷ Расчет производился: 1. методом инвентаризации на основе данных Росстата об инвестициях в основной капитал в ценах 2008 года и нормы амортизации, зависящей от загрузки основного капитала (по данным Российского экономического барометра), которая, при средней за 2000-2014гг загрузке, полагалась равной 5% в год. 2. Данные World KLEMS Russia (<http://www.worldklems.net/data.htm>) включают показатель “capital services”, который как и данные Росстата могут быть использованы для оценки запаса капитала. 3. Данные МВФ по запросу из работы Russian Federation: selected Issues, IMF Country Report №14/176, 2014

го, получаем для процентной ставки диапазон значений [5,5%; 12,5%] годовых из-за различных оценок капиталотдачи в России.

Диапазон оценок $MPK - (\Delta P_{capital} - \Delta P_{GDP})$ для других стран приводится в Caselli&Feurer (2007). У России соответствующее значение равно 0,083-0,155 в зависимости от оценки запаса капитала, что оказывается внутри диапазона по 53 странам [0,07;0,23], но ближе к его нижней границе, соответствующей развитым странам.

В целом, оценка этим методом так же очень ненадежна из-за проблематичности оценивания предельного продукта капитала в экономике и нормы амортизации капитала.

3. РАВНОВЕСНАЯ ПРОЦЕНТНАЯ СТАВКА В ОБЩЕМ РАВНОВЕСИИ

В этой главе мы объединяем все три условия, определяющие величину реальной процентной ставки, посредством RBC модели общего равновесия. В приложении 2 мы приводим подробное описание этой модели для экономики России. Мы рассматриваем стандартную RBC модель малой открытой экономики. См. аналогичную модель, но без капитала в работе Крепцев-Селезнев (2016).

Важными чертами модели для России являются:

- учет структуры экономики и структурных сдвигов после реальных шоков (шока цен на нефть);

- учет процесса накопления капитала фирмами в условиях наличия издержек корректировки капитала (adjustment costs). Часто, аналогичные модели при оценке процентных ставок упускают накопление капитала, что «отключает» одно из условий определения равновесной ставки, см. Barsky (2014);

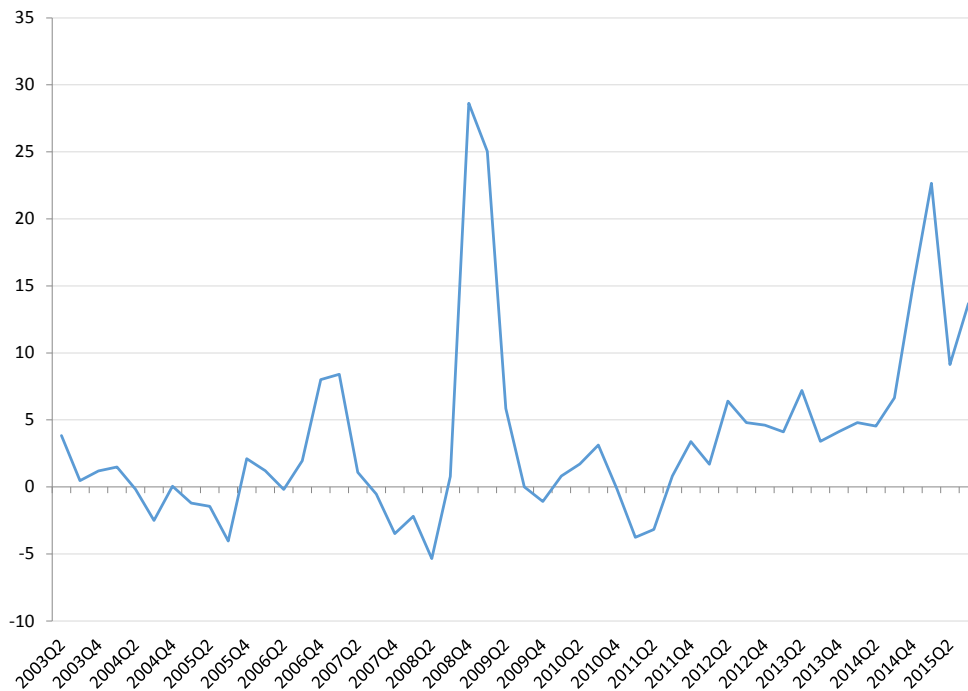
- учет оптимизации домохозяйствами не только своего потребления, но и числа отработанных часов, а так же учет привычек в потреблении;

- часть параметров модели оценивается на статистических данных на полной модели, в которой присутствуют ценовые жесткости и центральный банк. Для оценивания модели используются данные по реальному ВВП (как России, в том числе ВВП по расходам, так и мировой экономики), инфляции (в России и в странах торговых партнерах) и процентной ставке MIACR. Часть параметров калибруются, см. для этого Крепцев-Селезнев (2016).

Оценка текущей равновесной процентной ставки (по второму определению) в этой модели приводится на рисунке 5. Эта оценка является очень грубой и имеет большие доверительные интервалы (они не приведены на рисунке)²⁸.

²⁸ Большие доверительные интервалы получаются из-за того, что оценки параметров имеют неопределенность, а также ввиду неопределенности возникающей при применении фильтра Калмана для оценки ненаблюдаемых величин. Еще одна особенность оценок заключается в том, что мы рассматриваем линейную аппроксимацию и никак не ограничиваем сильно отрицательные процентные ставки.

Рисунок 5. Текущая равновесная реальная ставка денежного рынка (MIACR) в модели общего равновесия для России, % годовых



Для нас более важно в этой модели проанализировать реакцию равновесной реальной процентной ставки на следующие шоки:

1. Демографические изменения, связанные с ростом доли старших возрастов в демографической структуре, которому соответствует меньшее дисконтирование будущего – домохозяйства становятся более «бережливыми». Из-за трудностей в поиске соответствия между происходящими демографическими изменениями в России и их эффектом на коэффициент дисконтирования этот случай имеет скорее академический интерес. Мы рассматриваем рост годового коэффициента β в формуле аналогичной уравнению (4) на 0,01.

2. Рост уровня мировой процентной ставки на 1пп.

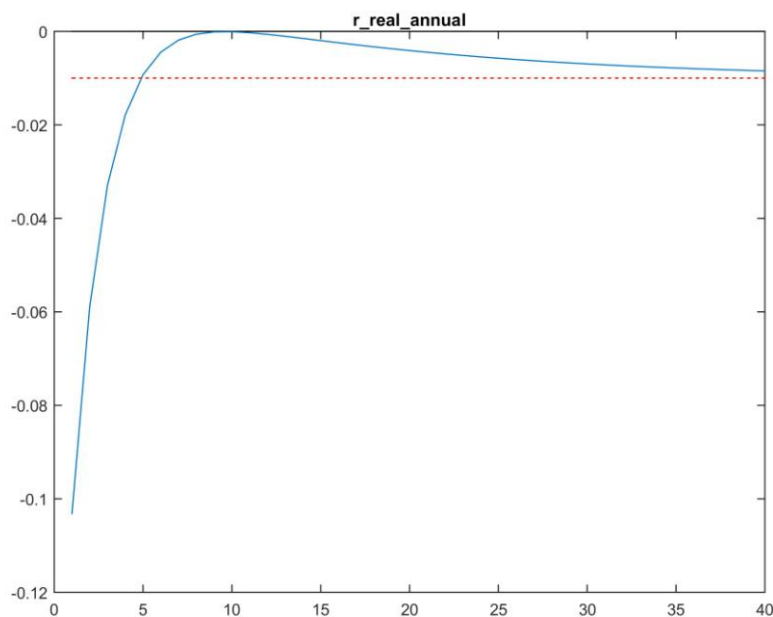
3. Снижение цены нефти на 10%.

Результаты по каждому из изменений, нарушающих долгосрочное равновесие, оказались следующими (см. так же рисунки в приложении 3):

1. **Повышение нормы межвременных предпочтений (рост коэффициента дисконтирования будущего на 0,01).** Подобный структурный сдвиг призван отразить изменение демографической структуры населения – снижение доли молодежи, сильно дисконтирующей свои будущие доходы («живущей одним днем» или impatience). Рост ценности будущего потребления приводит к снижению равновесной ставки в новом равновесии почти на 1пп (см. рисунок 6). Причем процентная ставка перелетает свое равновесное значение, снижаясь на 10пп. А затем монотонно растет.

Снижение равновесной ставки происходит из-за того, что домохозяйства начинают активно сокращать свою задолженность (накапливать сбережения), для обеспечения более высокого уровня будущего потребления, которое они теперь ценят больше. Процентная ставка оказывается на 10пп ниже нового долгосрочного равновесия. Впоследствии за год она вырастет к новому равновесию. Из-за меньшего долгосрочного уровня долга, будущее потребление оказывается выше на 10%. Этот уровень достигается за 10 лет. Реальный валютный курс в равновесии укрепляется на 7,5%. При переходе к новому равновесию фирмы накапливают капитал, используя преимущество текущих низких ставок и ожидая их роста. Темп роста ВВП из-за этого временно ускоряется на 2пп и затем постепенно снижается. В ответ на рост спроса на капитал цена капитальных товаров сразу растет, что частично нивелирует понижающий эффект на *user cost of capital* от более низких ставок. В ответ фирмы увеличивают импорт инвестиционных товаров. Сокращение уровня внешнего долга приводит к снижению премии за риск – это вместе с укреплением реального валютного курса обеспечивает выполнение условия отсутствия арбитража при более низких в долгосрочной перспективе процентных ставках.

Рисунок 6. Реакция равновесной ставки на более слабое дисконтирование будущего в долгосрочном равновесии и переходная к равновесию динамика.

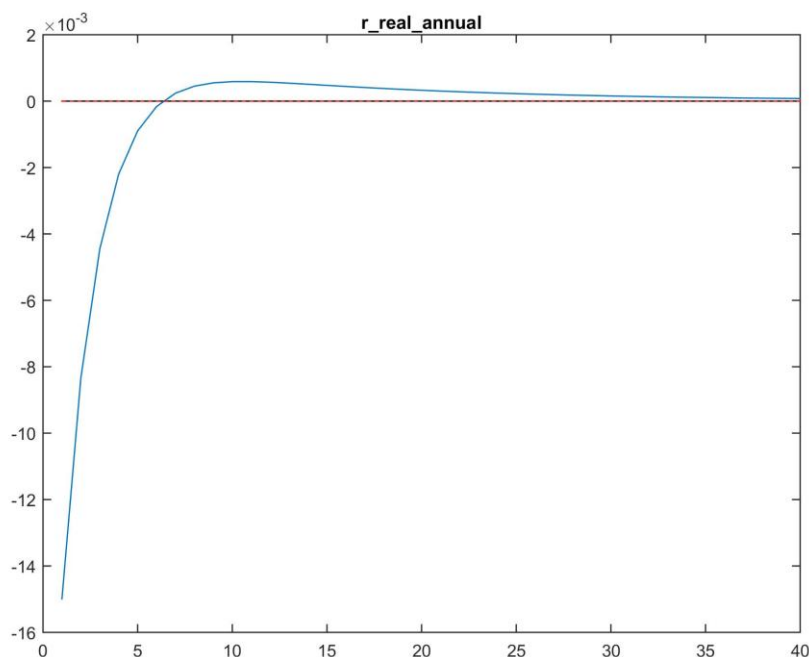


2. Рост мировой процентной ставки на 1пп не меняет долгосрочную реальную ставку в модели для России из-за компенсирующего рост мировой ставки снижения стра-

новой премии за риск²⁹. В краткосрочной перспективе равновесная ставка снижается на 1,4пп (перелетает вниз равновесный уровень) и затем за год возвращается к равновесному уровню – см. рисунок 7.

Снижение краткосрочной равновесной ставки происходит за счет быстрой выплаты внешнего долга, который оказывается очень дорогим из-за роста внешних ставок. Эта выплата внешнего долга сильно снижает премию за риск, таким образом, восстанавливая процентный паритет. Реальный валютный курс при этом постепенно укрепляется, на 2% крепче старого долгосрочного равновесия. Ожидания роста ставок при низких текущих ставках стимулируют рост потребления и инвестиций. Рост инвестиций на пике ускоряется до 3% к соответствующему кварталу предыдущего года, но быстро замедляется. Из-за временного периода более низких ставок экономика увеличивает объем выпуска (прирост ВВП с замедляющейся скоростью), который ускоряется на пике на 0,2пп в терминах YoY, так что за 10 лет его уровень прибавляет около 0,5пп.

Рисунок 7. Реакция равновесной ставки на рост мировой ставки на 1пп в долгосрочном равновесии и переходная к равновесию динамика.

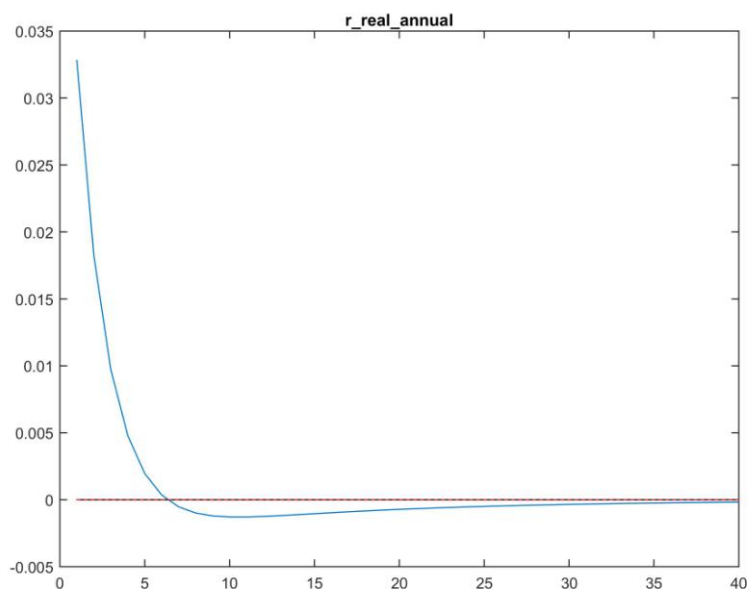


3. Снижение цены нефти на 10% в долгосрочной перспективе оставляет равновесную ставку без изменения, краткосрочно она растет на 3пп – см. рисунок 8.

²⁹ Этот результат в модели получается потому, что уровень долга является единственным фактором страновой премии за риск. Если суверенная премия оказывается менее чувствительной к уровню долга (или совсем нечувствительной), вероятно, ставка внутри страны вырастет, однако, в рамках рассматриваемой нами стандартной модели малой открытой экономики данный факт не может быть смоделирован ввиду ряда технических ограничений, подробнее, см Stephanie Schmitt-Grohe, Martin Uribe, Closing Small Open Economy Models, Journal of International Economics 61 (October 2003), 163-185.

В экономике на этапе перехода к долгосрочному равновесию сокращается потребление (минус 1,5%гг на пике), в долгосрочной перспективе оно снижается на 4%, равно как и инвестиции. Происходит ослабление реального валютного курса – в долгосрочном равновесии он оказывается слабее на 5%. Выпуск инвестиционных товаров краткосрочно сокращается почти на 4%, а выпуск потребительских товаров, конкурирующих с импортом, растет на 1%. В долгосрочной перспективе производство сокращается на 1пп. В моменте, темпы сокращения выпуска достигают 0,5%гг, но быстро замедляются, оставаясь в отрицательной области (см. приложение 3). Импорт потребительских товаров снижается в долгосрочной перспективе на 8,5%, а экспорт несырьевых товаров растет на 3,5%. Подстройка торгового баланса происходит очень быстро – в течение первого года после шока.

Рисунок 8. Реакция равновесной ставки на снижение нефтяных цен на 10% в долгосрочном равновесии и переходная к равновесию динамика.



4. ПОЛУСТРУКТУРНЫЕ ЭКОНОМЕТРИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ РАВНОВЕСНОЙ СТАВКИ

4.1. ОЦЕНКА ДОЛГОСРОЧНОГО РАВНОВЕСИЯ В ПАНЕЛЬНЫХ ДАННЫХ

Для эмпирической оценки равновесной процентной ставки в России в долгосрочном равновесии мы оценили часто используемую спецификацию, см. Hamilton, et al. (2015), He, et al. (2014) зависимости процентной ставки (в нашем случае, короткой ставки денежного рынка – см. описание данных в приложении 4) от темпов роста потенциального ВВП и других факторов:

$$r_{it} = c + \beta_1 g_{it} + \beta_2 s_{it} + \beta_3 KAopennes_{it} + \varepsilon_{it} \quad (8)$$

Где: r_{it} – реальная процентная ставка в стране i в период t , g_{it} – темп роста потенциального ВВП в стране i в период t , s_{it} – норма сбережений в стране i в период t , $KAopennes_{it}$ – показатель открытости экономики (капитального счета) или уровня финансового развития.

В такой спецификации мы фактически оцениваем уравнение Эйлера (уравнение 1), связывающее реальную ставку с темпами роста потенциального выпуска, субъективной нормой межвременных предпочтений (эффекты которых на ставку призвана отразить норма сбережений) и параметрами открытости экономики. Как следует из модели общего равновесия, которая учитывает далеко не все факторы равновесной ставки, долгосрочная равновесная ставка может меняться вследствие тех или иных шоков и приведенные выше факторы призваны учесть эти изменения. Выбор регрессоров, вероятно, может быть произведен и более тщательно. Здесь мы показываем лишь первые результаты для данного метода, основываясь на наиболее доступной для большого числа стран за длительный период статистике.

В качестве данных мы использовали усредненные за последовательные пять лет данные по 30 развитым и развивающимся странам с 1970–го по 2014 год (8 пятилеток). Такое усреднение призвано устранить влияние на оценки связанные с бизнес-циклом. Источники данных приведены в таблице в приложении 4. Реальная процентная ставка рассчитана как ex-post реальная ставка (альтернативные данные всемирного Банка оказались очень близкими). В качестве показателя тесноты связи с мировой экономикой и финансовыми рынками мы использовали индекс открытости капитального счета Chinn-Ito (2006)³⁰ регулярно рассчитываемый авторами индекса.

³⁰ Индекс по построению является стационарным, изменяется в выборке от -1,9 до +2,4

Для устранения проблемы эндогенности мы применили метод инструментальных переменных. В качестве инструментов для роста доходов использовался рост ВВП в предыдущий момент времени (пробовали так же в качестве инструмента для ВВП использовать показатель открытости капитального счета в предыдущий момент времени), инструментом для нормы сбережений стали доля населения в возрасте 15-65 лет и уровень текущего счета (в % к ВВП).

Результаты оценивания приведены в приложении 4. Оценки коэффициентов при подушевом росте ВВП и норме сбережений значимы. Из расчетов следует, что ускорение роста потенциального подушевого ВВП отражается в росте реальной ставки на 1,1пп при прочих равных условиях, рост нормы сбережений на 1пп соответствует снижению процентной ставки на 0,3пп.

В уравнение из приложения 4 мы подставляем данные для России, которые по нашим оценкам будут характеризовать экономическую динамику в следующие 5 лет. Рост подушевого ВВП в следующие пять лет мы оцениваем на уровне 1,9% (средняя между 1,2% и 2,6% из Приложения 1). Норму сбережения определяем с учетом её тенденции к медленному понижению, на уровне 28%, а значение индекса открытости капитального счета России на уровне 2013 года. В результате получаем оценку для равновесной короткой процентной ставки **на уровне 1,0% годовых**. 95-ти процентный доверительный интервал для этой оценки оказывается очень широким +12% до -10% годовых.

Мы так же сделали оценку модели не на полной выборке, включающей развитые и развивающиеся страны, а только на выборке по развивающимся странам (17 стран). В итоге, см. приложение 4, выросла чувствительность равновесной ставки к национальной норме сбережений, и стала статистически незначимой (даже на 10%) уровне реакция к росту ВВП. Оба отличия могут иметь содержательное объяснение: они могут быть связаны с несовершенством рынков и трудностями сглаживания потребления. Средний уровень ставки так же вырос на 0,5пп. В сумме, равновесная ставка при подстановке данных для России снизилась на 0,3пп. По-нашему мнению такая неустойчивость, возможно, связана с различной структурой экономики, которая не улавливается регрессорами. Даже из модели общего равновесия следует, что при разных коэффициентах дисконтирования получаются разные результаты. Более гибкие модели на панельных данных, такие как random slopes, возможно, дадут другие результаты.

4.2. ОЦЕНКА РАВНОВЕСНОЙ СТАВКИ, СООТВЕТСТВУЮЩЕЙ СТАБИЛЬНОЙ ИНФЛЯЦИИ: МОДЕЛЬ LAUBACH-WILLIAMS (2003)

В большинстве исследований равновесная реальная процентная ставка определяется как уровень процентной ставки, соответствующий инфляционно-нейтральной динамике выпуска (это определение также соответствует теории естественной ставки процента Кнута Викселя, “Wicksellian interest rate”) и, соответственно, нахождению ВВП на потенциальном уровне.

В работе Laubach, Williams (2003) с использованием фильтра Калмана авторами впервые был реализован комплексный модельный подход к одновременному вычислению уровня потенциального ВВП, темпа его роста и равновесной реальной процентной ставки и для экономики США. Указанный подход был воспроизведен нами на российских данных. Предложенная в Laubach, Williams (2003) авторами каноническая версия модели включает в себя три ключевых уравнения:

- кривая Филлипса (функция от ожиданий по инфляции и разрыва выпуска³¹),
- кривая совокупного спроса (функция от разрыва выпуска и отклонения реальной процентной ставки от естественного уровня в предыдущем квартале),
- уравнение нейтральной процентной ставки (зависимость от потенциального ВВП и прочих фундаментальных факторов, связанных с межвременными предпочтениями).

Оценка параметров модели проводилась на квартальных данных на выборке с первого квартала 2003 года – по первый квартал 2016 года (53 наблюдения).

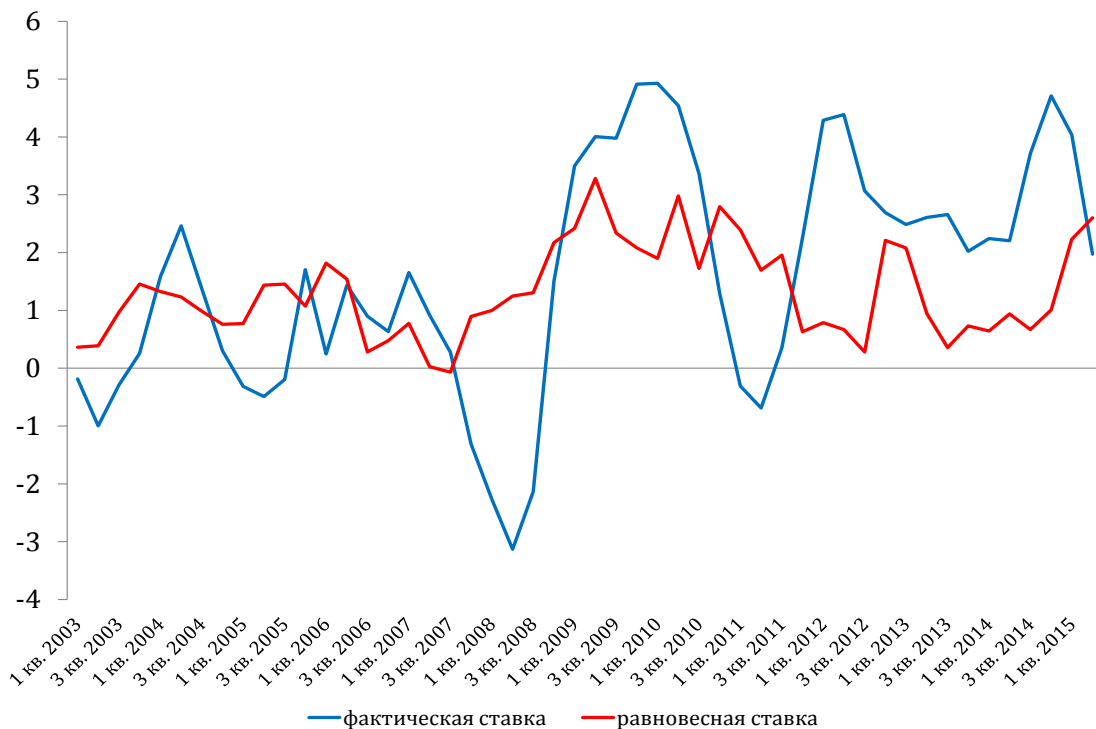
В качестве исходного показателя фактической реальной процентной ставки была использована краткосрочная ставка по кредитам нефинансовым организациям на срок до 1 года. Использование в расчетах краткосрочной ставки межбанковского кредитного рынка было во многом затруднено в силу того, что ставки рынка МБК в период высоких цен на нефть и хронического профицита ликвидности в банковской системе до кризиса 2008-2009 годов находились вблизи нижней границы процентного коридора Банка России, в связи с чем были существенно ниже ожидаемой инфляции. Сам по себе процентный коридор не играл той роли, которую он играет сегодня - волатильность ставок была гораздо выше, а динамика ставок определялась валютными интервенциями центрального банка.

Фактическая реальная процентная ставка была рассчитана с учетом динамики номинальной ставки и инфляционных ожиданий в каждый момент времени. Поскольку на ретроспективе в инфляционных ожиданиях субъектов российской экономики по объективным причинам (ЦБ не таргетировал инфляцию) преобладала адаптивная составляющая, при расчете ожидаемой инфляции нами был присвоен больший вес 75% текущей инфляции и

³¹ В ходе проведенных расчетов по модели Laubach, Williams (2003) на российских данных в уравнение кривой Филлипса также были добавлены показатели экспортных и импортных цен

сравнительно меньший вес 25% будущей инфляции (компонента рациональных ожиданий в соответствии с «идеальным предвидением»). Следует отметить, что указанная процедура вычисления инфляционных ожиданий слабо повлияла на результаты наших расчетов с точки зрения направления отклонений фактической реальной процентной ставки от равновесного уровня.

Рисунок 9. Фактическая и равновесная реальная процентная ставка по краткосрочным кредитам экономике (оценки фильтра Калмана по модели с потенциальным выпуском), % годовых



Важная общая черта таких оценок равновесной ставки – высокая неопределенность, для США например, от 200 до 250 базисных пунктов, см. Laubach and Williams (2003)).

Полученные оценки указывают на текущий уровень равновесной ставки по краткосрочным кредитам предприятиям равный 3%. Это с учетом средней за 2013-2014гг. спред к ставке денежного рынка, равный 2,5пп, указывает на равновесную ставку денежного рынка на уровне 0,5%. Этот спред однако является номинальным, то есть учитывает премию за волатильность инфляции, а потому занижает равновесную реальную короткую ставку.

С начала 2014 года равновесная ставка по кредитам выросла на 2,5пп.

Другое интересное наблюдение в том, что эпизоды ускорения инфляции в 2007 году и в 2011 году пришлись на нахождение фактической ставки ниже уровня равновесия. На этом

фоне политика Банка России в эпизод ускорения инфляции в 2014 году кардинально отличается.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наши основные выводы:

- оценки равновесной реальной ставки в России по строгому определению имеют малую практическую ценность из-за больших доверительных интервалов. Центральному банку приходится действовать в условиях большой неопределенности относительно ключевых структурных параметров экономики (это касается как реальной ставки, так и роста потенциального ВВП). Это имеет важные последствия, как для принимаемых решений, так и для коммуникации политики. В частности особую актуальность приобретает задача выработки *робастного* правила политики³².

- Ставки краткосрочного равновесия подвержены сильному и резкому изменению вслед за изменениями условий торговли, но не меняются в долгосрочной перспективе. Это означает, что для заданной ключевой ставки Центрального банка, степень жесткости денежной политики может измениться на противоположную в коротком интервале времени. Это ставит вопрос об оптимальной реакции центрального банка в такой ситуации: должна ли ключевая ставка тоже стать более *волатильной* и реагировать на краткосрочные шоки? Это вопрос для будущих исследований.

- Рост мировой процентной ставки в модели не влияет на долгосрочную процентную ставку, подстройка под более высокий уровень мировой ставки в общем равновесии происходит через делевереджинг и снижение премии за риск. В тех случаях, когда существуют ограничения для чувствительности премии за риск, модель рассматриваемого нами типа может не иметь решения.

- Расчеты на панельных данных (для долгосрочного равновесия) и на основе полуструктурных методов (для текущего равновесия) позволяют уточнить оценки равновесной ставки. Такие оценки тоже характеризуются высокой для практических целей степенью неопределенности. Итоговые точечные оценки короткой ставки в долгосрочном равновесии равны 1,0% в модели на панельных данных или 3,2% по процентному паритету, наименее зависящему от неизвестных параметров из трех частных условий. Точечная оценка текущей равновесной короткой процентной ставки из полуструктурных методов, получилась на уровне около 0,5%, а полученная из процентного паритета равна 2,7%.

³² См. Orphanides, A., Williams, J., Robust monetary policy rules with unknown natural rates, Brookings Papers on Economic Activity, Vol. 2002, No. 2 (2002), pp. 63-118

- Итоговые точечные оценки короткой равновесной ставки, для долгосрочного периода равны {1,0%; 3,2%}, а для краткосрочного периода {0,5%; 2,7%}.

- Учитывая ожидания рынка (данные Bloomberg) и центрального банка относительно инфляции через год (в июне 2017 года), 6,8% и около 5% соответственно, фактические реальные ставки оказываются выше равновесных, даже взятых по их верхней границе. Для ставки денежного рынка (overnight MIACR) на уровне 11%, текущая реальная ставка получается на уровне 4,2-6,0%. Отклонение фактической текущей реальной ставки денежного рынка от равновесной отражает степень жесткости денежной политики Банка России и указывает на потенциал для снижения процентных ставок. При снижении инфляционных ожиданий на 1пп, реальные ставки автоматически вырастут до 5,2-7,0%%. Потенциал для снижения номинальных ставок денежного рынка (с уровня около 11%), таким образом, в долгосрочной перспективе получается на уровне около 5пп.

- В краткосрочной перспективе (до середины 2017 года) приведение ставок к равновесному уровню (для номинальной ставки MIACR это 9,5% при инфляционных ожиданиях рынка) может и не обеспечить достижение цели по инфляции.

- Ускорение роста подушевого потенциального ВВП способно повысить равновесную ставку в долгосрочной перспективе в соотношении почти 1:1. Для развивающихся стран эта статистическая связь с ростом ВВП ослабевает (перестает быть значимой), а связь с национальными сбережениями остается значимой.

Продолжением этой работы мы видим в изучении оптимальной политики центрального банка в условиях неопределенности оценки равновесной ставки. См. например Orphanides and Williams (2002), Taylor&Williams (2010).

ЛИТЕРАТУРА

1. Amato, J., The role of the natural rate of interest in monetary policy, BIS working paper, 2005
2. Baliño, T., Bennett, A., Borensztein, E. (1999). "Monetary Policy in Dollarized Economies." Occasional Paper, No. 171, Washington: International Monetary Fund.
3. Bi, H., Sovereign default risk premia, fiscal limits and fiscal policy, Bank of Canada WP, 2011
4. Blanchard O., D. Furceri, and Pescatori A., (2014): "A Prolonged Period of Low Real Interest Rates?", in "Secular Stagnation: Facts, Causes and Cures". Edited by Teulings, C. and Baldwin, R. VoxEu Aug. 2014.
5. Bomfim, A. N. (2001). Measuring equilibrium real interest rates: What can we learn from yields on indexed bonds? Board of Governors of the Federal Reserve System, mimeo
6. Borio, C. Rethinking three intellectual pillars of monetary policy received wisdom, speech, 2015
7. Chinn, Menzie D. and Hiro Ito (2006). "What Matters for Financial Development? Capital Controls, Institutions, and Interactions," Journal of Development Economics, Volume 81, Issue 1, Pages 163-192 (October).
8. Christoffel, Kai & Coenen, Günter & Warne, Anders, 2008. "The New Area-Wide Model of the euro area: a micro-founded open-economy model for forecasting and policy analysis," Working Paper Series 0944, European Central Bank.
9. Creedy, John & Gemmell, Norman, 2015. "Taxation and the User Cost of Capital : An Introduction," Working Paper Series 4236, Victoria University of Wellington, Chair in Public Finance.
10. Curdia, V., Ferrero, A., Ng, G. and Tambalotti, A. (2015): "Has U.S. Monetary Policy Tracked the Efficient Interest Rate?", Journal of Monetary Economics 70
11. Duarte, F. and Rosa, C. (2015): "The Equity Risk Premium: A Review of Models", new York Federal Reserve Staff Report
12. Fuentes, R., Gredig, F., Estimating the Chilean Natural Rate of Interest, 2007
13. Giammarioli, N. and Valla, N. (2004): "The Natural Real Interest Rate and Monetary Policy: a Review", Journal of Policy Modelling 26
14. Guo, J., Janko, S. "Reexamination of Real Business Cycles in a Small Open Economy," Southern Economic Journal, Southern Economic Association, 2009, vol. 76(1), pages 165-182, July
15. Hall, R.E. and D.W. Jorgenson, "Tax Policy and Investment Behavior", American Economic Review, 1967, 57(3) pp. 391-414
16. Hamilton, J, Harris, E., Hatzius, J. and West, K. (2015): "The Equilibrium Real Funds Rate: Past, Present and Future"

17. He, D., Wang, H., Yu, X., Interest rate determination in China: past, present and future, *International Journal of central banking*, 2015
18. Ikeda, Daisuke & Saito, Masashi, 2014. "The effects of demographic changes on the real interest rate in Japan," *Japan and the World Economy*, Elsevier, vol. 32(C), pages 37-48.
19. International Monetary Fund (2014): *World Economic Outlook April*
20. Jang-Ting Guo & Zuzana Janko, 2009. "Reexamination of Real Business Cycles in a Small Open Economy," *Southern Economic Journal*, Southern Economic Association, vol. 76(1), pages 165-182, July.
21. Khvostova, I., Larin, A., Novak A., Euler equation with habits and measurement errors: estimates on Russia micro data, NRU HSE Working paper series, 2014
22. Laubach, T. and Williams, J. (2003): "Measuring the natural Rate of Interest", *Review of Economics and Statistics* 85(4)
23. Laubach, Thomas & Williams, John C., 2015. "Measuring the natural rate of interest redux," Working Paper Series 2015-16, Federal Reserve Bank of San Francisco.
24. Lundvall, H., Westermarck, A., What is the natural interest rate?, *Sveriges riksbank economic review*, 2011
25. Mendoza, Enrique G, 1991. "Real Business Cycles in a Small Open Economy," *American Economic Review*, American Economic Association, vol. 81(4), pages 797-818, September.
26. Orphanides, A., Williams, J., Robust monetary policy rules with unknown natural rates, *Brookings Papers on Economic Activity*, Vol. 2002, No. 2 (2002), pp. 63-118
27. Perrelli, R., Roache, S., Time-varying Neutral Interest Rate – The case of Brazil, IMF Working paper, 2014
28. Pescatori, Andrea & Jarkko Turunen, 2015. "Lower for Longer; Neutral Rates in the United States," IMF Working Papers 15/135, International Monetary Fund.
29. Robert Barsky, Alejandro Justiniano, and Leonardo Melosi, "The Natural Rate of Interest and Its Usefulness for Monetary Policy," *American Economic Review*, May 2014, vol. 104, no. 5, pp. 37–43
30. Schmitt-Grohe, Stephanie and Martin Uribe, Closing Small Open Economy Models, *Journal of International Economics* 61 (October 2003), 163-185
31. Taylor, J., Wieland, V. Finding the Equilibrium Real Interest Rate in a Fog of Policy Deviations, 2016
32. Taylor, John B. & John C. Williams, 2010. "Simple and robust rules for monetary policy," Working Paper Series 2010-10, Federal Reserve Bank of San Francisco.
33. Vetlov, I., T. Hledik, M. Jonsson, H. Kucsera, and M. Pisani (2011) Potential output in DSGE models, Working Paper 1351, European Central Bank.
34. Williams, J. (2015): "The Decline in the Natural Rate of Interest." Manuscript, March

35. Woodford, M (1999): "A neo-Wicksellian framework for the analysis of monetary policy", manuscript, Princeton University
36. Крепцев, Д., Селезнев С., DSGE-модель российской экономики с малым количеством уравнений, серия докладов Банка России об экономических исследованиях, 2016

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Оценки равновесного (долгосрочного) роста ВВП

Мы оцениваем рост ВВП используя следующую формулу³³:

$$g_Y = \frac{g_A}{\alpha} + g_L$$

где g_Y – долгосрочный рост ВВП, g_A – долгосрочный рост совокупной факторной производительности (СФП), g_L – долгосрочный рост населения, α – параметр, характеризующий долю затрат на труд при производстве ВВП.

Мы моделируем динамику совокупной факторной производительности как приближение к технологическому лидеру (здесь используется США), т.е.

$$g_A = g_A^* + k * \frac{Y^*}{Y} - 1 * 100$$

где g_A^* – скорость роста СФП технологического лидера, Y^* – ВВП на душу населения технологического лидера, Y – ВВП на душу населения России.

Для США g_A^* оценивается на уровне 2 % в год³⁴. Мы используем это значение в качестве максимальной оценки, а минимальную оценку принимаем равной 1%. Вклад приближения к технологическому лидеру оценивается на уровне 0.2-0.6% в зависимости от используемой калибровки. Предполагается, что население в трудоспособном возрасте будет сокращаться с темпом 0-0,6 % в год³⁵. Итоговый диапазон оценок роста ВВП 0,6-2,6 % в год.

Таблица 1. Оценки с помощью «арифметики роста»

| | Верхняя граница | Средняя оценка | Нижняя граница |
|-----------------------------------|-----------------|----------------|----------------|
| Вклад СФП технологического лидера | 2.0% | 1.5% | 1.0% |
| Вклад догоняющего развития | 0.6% | 0.4% | 0.2% |
| Вклад труда | 0.0% | -0.3% | -0.6% |
| Рост ВВП | 2.6% | 1.6% | 0.6% |

Математическое описание:

Производственная функция описывается формулой:

$$Y_t = A_t * L_t^\alpha * K_t^{1-\alpha}$$

Логарифмируя, а затем дифференцируя, получаем:

³³ См. математическое описание ниже

³⁴ См. например, Jones C. (2015). The Facts of Economic Growth. *Preliminary and incomplete draft for Handbook of Macroeconomics, vol.2*

³⁵ ИДЭМ НИУ ВШЭ

$$\frac{dY_t}{Y_t} = \frac{dA_t}{A_t} + \alpha \frac{dL_t}{L_t} + (1 - \alpha) \frac{dK_t}{K_t}$$

Или

$$g_{Y,t} = g_{A,t} + \alpha g_{L,t} + (1 - \alpha) g_{K,t}$$

В равновесии:

$$g_{K,t} = g_{Y,t}$$

Тогда:

$$g_{Y,t} = \frac{g_{A,t}}{\alpha} + g_{L,t}$$

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Обозначения переменных, используемых ниже (частота данных в модели – квартальная):

c – потребление, скорректированное на технологический рост

r_real – реальная ставка

d – внешний долг

w – реальные зарплаты, скорректированные на технологический рост

l – отработанные часы

y_e – объем производства промежуточного товара, скорректированный на технологический рост (в уровнях)

p_e – относительная цена промежуточного товара (цена промежуточного товара в терминах потребительского товара)

q_x – нефтяной экспорт, скорректированный на технологический рост (в уровнях)

p_x_star – относительная цена нефтяного экспорта в терминах иностранных товаров

rer – реальный курс (увеличение == ослабление реального курса)

k – капитал, скорректированный на технологический рост (в уровнях)

zk – реальная стоимость капитала

q – q -Tobin (множитель Лагранжа при уравнении, определяющем накопление капитала)

i – инвестиции, скорректированные на технологический рост (в уровнях)

p_i – относительная цена инвестиций

h – внутренний финальный товар, скорректированный на технологический рост (в уровнях)

p_h – относительная цена внутреннего финального товара

h_i - внутренний финальный товар, входящий в потребительскую корзину (в уровнях, скорректированный на технологический рост)

h_c - внутренний финальный товар, входящий в корзину инвестиций (в уровнях, скорректированный на технологический рост)

im – импорт, скорректированный на технологический рост (в уровнях)

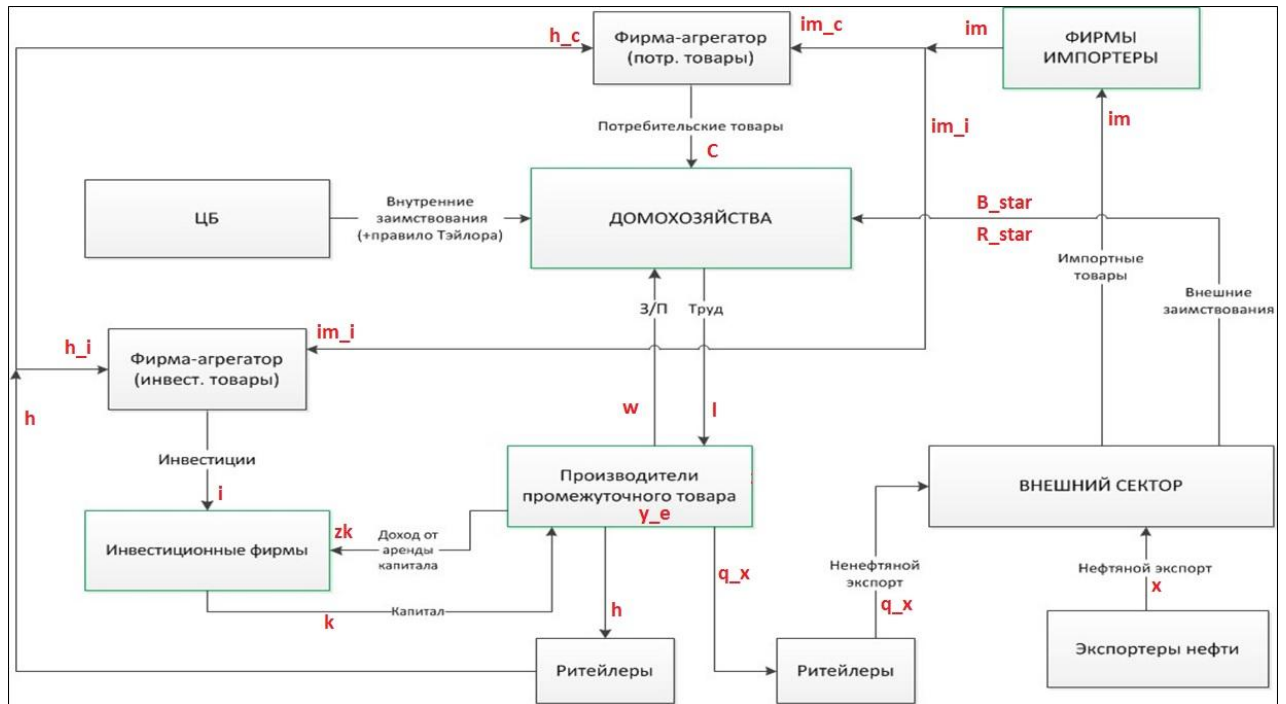
im_c – импортные товары, входящие в потребительскую корзину (в уровнях, скорректированный на технологический рост)

im_i - импортные товары, входящие в корзину инвестиций (в уровнях, скорректированный на технологический рост)

p_f – относительная цена импортного товара

p_oil – относительная цена нефти в терминах иностранных товаров

R_star – иностранная ставка (номинальная)



Домохозяйства

Домохозяйства выбирают уровень потребления, сбережений, а также количества отработанных часов, максимизируя при этом полезность, которая выглядит следующим образом:

$$U_t j = E_t \prod_{i=0}^{\infty} \beta^i * e^{z_t^{pref}} * \frac{C_{t+i} j - h C_{t+i-1}^{1-\sigma_c} - 1}{1 - \sigma_c} - A_L \frac{L_{t+i} j^{1+\phi}}{1 + \phi}$$

при бюджетном ограничении:

$$P_t^{cpi} C_t j + R_t^{-1} * B_t j + R_t^* * rp * b_t^* * p_t^{oil} * e^{RP}^{-1} * \varepsilon_t * B_t^* j = W_t * L_t(j) + B_{t-1} j + \varepsilon_t * B_{t-1}^* j + \Pi_t(j)$$

где P_t^{cpi} – индекс потребительских цен, R_t – отечественная процентная ставка, R_t^* – зарубежная процентная ставка, $rp * b_t^* * p_t^{oil} * e^{RP}$ – риск премия, зависящая от относительного уровня долга (см. ниже), реальной долларовой цены на нефть стохастической части премии за риск, ε_t – номинальный валютный курс, W_t – заработная плата, $C_t j$ – потребление -го домохозяйства, $L_t j$ – труд j-го домохозяйства, $B_t j$ – чистые активы в отечественной валюте, $B_t^* j$ – чистые активы в иностранной валюте, $\Pi_t j$ – единовременные платежи.

Переменные корректируются на величину $F_t = A_t^{1/(1-\alpha)}$. $f_t = F_t/F_{t-1}$

Условия первого порядка выглядят следующим образом:

$$1 = \beta * R_t * E_t \frac{e^{z_{t+1}^{pref}}}{e^{z_t^{pref}}} \frac{C_{t+1} - h * C_t^{-\sigma_c}}{C_t - h * C_{t-1}^{-\sigma_c}} * \frac{P_t^{cpi}}{P_{t+1}^{cpi}} \quad (1)$$

$$1 = \beta * R_t^* * r p \ b_t^* p_t^{oil}, e^{RP} * E_t \frac{e^{z_{t+1}^{pref}}}{e^{z_t^{pref}}} \frac{C_{t+1} - h * C_t^{-\sigma_c}}{C_t - h * C_{t-1}^{-\sigma_c}} * \frac{P_t^{cpi}}{P_{t+1}^{cpi}} * \frac{\varepsilon_{t+1}}{\varepsilon_t} \quad (2)$$

$$\frac{W_t}{P_t^{cpi}} * C_t - h * C_{t-1}^{-\sigma_c} = A_L * L_{t+i}^\phi \quad (3, \text{ см. замечание ниже})$$

Замечание: используемое в модели уравнение предложения труда имеет несколько другой вид, так как мы вводим жесткости на рынке труда подобно ценовым жесткостям.

Фирма-агрегатор агрегирует дифференцированный труд домохозяйств в единый и продает его фирмам:

Спрос на труд:

$$L_t(i) = \frac{W_t(i)}{W_t} \frac{-\varphi^W}{\varphi^{W-1}} L_t$$

Фирмы

Производители промежуточного товара:

Производственная функция домашних фирм зависит только от нанимаемого труда и совокупной факторной производительности:

$$Y_t^E j = A_t * K_t j^\alpha * L_t j^{1-\alpha} \quad (4)$$

где $Y_t^E j$ – производство j -ой фирмы, производящей промежуточный товар, $L_t k$ – труд, нанимаемый k -ой фирмой, A_t – совокупная факторная производительность, $K_t k$ – капитал, используемый фирмой, P_t^E – устанавливаемая цена.

Производители максимизируют прибыль:

$$E_t \sum_{i=0}^{\infty} \lambda_{t,t+i} \frac{P_{t+i}^E k}{P_{t+i}^{cpi}} * Y_{t+i}^E j - \frac{W_{t+i}}{P_{t+i}^{cpi}} * L_{t+i} j - \frac{Z K_{t+i}}{P_{t+i}^{cpi}} * K_{t+i} j$$

Спрос на продукцию отдельной фирмы (опять же, со стороны некоторого упаковщика)

$$Y_{t+i}^E j = \frac{P_{t+i}^E k}{P_{t+i}^E} \frac{1}{v_E} Y_{t+i}^E$$

где $P_t k$ – цена, устанавливаемая j -ой фирмой, Y_t – объем производимых домашних товаров, $\lambda_{t,t+i}$ – дисконт фактор, применяемый фирмой, $\pi_t = \frac{P_t^{cpi}}{P_{t-1}^{cpi}}$.

Условие первого порядка:

$$1 - \frac{1}{v_E} + \frac{1}{v_E} \frac{W_t * L_t}{Y_t^E * (1-\alpha) * P_t^{cpi}} * \frac{1}{p_t^E} = 0 \quad (5)$$

где $p_t^E = \frac{P_t^E}{P_t^{cpi}}$

$$\frac{W_t * L_t}{Z K_t * K_t} = \frac{1-\alpha^H}{\alpha^H} \quad (6)$$

Фирмы-ритейлеры:

Отечественные товары:

$$\max_{i=0}^{\infty} E_t \lambda_{t,t+i} \frac{P_{t+i}^H j * H_{t+i} j}{P_{t+i}^{cpi}} - \frac{P_{t+i}^E * H_{t+i} j}{P_{t+i}^{cpi}} - \frac{k_H}{2} * \frac{P_{t+i}^H k}{P_{t+i-1}^H k} - \pi_{t+i-1}^H * \pi_*^{1-\iota_H} * H_{t+i} * \frac{P_{t+i}^H}{P_{t+i}^{cpi}}$$

$$H_{t+i} j = \frac{P_{t+i}^H k}{P_{t+i}^H}^{-\frac{1}{v_H}} H_{t+i}$$

Условия первого порядка:

$$1 - \frac{1}{v_H} + \frac{1}{v_H} \frac{p_t^E}{p_t^H} - k_H * \pi_t^H - \pi_{t-1}^H \iota_H * \pi_*^{1-\iota_H} * \pi_t^H + k_H * \beta * E_t \frac{e^{z_{t+1}^{pref}} C_{t+1}^{-h} C_t^{-\sigma c}}{e^{z_t^{pref}} C_t^{-h} C_{t-1}^{-\sigma c}} * \pi_{t+1}^H - \pi_t^H \iota_H * \pi_*^{1-\iota_H} * \frac{\pi_{t+1}^H}{\pi_{t+1}}^2 * \pi_{t+1} * \frac{H_{t+1}}{H_t} = 0 \quad (7)$$

Экспортируемые товары (Local currency price setting):

$$\max_{i=0}^{\infty} E_t \lambda_{t,t+i} \frac{P_{t+i}^{*X} j * \varepsilon_{t+i} * Q_{t+i}^X j}{P_{t+i}^{cpi}} - \frac{P_{t+i}^E * Q_{t+i}^X j}{P_{t+i}^{cpi}} - \frac{k_X}{2} * \frac{P_{t+i}^{*X} k}{P_{t+i-1}^{*X} k} - \pi_{t+i-1}^{*cpi} \iota_X * \pi_*^{1-\iota_X} * Q_{t+i}^X * \frac{P_{t+i}^{*X} j * \varepsilon_{t+i}}{P_{t+i}^{cpi}}$$

$$Q_{t+i}^X j = \frac{P_{t+i}^{*X} k}{P_{t+i}^{*X}}^{-\frac{1}{v_X}} Y_{t+i}^X$$

Условия первого порядка:

$$1 - \frac{1}{v_X} + \frac{1}{v_X} \frac{1}{rer_t} \frac{p_t^E}{p_t^{*X}} - k_X * \pi_t^{*X} - \pi_{t-1}^{*X} \iota_X * \pi_*^{*cpi}^{1-\iota_X} * \pi_t^{*X} + k_X * \beta * E_t \frac{e^{z_{t+1}^{pref}} C_{t+1}^{-h} C_t^{-\sigma c}}{e^{z_t^{pref}} C_t^{-h} C_{t-1}^{-\sigma c}} * \pi_{t+1}^{*X} - \pi_t^{*X} \iota_X * \pi_*^{*cpi}^{1-\iota_X} * \frac{\pi_{t+1}^{*X}}{\pi_{t+1}}^2 * \frac{\varepsilon_{t+1}}{\varepsilon_t} * \pi_{t+1} * \frac{Q_{t+1}^X}{Q_t^X} = 0 \quad (8)$$

Фирмы импортеры

Фирмы импортеры закупают товары за границей и перепродают с наценкой внутри страны, максимизируя прибыль:

$$E_t \sum_{i=0}^{\infty} \lambda_{t,t+i} \frac{P_{t+i}^F k}{P_{t+i}^{cpi}} \frac{P_{t+i}^F k}{P_{t+i}^F} \frac{1}{v_F} Im_{t+i} - \varepsilon_{t+i} * \frac{P_{t+i}^{*cpi}}{P_{t+i}^{cpi}} * \frac{P_{t+i}^F k}{P_{t+i}^F} \frac{1}{v_F} Im_{t+i} - \frac{k_F}{2} * \frac{P_{t+i}^F k}{P_{t+i-1}^F k} - \pi_{t-1}^{l_F} * \pi_*^{1-l_F} * Im_{t+i} * \frac{P_{t+i}^F}{P_{t+i}^{cpi}}$$

где $P_t^F k$ – цена устанавливаемая -ой фирмой импортером, Im_t – объем импорта в экономике, P_t^{*cpi} – уровень цен зарубежных товаров, $\pi_t^F = \frac{P_t^F}{P_{t-1}^F}$, $Im_{t+i} k = \frac{P_{t+i}^F k}{P_{t+i}^F} \frac{1}{v_F} Im_{t+i}$ – спрос на товар, импортируемый отдельной фирмой.

Условие первого порядка:

$$1 - \frac{1}{v_F} + \frac{1}{v_F} * rer_t * \frac{1}{p_t^F} - k_F * \pi_t^F - \pi_{t-1}^{l_F} * \pi_*^{1-l_F} * \pi_t^F + k_F * \beta * E_t \frac{e^{z_{t+1}^{pref}} C_{t+1}^{-h} C_t^{-\sigma_c}}{e^{z_t^{pref}} C_t^{-h} C_{t-1}^{-\sigma_c}} * \pi_{t+1}^F - \pi_t^F \pi_*^{1-l_F} * \frac{\pi_{t+1}^F}{\pi_{t+1}} * \frac{Im_{t+1}}{Im_t} = 0 \quad (9)$$

где rer_t – реальный обменный курс, задаваемый формулой $rer_t = \frac{\varepsilon_t * P_t^{*cpi}}{P_t^{cpi}}$

Инвестиционные фирмы

Инвестиционные фирмы максимизируют прибыль:

$$\max_{K,I} E_t \sum_{i=0}^{\infty} \lambda_{t,t+i} \frac{ZK_{t+i}K_{t+i} - P_{t+i}^I I_{t+i}}{P_{t+i}^{cpi}}$$

при условии

$$K_{t+1} = 1 - \delta K_t + e^{\varepsilon_t^I} * \left(1 - \frac{k_I}{2}\right) * \frac{I_t}{I_{t-1}} - f_t^2 I_t \quad (10)$$

Условия первого порядка ($q_t = \frac{Q_t}{P_t^{cpi}}$; $zk_{t+1} = \frac{ZK_{t+1}}{P_{t+1}^{cpi}}$; $p_t^I = \frac{P_t^I}{P_t^{cpi}}$):

$$q_t = E_t \beta \frac{e^{z_{t+1}^{pref}} C_{t+1}^{-h} C_t^{-\sigma_c}}{e^{z_t^{pref}} C_t^{-h} C_{t-1}^{-\sigma_c}} * zk_{t+1} + q_{t+1} * (1 - \delta) \quad (11)$$

$$p_t^I =$$

$$q_t e^{\varepsilon_t^I} * \left(-k_I \frac{I_t}{I_{t-1}} - f_t \frac{I_t}{I_{t-1}} + \left(1 - \frac{k_I}{2}\right) \frac{I_t}{I_{t-1}} - f_t^2\right) + E_t \beta \frac{e^{z_{t+1}^{pref}} C_{t+1}^{-h} C_t^{-\sigma_c}}{e^{z_t^{pref}} C_t^{-h} C_{t-1}^{-\sigma_c}} q_{t+1} \varepsilon_{t+1}^I k_I \frac{I_{t+1}}{I_t} -$$

$$f_t \frac{I_{t+1}}{I_t}^2 \quad (12)$$

Торговый баланс

Динамика чистых иностранных активов записывается следующим образом:

$$R_t^* * rp_{b_t^*, p_t^{oil}, e^{RP}}^{-1} * \varepsilon_t * B_t^* = \varepsilon_t * B_{t-1}^* + \varepsilon_t * p_t^{X^*} * P_t^{*cpi} * Q_t^X + \varepsilon_t * p_t^{oil} * P_t^{*cpi} * X_t - \varepsilon_t * P_t^{*cpi} * Im_t - \varepsilon_t * P_t^{*cpi} * dRes_t \quad (13)$$

$$d_t = - \frac{\varepsilon_t * B_t^*}{F_t * P_t^{cpi}}$$

где X_t – объем экспорта, $dRes_t$ – переменная, отвечающая за изменение резервов.

Агрегирование

$$C_t = \frac{H_t^{cons} \gamma^{cons} * Im_t^{cons} 1 - \gamma^{cons}}{\gamma^{cons} \gamma^{cons} * 1 - \gamma^{cons} 1 - \gamma^{cons}} \quad (14)$$

$$P_t^H * H_t^{cons} = P_t^{cpi} * C_t \quad (15)$$

$$P_t^F * Im_t^{cons} = P_t^{cpi} * C_t \quad (16)$$

$$I_t = \frac{H_t^{inv} \gamma^{inv} * Im_t^{inv} 1 - \gamma^{inv}}{\gamma^{inv} \gamma^{inv} * 1 - \gamma^{inv} 1 - \gamma^{inv}} \quad (17)$$

$$P_t^H * H_t^{inv} = P_t^I * I_t \quad (18)$$

$$P_t^H * H_t^{inv} = P_t^I * I_t \quad (19)$$

Market clearing

$$H_t = H_t^{inv} + H_t^{cons} \quad (20)$$

$$Im_t = Im_t^{inv} + Im_t^{cons} \quad (21)$$

$$Y_t^E = H_t + Q_t^X \quad (22)$$

Прочие

$$\pi_t^H = \frac{p_t^H}{p_{t-1}^H} * \pi_t \quad (23)$$

$$\pi_t^F = \frac{p_t^F}{p_{t-1}^F} * \pi_t \quad (24)$$

$$\pi_t^{X^*} = \frac{p_t^{X^*}}{p_{t-1}^{X^*}} * \pi_t^{F^*} \quad (25)$$

$$rer_t = \frac{\varepsilon_t * P_t^{*cpi}}{P_t^{cpi}} = \varepsilon_t * p_t^{*cpi} \quad (26)$$

Денежно-кредитная политика

Taylor rule:

$$\frac{R_t}{R_*} = \frac{R_{t-1}}{R_*} \phi_R \frac{\pi_t}{\pi_*} 1 - \phi_R \phi_\pi * exp^{e^R} \quad (27)$$

Таргетирование реального курса имеет вид:

$$rer_t = e^{e_t^\xi} * rer_{ss,t} \quad (28)$$

Спрос на экспорт:

$$Q_t^X = e^{z_t^X} p_t^{X^*} \eta_X Y_t^* \quad (29)$$

Экзогенные процессы:

$$\log z_t^A = \rho_z * \log z_{t-1}^A + e_t^z$$

$$z_t^{RP} = \rho_{RP} * z_{t-1}^{RP} + e_t^{RP}$$

$$z_t^X = \rho_X * z_{t-1}^X + e_t^X$$

$$z_t^\varepsilon = \rho_\varepsilon * z_{t-1}^\varepsilon + e_t^\varepsilon$$

$$z_t^I = \rho_\varepsilon * z_{t-1}^I + e_t^I$$

$$z_t^{\text{pref}} = \rho_{\text{pref}} * z_{t-1}^{\text{pref}} + e_t^{\text{pref}}$$

$$\log \frac{X_t}{A_t} = \rho_X * \log \frac{X_{t-1}}{A_{t-1}} + e_t^X$$

$$\pi_t^* = \rho_\pi * \pi_{t-1}^* + e_t^{\pi^*}$$

$$y_t^* = \rho_{y^*} * y_{t-1}^* + e_t^{y^*}$$

$$R_t^* = 0$$

$$p_t^{\text{oil}} = 0$$

Дополнительные уравнения, в явном виде не входят в модель:

$$\log A_t = \log g + \log A_{t-1} + \log z_t^A$$

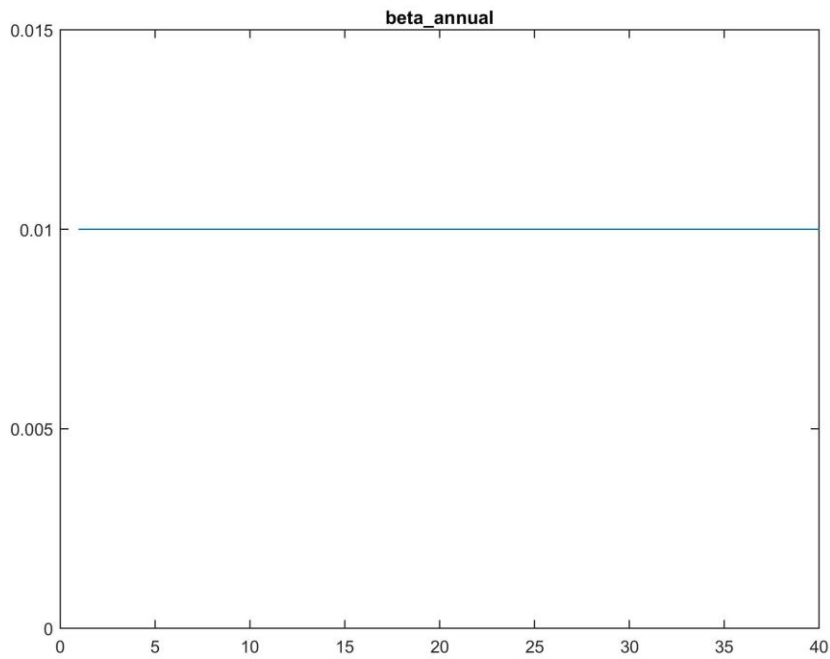
$$g = g^{\frac{1}{1-\alpha}}$$

$$z = \frac{z_t^A}{1-\alpha}$$

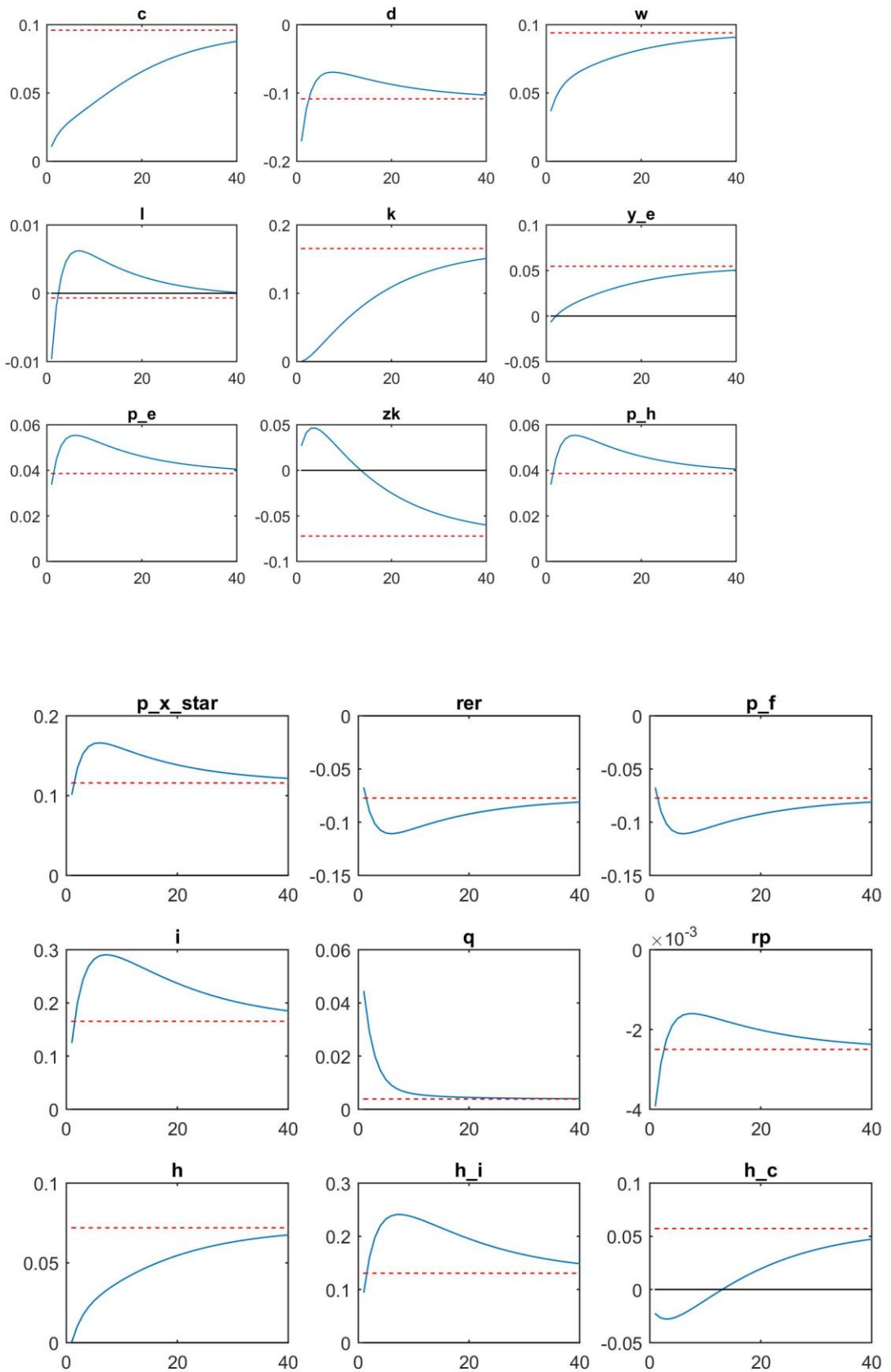
ПРИЛОЖЕНИЕ 3

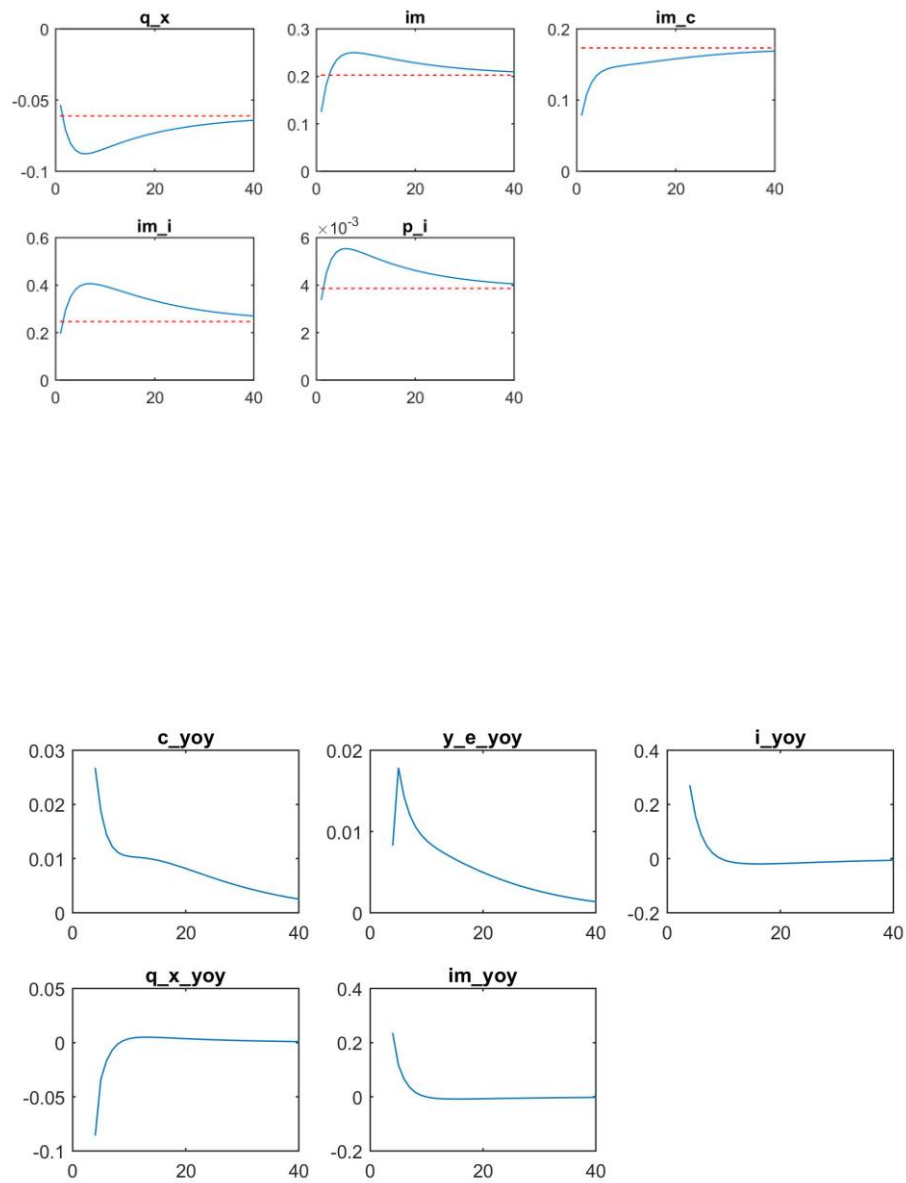
Ниже приводятся результаты расчета равновесных уровней и импульсных откликов для всех трех рассматриваемых шоков в модели³⁶:

1. Рост субъективного коэффициента дисконтирования будущего на 0,01

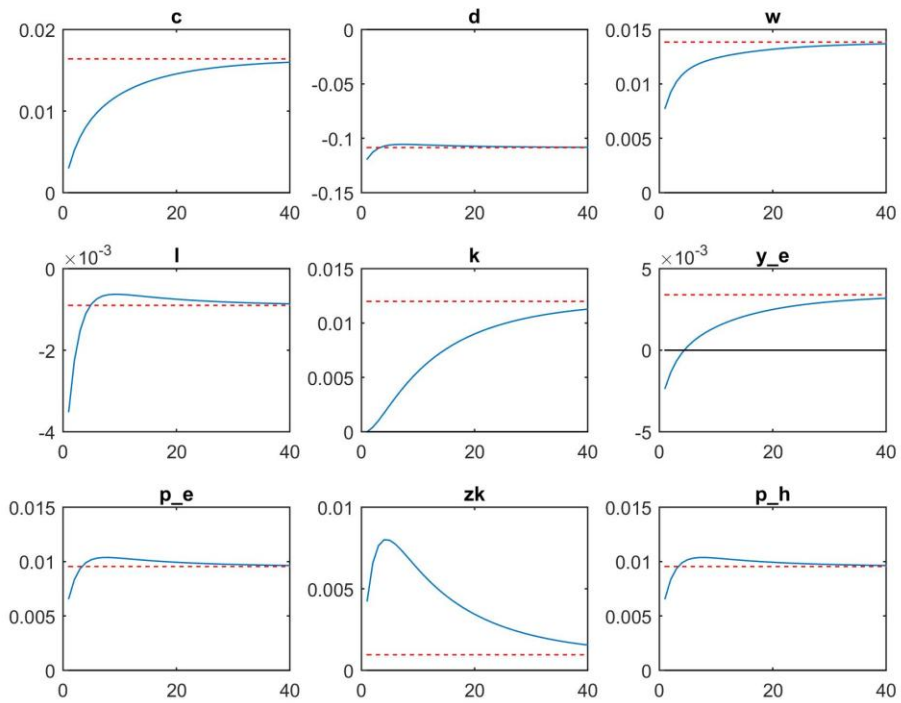
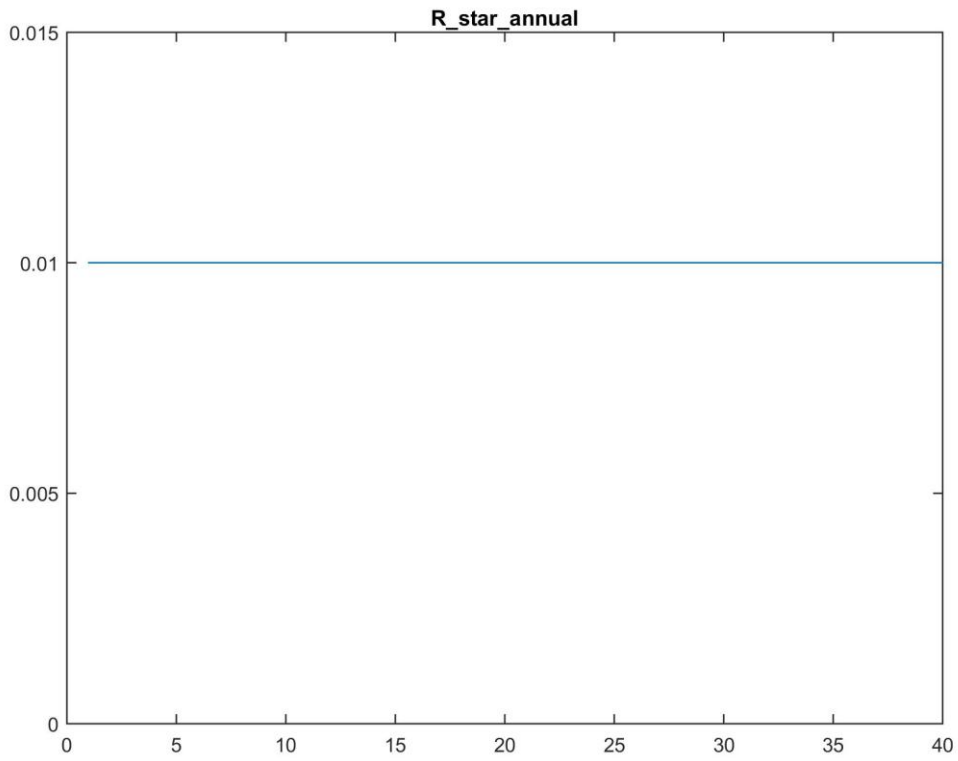


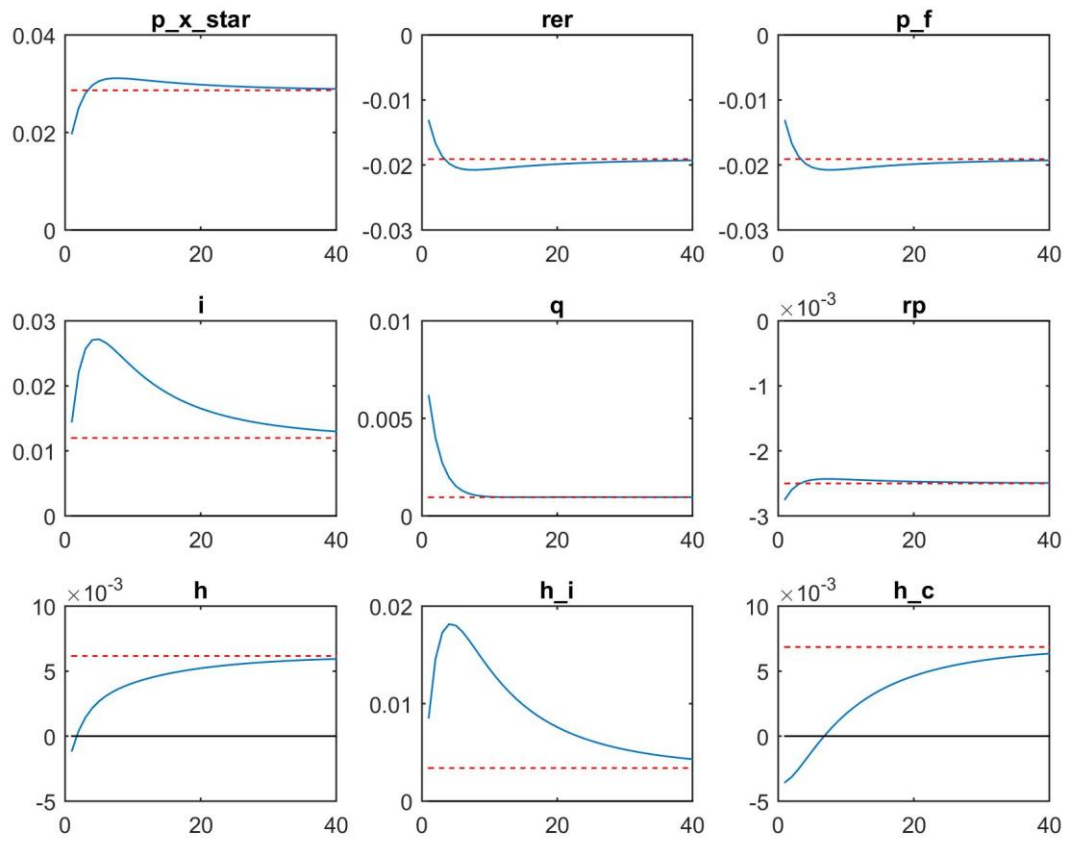
³⁶ Диаграммы с реакцией переменных на шоки в терминах «квартал к соответствующему кварталу предыдущего года» имеют начальной точкой значения в четвертом квартале (шок происходит в первом квартале).

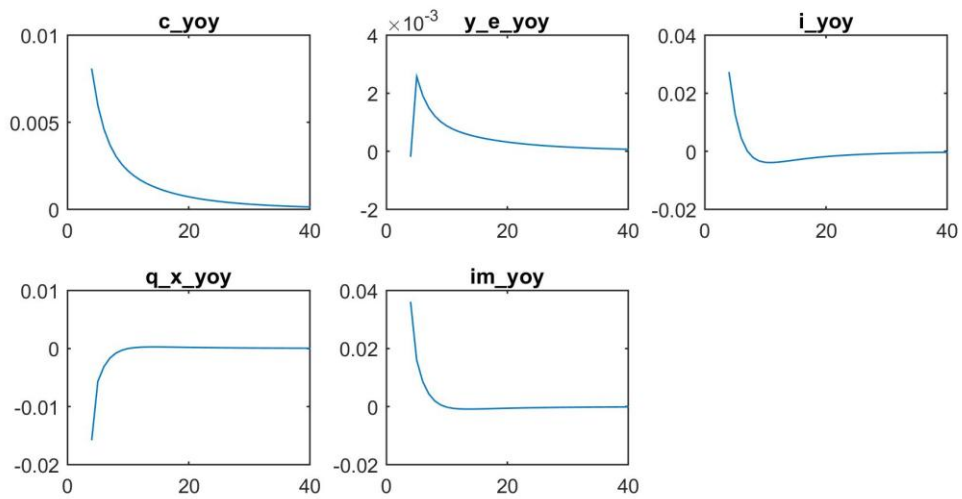
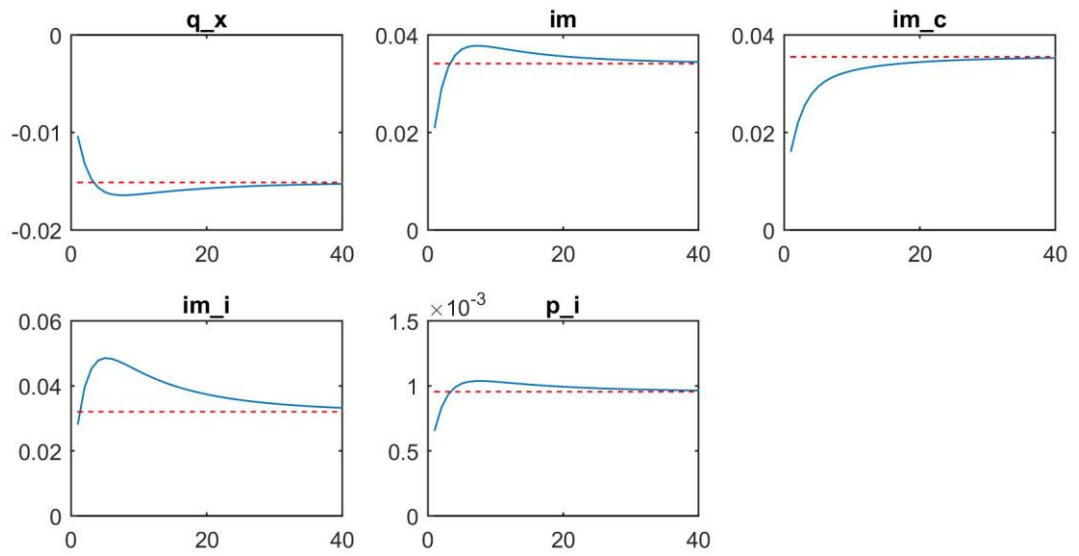




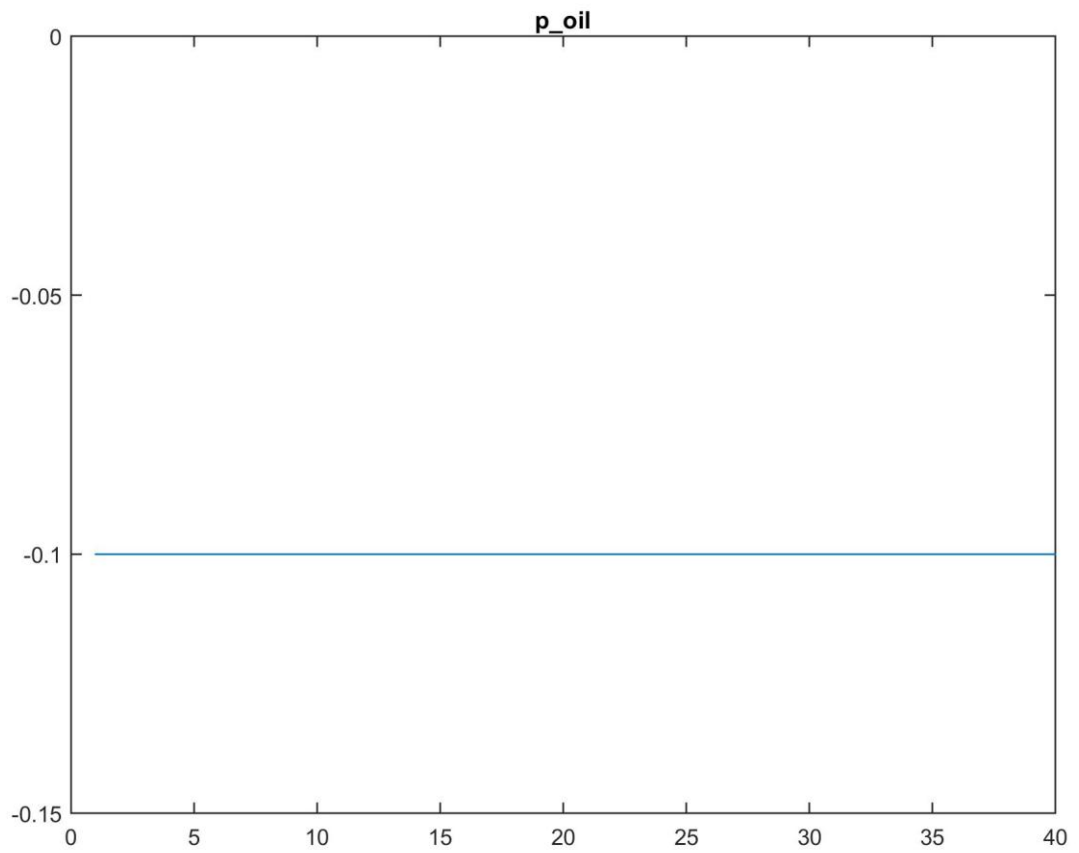
2. Рост мировой процентной ставки на 1пп.

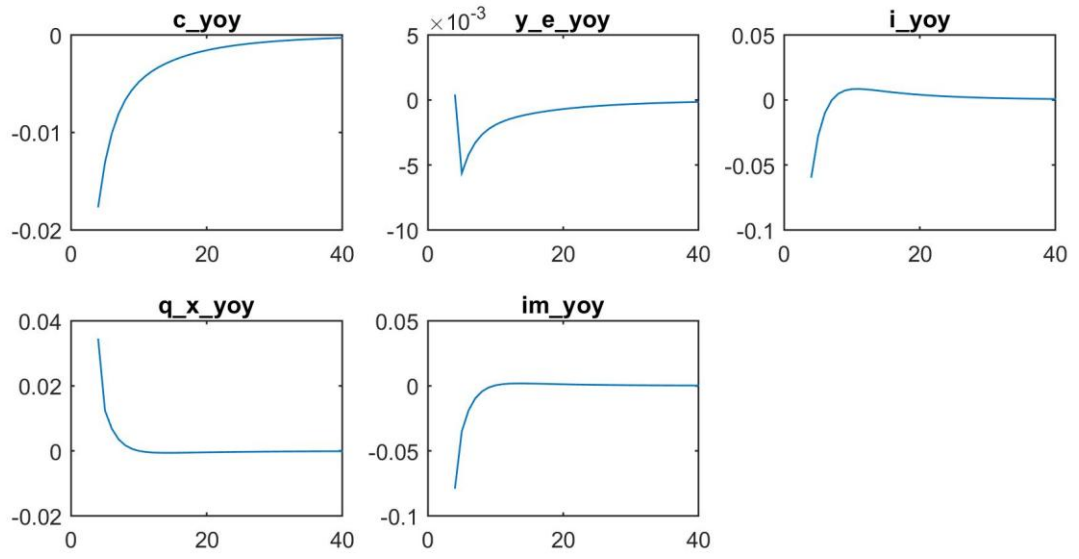


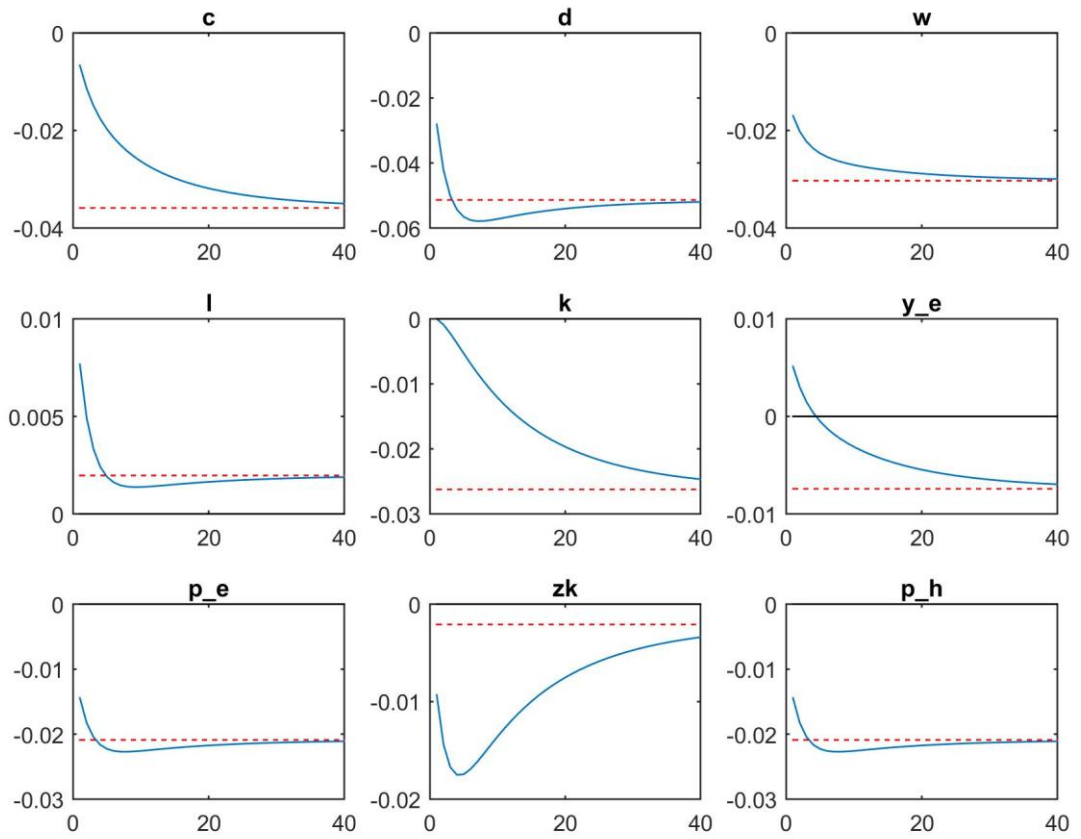


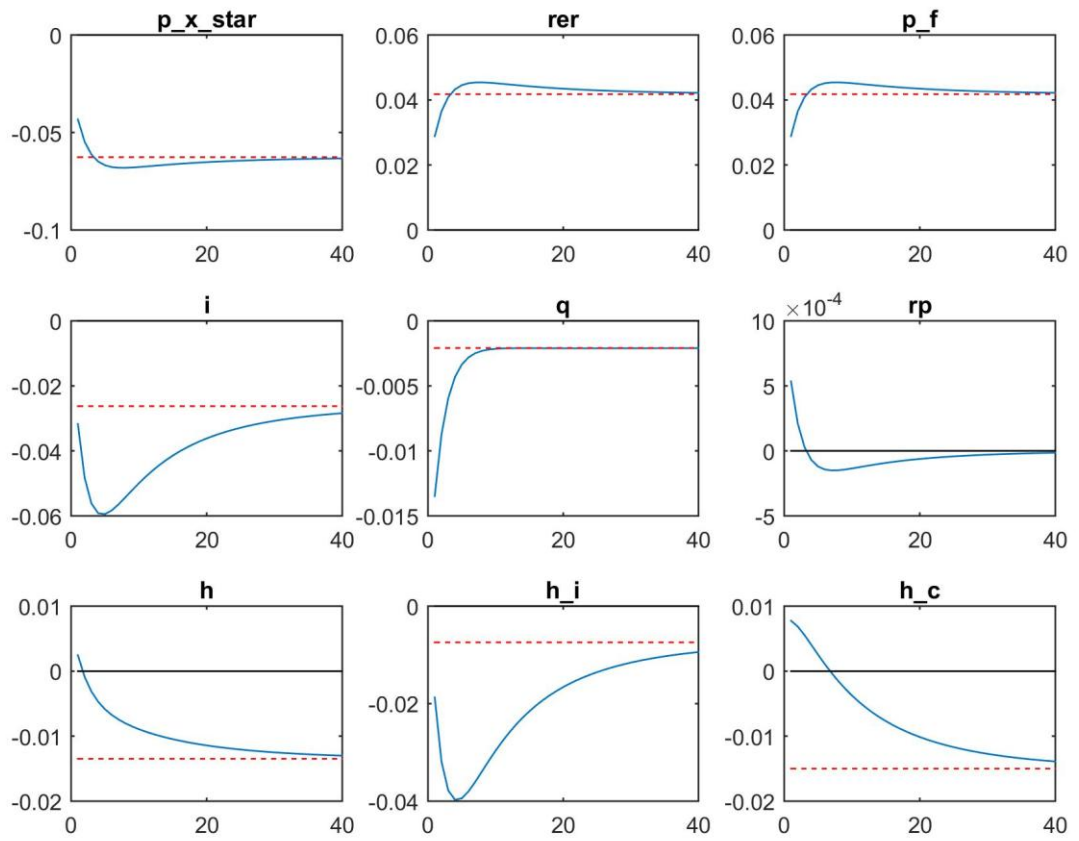


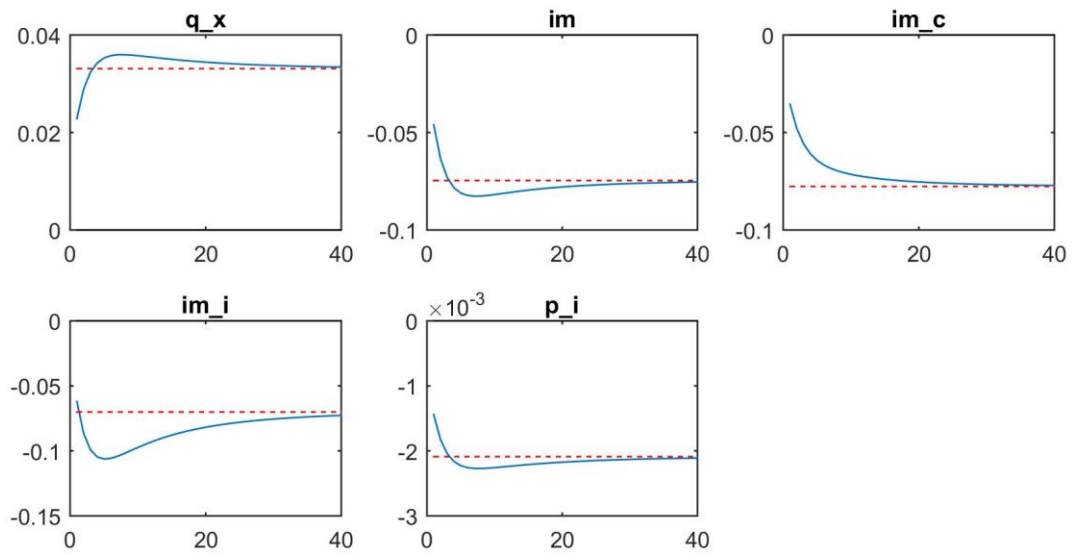
3. Снижение цены нефти на 10%











ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Таблица. Описание статистических данных (переменных модели и инструментальных переменных) для оценивания модели для равновесной ставки по панельным данным

| обозначение переменной | наименование показателя | источник данных | единица измерения |
|------------------------|--|---|-------------------|
| r_{it} | реальная процентная ставка денежного рынка | IFS IMF показатели "Money Market Rates" и "consumer prices, YoY, end of the year" альтернативный показатель "real rates" | % за год |
| g_{it} | рост ВВП на душу населения в постоянных ценах | Worldbank data GDP per capita (constant LCU) выраженный в терминах YoY | % за год |
| s_{it} | Валовые сбережения в % ВВП | Worldbank data Gross domestic savings (% of GDP) | % |
| $KAopennes_{it}$ | индекс открытости капитального счета Chinn-Ito (2006) | http://web.pdx.edu/~ito/Chinn-Ito_website.htm | коэффициент |
| CA_{it} | текущий счет платежного баланса в % ВВП | Worldbank data Current account balance (% of GDP) | % |
| N_{it} | Доля населения в возрасте 15-64 года в общей численности населения | Worldbank data Population, ages 15-64 (% of total) | % |

Страны: Аргентина, Австралия, Бразилия, Канада, Чили, Китай, Гонконг, Чехия, Франция, Германия, Индия, Индонезия, Ирландия, Италия, Япония, Мексика, Нидерланды, Новая Зеландия, Польша, Россия, Сингапур, Южная Африка, Испания, Швеция, Швейцария, Турция, США, Великобритания, Колумбия, Перу.

Модель для выборки из развитых и развивающихся стран:

| коэффициент | значение |
|-----------------------|----------|
| константа | 8,71*** |
| ВВП на душу населения | 1,15* |
| Валовые сбережения | -0,35*** |
| Индекс Chinn-Ito | -0,08 |

Уровни значимости: *** - 1% уровень, ** - 5% уровень, * - 10% уровень

Модель для выборки только из развивающихся стран:

| коэффициент | значение |
|-----------------------|----------|
| константа | 9.28** |
| ВВП на душу населения | 1,15 |
| Валовые сбережения | -0,39* |
| Индекс Chinn-Ito | -0,03 |

Уровни значимости: *** - 1% уровень, ** - 5% уровень, * - 10% уровень